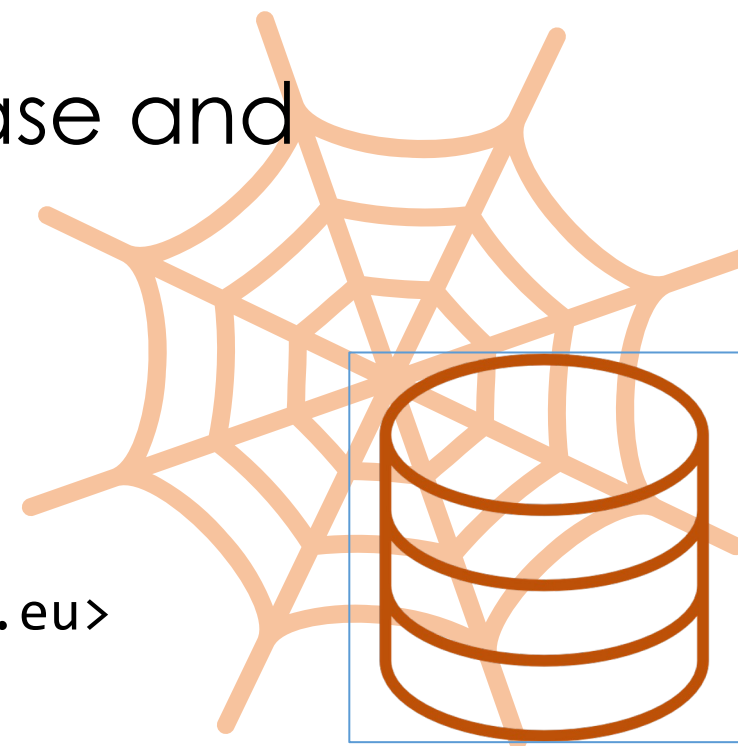


Web/BD

Introduction to Relational Database and
Web Programming
2025-2026

Gérald Oster <gerald.oster@telecomnancy.eu>



Langage SQL

- **Introduction au langage SQL**
- Interrogation de données
- Mise à jour de données
- Définition de données
- Notion de vues
- Notion de transaction
- Notion de privilèges



Introduction à SQL

Généralités sur le langage :

- SQL = Structured Query Language
- SQL : langage pour exploiter les bases de données relationnelles
- SQL : crée en 1974 , standard ANSI/ISO depuis 1986
 - SQL-86, SQL-89,
 - **SQL-92 : standard le plus supporté**
 - SQL:1999, SQL:2003, SQL:2008, SQL:2011, SQL:2016
- (différentes versions des) SGBD :
 - Compatibles avec différentes versions du langage
 - Ajoutent leurs propres extensions au langage

Introduction à SQL

SQL comporte quatre parties :

- Langage de Définition des Données (LDD)
 - Créer, modifier, supprimer des définitions de tables (schémas de relations)
 - **create table, alter table, drop table, create view**
- Langage de Manipulation des Données (LMD)
 - Ajouter, consulter, modifier, supprimer les données (d'une table)
 - **insert, select, update, delete**
- Langage de Contrôle des Données (LCD)
 - Pour gérer la protection d'accès aux données
 - **grant, revoke**
- Langage de Contrôle des Transactions
 - Valider/annuler des modifications : **commit, rollback**

Langage SQL

- Introduction au langage SQL
- **Interrogation de données**
- Mise à jour de données
- Définition de données
- Notion de vues
- Notion de transaction
- Notion de privilèges



Exemple

Client (noClient, nom, prénom, ddn, rue, CP, ville)

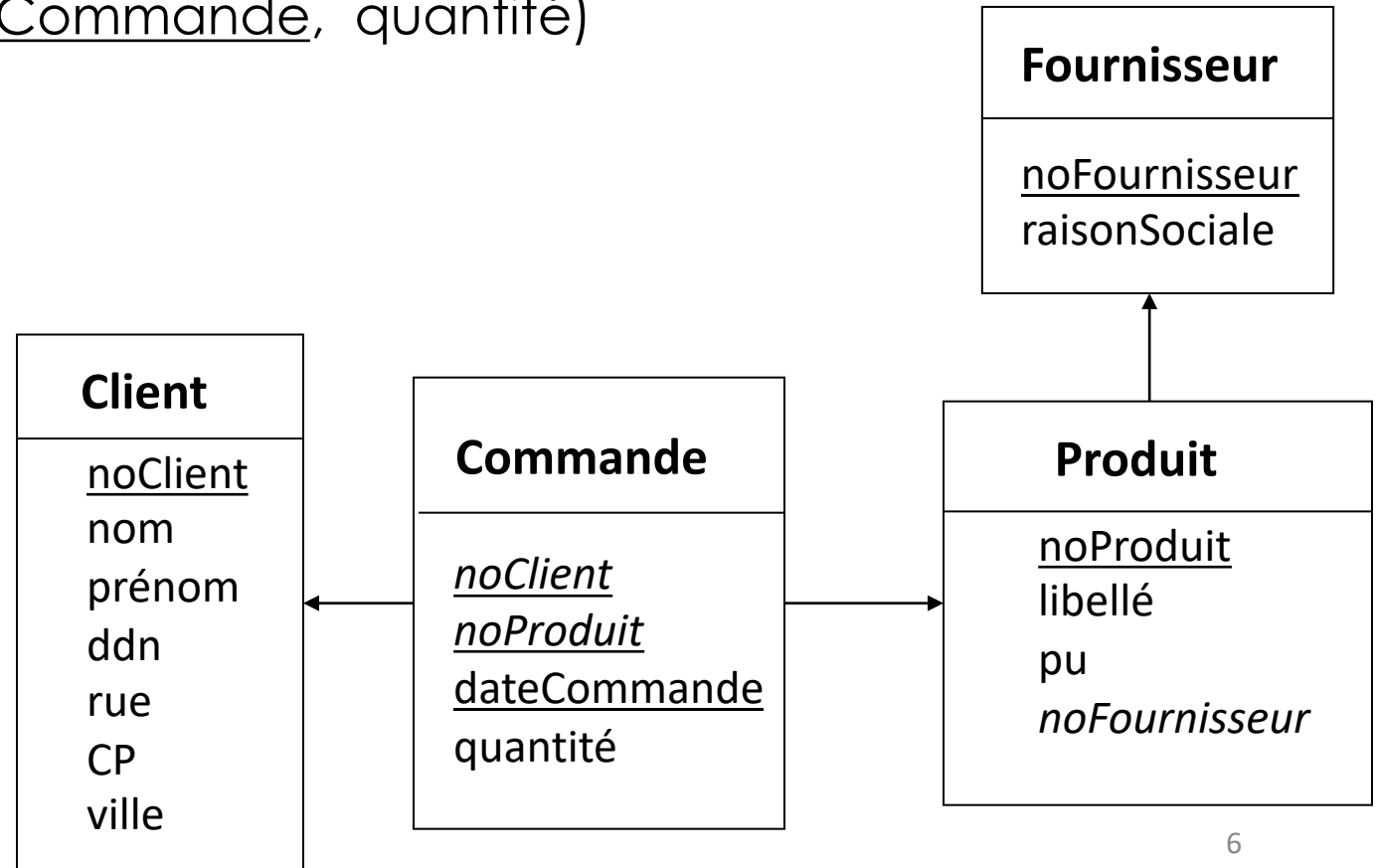
Produit (noProduit, libellé, prixUnitaire, *noFournisseur*)

Fournisseur (noFournisseur, raisonSociale)

Commande (*noClient*, *noProduit*, dateCommande, quantité)

Clés primaires soulignées

Clés étrangères en italique



Syntaxe Générale d'une commande SELECT

```
SELECT * | { [ALL | DISTINCT]
    expression [[AS] nomColonne]
    [, expression [[AS] nomColonne]]... }

FROM    relation [alias] [, relation [alias] ...]
[WHERE  condition]
[GROUP BY nomColonne [, nomColonne]...]
[HAVING condition]
[ORDER BY  nomColonne [ASC | DESC]
           [, nomColonne [ASC | DESC] ...]
```

Si **requete1** et **requete2** sont des commandes SELECT alors :

```
requete1 { UNION | INTERSECT | EXCEPT } requete2
```

Projection d'une relation

- Trouver les *noClient* et *dateCommande* de toutes les *Commandes*

```
SELECT      noClient, dateCommande  
FROM        Commande
```

noClient	dateCommande
100	04-MAY-03
200	12-APR-03
100	05-JAN-04
300	25-FEB_04
400	30-JAN-04
400	30-JAN-04

Commande équivalente :

```
SELECT      ALL noClient, dateCommande  
FROM        Commande
```


Projection d'une relation et la clause DISTINCT

- Trouver les *noClient* et *dateCommande* de toutes les *Commandes*

```
SELECT      DISTINCT noClient, dateCommande  
FROM        Commande
```

noClient	dateCommande
100	04-MAY-03
200	12-APR-03
100	05-JAN-04
300	25-FEB-04
400	30-JAN-04

Expression algébrique
équivalente

PROJECT (*Commande*; *noClient*, *dateCommande*)

Restriction d'une relation sur une condition

- Sélectionner les Articles dont le prix est inférieur à 20€ et le numéro est supérieur à 30

```
SELECT      *  
FROM        Article  
WHERE        prixUnitaire < 20 AND noArticle > 30
```

noArticle	libellé	prixUnitaire
31	Brosse	12
40	Tableau	9.99
50	Visseuse	19.99

Expression algébrique
équivalente

RESTRICT (*Article* ; $\text{prixUnitaire} < 20 \wedge \text{noArticle} > 30$)

Restriction et projection

- Produire les noClient et dateCde des Commandes dont la date est postérieure au 01/01/2004

```
SELECT      noClient, dateCde
FROM        Commande
WHERE       dateCde > '01-JAN-04'
```

noClient	dateCde
100	05-JAN-04
300	25-FEB-04
400	30-JAN-04

Expression algébrique
équivalente

PROJECT(RESTRICT(*Commande* ; *dateCde* > '01/01/2004') ; noClient, dateCde))

Restriction : syntaxe d'une condition

SELECT * **FROM** nom-relation

WHERE condition

- Sélectionne les tuples de la relation pour lesquels condition est évaluée à Vrai (True)
- Syntaxe de condition

```
conditionSimple | (condition) | NOT (condition)  
| condition {AND|OR} condition
```

- Syntaxe de conditionSimple

```
expression {= | <|>|<=|>=|<>|!=} expression |  
expression [NOT]BETWEEN expression AND expression|  
expression IS [NOT] NULL  
expression [NOT] IN listeConstantes|  
expression [NOT]LIKE patron
```

Notion de valeur indéfinie (NULL) et évaluation d'expressions

- Valeur d'un attribut inconnue ou indéfinie notée NULL dans l'extension d'une relation
- Seules opérations permises sur la valeur NULL
 - IS NULL
 - IS NOT NULL
- Expression arithmétique : Si un opérande est NULL, le résultat de l'évaluation est NULL
- Expression de comparaison ou condition simple : Si un opérande est NULL, le résultat de l'évaluation est NULL (UNKNOWN)
- Condition avec connecteurs logiques : cf. tables de vérité étendues

Notion de valeur indéfinie (NULL) : Extension des tables de vérité traditionnelles

a	b	a AND b	a OR b	NOT a
TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	FALSE
TRUE	NULL	NULL	TRUE	FALSE
TRUE	FALSE	FALSE	TRUE	FALSE
FALSE	TRUE	FALSE	TRUE	TRUE
FALSE	NULL	FALSE	NULL	TRUE
FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	TRUE
NULL	TRUE	NULL	TRUE	NULL
NULL	NULL	NULL	NULL	NULL
NULL	FALSE	FALSE	NULL	NULL

a, b : expressions booléennes à valeurs dans {TRUE, FALSE, NULL}

Restriction : Exemples

- Produits dont le prix est compris entre 50 et 100€

```
SELECT  *  
FROM    Produit  
WHERE   prixUnitaire >= 50    AND    prixUnitaire <= 100
```

```
SELECT  *  
FROM    Produit  
WHERE   prixUnitaire BETWEEN 50    AND 100
```

- Produits dont le prix est inférieur à 50€ ou supérieur à 100 €

```
SELECT  *  
FROM    Produit  
WHERE   prixUnitaire < 50    OR    prixUnitaire > 100
```

Restriction : Opérateurs IS NULL et LIKE

- Commandes en quantité indéterminée (NULL)

```
SELECT      *  
FROM        Commande  
WHERE       quantité IS NULL
```

- Clients dont le nom commence par B, se termine par B et contient au moins 3 caractères

```
SELECT      *  
FROM        Client  
WHERE       nom LIKE 'B_%B'
```

LIKE recherche des chaînes de caractères correspondant à un *patron* où :

% : désigne une suite de **zéro à n** caractères quelconques

_ : désigne **un et un seul** caractère quelconque

Restriction : Opérateur IN

- Prénom des clients dont le nom est Dupont, Durant ou Martin

```
SELECT   prénom
FROM     Client
WHERE    nom IN ('Dupond', 'Durant', 'Martin')
```

- Prénom des clients dont le nom n'est pas dans l'ensemble {Dupont, Durant, Martin}

```
SELECT   prénom
FROM     Client
WHERE    nom NOT IN ('Dupond', 'Durant', 'Martin')
```

Expression de calcul sur les colonnes dans la liste de projection

- Liste des noArticle avec le prixUnitaire avant et après inclusion d'une taxe de 15%.

```
SELECT noArticle, prixUnitaire, prixUnitaire*1.15 AS prixTTC  
FROM Article
```

noArticle	prixUnitaire	prixTTC
10	10.99	12.64
20	12.99	14.94
40	25.99	29.89
50	22.99	26.44
60	15.99	18.39
70	10.99	12.64
80	26.99	31.04
81	25.99	29.89
90	25.99	29.89
95	15.99	18.39

Expression de calcul sur les colonnes dans la condition (du WHERE)

- Une condition peut comporter une expression de calcul

ex: Chercher les tuples de T pour lesquels $X < Y^{**}3 + Z/40$

```
SELECT *  
FROM T  
WHERE X < Y**3+Z/40
```

- Une expression peut aussi faire appel à des **fonctions**

ex: Liste des commandes de la journée

```
SELECT *  
FROM Commande  
WHERE dateCommande = CURRENT_DATE
```

Produit cartésien

```
SELECT      *  
FROM relation1, relation2
```

Ex. Produire toutes les combinaisons possibles de Client et de Commande

```
SELECT      *  
FROM Client, Commande
```

Expression algébrique
équivalente

PRODUCT(Client, Commande)

Jointure(s) implicite(s)

```
SELECT  attribut1 [,attribut2, ...]  
FROM    relation1,relation2 [,relation3,...]  
WHERE    condition
```

Cette commande SELECT combine **produit cartésien, restriction et projection**

Expression algébrique
équivalente

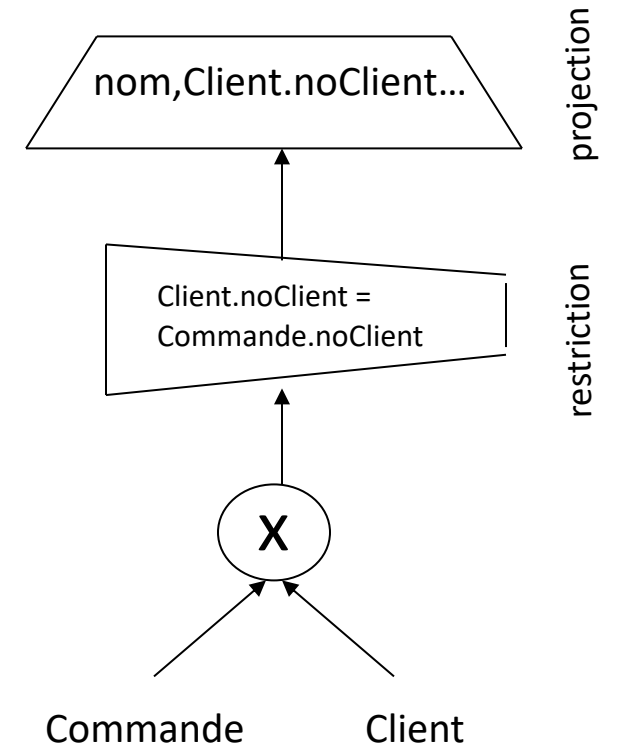
```
PROJECT(RESTRICT(PRODUCT(PRODUCT...(relation1 , relation2) ,  
relation3)...); condition) ; attribut1, attribut2...)
```

N.B. Nécessité de préfixer le nom d'un attribut par sa relation en cas d'ambiguïté

Jointure implicite : exemple de requête

ex. Liste des commandes avec le nom du client

```
SELECT    nom, Client.noClient,  
            noProduit, dateCommande, quantité  
FROM      Commande, Client  
WHERE      Client.noClient =  Commande.noClient
```

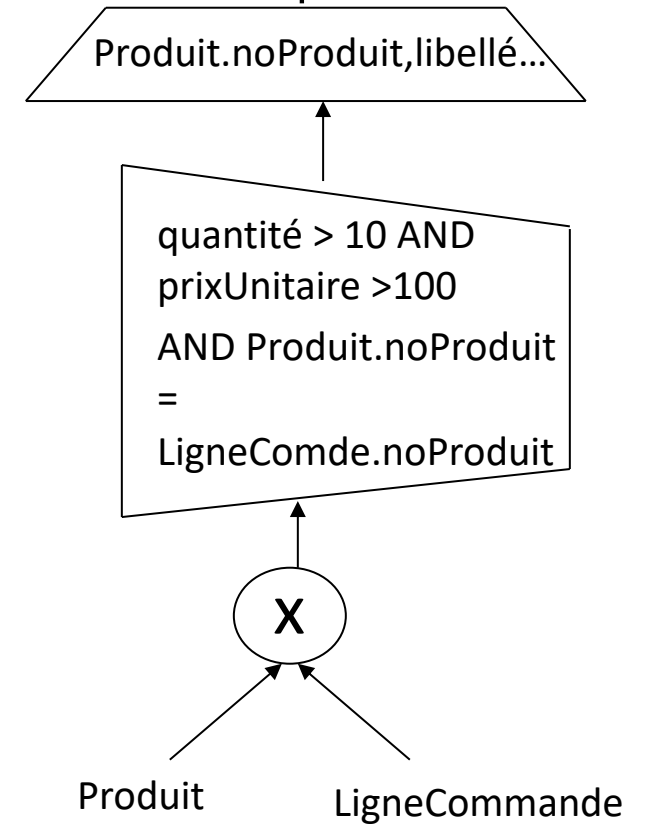


**Arbre algébrique canonique
correspondant à l'expression
SQL**

Jointure implicite : autre exemple

ex. Produits commandés en quantité supérieure à 10 et dont le prix dépasse 100 €. Afficher les numéros de produit, leur libellé , leur prix unitaire ainsi que numéro de la commande.

```
SELECT  Produit.noProduit, libellé,  
          prixUnitaire, noCommande  
FROM    Produit, LigneCommande  
WHERE   quantité > 10  
AND     prixUnitaire >100  
AND     Produit.noProduit = LigneCommande.noProduit
```



Arbre algébrique canonique

Utilisation d'alias

Utilisation d'**alias** pour alléger l'écriture d'une requête utilisant plusieurs tables

ex. Liste des commandes avec le nom et le numéro du client

```
SELECT    C2.noClient, nom, date, quantité
FROM      Commande C1 , Client C2
WHERE      C1.noClient = C2.noClient
```

- *Commande* alias C1
- *Client* alias C2

Jointures explicites

- Jointure sur égalité d'attribut(s) de même nom
SELECT liste-projection
FROM Table1 **JOIN** Table2 **USING** (attr,attr...)
 [**JOIN** Relation3 **USING** (attr, attr...)...]
[**WHERE** condition]
- Jointure sur condition (égalité d'attributs de noms différents)
SELECT liste-projection
FROM Table1 **JOIN** Table2 **ON** (condition1)
 [**JOIN** relation3 **ON** (condition2) ...]
[**WHERE** condition]
- Jointure externe (gauche ou droite)
SELECT liste-projection
FROM Table1 [**LEFT|RIGHT**] **JOIN** Table2
 {**ON** (condition) | **USING** (attr, attr...))}
[**WHERE** condition]

Exemples de Jointures explicites

- **SELECT** *
FROM Commande **JOIN** Client **USING** (noClient)
- **SELECT** *
FROM Film **JOIN** Programmation **USING** (titre)
JOIN Salle **USING** (nom_cinema, noSalle)
JOIN Cinema **USING** (nom_cinema)
WHERE realisateur like 'Barn%'
- **SELECT** p1.nom, p1.prenom, p2.nom as "nom du père", p2.prenom
FROM Personne p1 **JOIN** Personne p2 **ON** (p1.id_pere = p2.id)
WHERE p1.statut = 'Etudiant'

Opérations ensemblistes : UNION, INTERSECT, EXCEPT

- Trouver les noms et prénoms des employés qui sont aussi des passagers

Employé

noEmployé	nomEmp	prénomEmp
10	Henry	John
15	Conrad	James
35	Jenqua	Jessica
46	Leconte	Jean

Passager

noPassager	nomPass	prénomPass
4	Harry	Peter
78	Conrad	James
9	Land	Robert
466	Leconte	Jean

```
(SELECT nomEmp AS nom, prénomEmp AS prénom
FROM Employé)
INTERSECT
(SELECT nomPass AS nom, prénomPass AS prénom
FROM Passager)
```

nom	prénom
Conrad	James
Leconte	Jean

Fonctions d'agrégation

Une fonction d'agrégation opère sur les valeurs d'un attribut d'une relation et produit une valeur résultat unique
(extension de l'algèbre relationnelle)

```
SELECT fctAgrégation  
FROM relation(s) [WHERE condition]
```

fctAgrégation opère sur les lignes de la relation résultat (de la commande) où :

- ✓ **COUNT (*)** : retourne le nombre de tuples de la relation résultat
- ✓ **COUNT** ([distinct] A) : nombre de valeurs non NULL (distinctes) de la colonne A
- ✓ **MAX** (A) : plus grande valeur de la colonne N
- ✓ **MIN** (N) : plus petite valeur de la colonne N
- ✓ **SUM** ([distinct] N) : somme des valeurs (distinctes) de la colonne N
(ignore les valeurs NULL)
- ✓ **AVG** ([distinct] N) : moyenne des valeurs (distinctes) de la colonne N
(ignore les valeurs NULL)

Où **N** est un attribut numérique et **A** un attribut quelconque

Fonctions d'agrégation

Nombre total d'articles et prix unitaire moyen

```
SELECT COUNT(*) AS nbArticles,  
       AVG (prixUnitaire) AS prixMoyen  
FROM   Article
```

nbArticles	prixMoyen
15	9.50

Nombre de prixUnitaires non null

```
SELECT COUNT(prixUnitaire) AS nbPrixNonNull  
FROM   Article
```

nbPrixNonNull
15

Nombre de prixUnitaires non null différents

```
SELECT COUNT(distinct prixUnitaire) AS nbPrix  
FROM   Article
```

nbPrix
8

Fonctions d'agrégation : Contraintes d'utilisation

- Une fonction d'agrégation doit être utilisée dans une clause SELECT sans résultats individuels

```
SELECT  noProduit, max(prixUnitaire)
FROM    Produit
```

} **Faux !!**

Requête **invalid**e puisque plusieurs noProduit et un seul maximum.

- Une fonction d'agrégation peut être utilisée dans une sous-requête
⇒ sélection de résultats individuels dans la requête englobante

```
SELECT  noProduit, libellé
FROM    Produit
WHERE   prixUnitaire =
        (SELECT  max(prixUnitaire)
         FROM    Produit)
```

Grouperement de relations (GROUP BY)

- Par défaut, 1 relation forme 1 groupe
- Il est possible de partitionner une relation en groupes selon les valeurs de une ou plusieurs colonnes (attributs) : GROUP BY

ex. Nombre de produits commandés par client

```
SELECT    noClient, COUNT(*) AS totalProduits  
FROM      Commande  
GROUP BY noClient
```

- 1) Les commandes sont groupées par numéro de client
- 2) pour chaque groupe, afficher le numéro du client concerné par le groupe et le nombre de commandes.

N.B. : chaque expression du SELECT doit avoir une valeur **unique** par **groupe**.

Grouper les relations (GROUP BY)

ex. Nombre de produits commandés par client

```
SELECT  noClient, COUNT(*) AS totalProduits  
FROM    Commande  
GROUP BY noClient
```

noProduit	dateCommande	noClient
4	05-JAN-03	10
5	05-JAN-03	10
20	14-MAY-03	12
28	15-AUG-03	12
68	15-AUG-03	12
59	20-SEP-03	15

noClient	totalProduits
10	2
12	3
15	1

Grouperement de relations (GROUP BY)

ex. Quantité totale de produits commandés par client en dehors du produit F565

```
SELECT    noClient, SUM(quantité)
FROM      Commande
WHERE      noProduit <> 'F565'
GROUP BY  noClient
```

- 1) Les tuples de Commande ne vérifiant pas la condition sont exclus
- 2) Les commandes restantes sont groupées par numéro de client
- 3) pour chaque groupe, afficher le numéro du client concerné par le groupe et la somme des quantités.

Une clause **HAVING** permet de restreindre les groupes

Groupement de relations (GROUP BY)

ex. Quantité moyenne commandée par produit pour les produits ayant fait l'objet de plus de 3 commandes. Ignorer les commandes concernant le client C47.

```
SELECT      noProduit, AVG(quantité)
FROM        Commande
WHERE        noClient != 'C47'
GROUP BY    noProduit
HAVING      COUNT(*) > 3
```

- 1) Les tuples de Commande ne vérifiant pas la condition WHERE sont exclus
- 2) Les commandes restantes sont groupées par numéro de produit
- 3) pour chaque groupe, compter le nombre d'éléments et éliminer les groupes à moins de 3 éléments.
- 4) pour les groupes restants, afficher le numéro de produit et la quantité moyenne.

N.B. : La clause HAVING ne s'utilise qu'avec un GROUP BY.

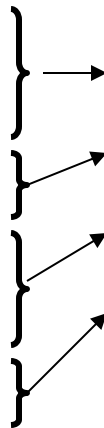
Grouper les relations (GROUP BY)

ex. Nombre de produits commandés par client et par date

```
SELECT    noClient, dateCommmande,      COUNT(noProduit) AS nbProduits
FROM      Commande
GROUP BY  noClient, dateCommmande
```

Il est possible de partitionner sur plusieurs colonnes (attributs)

noProduit	dateCommande	noClient
4	05-JAN-03	10
5	05-JAN-03	10
20	14-MAY-03	12
28	15-AUG-03	12
68	15-AUG-03	12
59	20-SEP-03	15



noClient	dateCommande	nbProduits
10	05-JAN-03	2
12	14-MAY-03	1
12	15-AUG-03	2
15	20-SEP-03	1

Ordonner les résultats d'une requête (ORDER BY)

- Possibilité de trier les résultats d'une requête par rapport à une ou plusieurs de ses colonnes

```
SELECT colonne(s)
FROM relation(s) [WHERE condition]
ORDER BY colonne [ASC|DESC], [,colonne ASC|DESC]..]
```

Où

ASC : ordre ascendant (par défaut)

DESC : ordre descendant

ex. liste des commandes par ordre croissant du numéro de client et par ordre chronologique inverse de la date

```
SELECT      *
FROM        Commande
ORDER BY    noClient, dateCommande DESC
```

Requêtes imbriquées : opérateur IN / NOT IN (test d'appartenance à un ensemble)

- Le résultat d'une requête peut être utilisé dans une condition de la clause WHERE d'une commande SELECT (sous-requête /requête imbriquée)

```
SELECT liste-colonnes-ou-expressions
FROM   liste-relations
WHERE
    expression1 [NOT] IN (SELECT expression2
                        FROM ... [WHERE ...])
```

- Attention : **expression1** et **expression2** doivent avoir le même type
- **IN** retourne **NULL** si **expression1** est **NULL**
- **NOT IN** retourne **NULL** si le résultat de la sous-requête contient une valeur **NULL**

Requêtes imbriquées : opérateur IN / NOT IN (test d'appartenance à un ensemble)

Nom des clients ayant passé commande le 24/10/2000

```
SELECT  nom
FROM    Client
WHERE    noClient IN (SELECT  noClient
                        FROM      Commande
                        WHERE      dateCommande='24-OCT-00')
```

Requêtes imbriquées : opérateur EXISTS / NOT EXISTS (test d'ensemble vide)

- Le résultat d'une requête peut être utilisé dans une condition de la clause WHERE d'une commande SELECT (sous-requête /requête imbriquée)

SELECT colonne(s)

FROM relation(s)

WHERE

 { **EXISTS** | **NOT EXISTS** } (sous-requête)

Si le résultat de la sous-requête est non vide alors **EXISTS** retourne **TRUE**
sinon retourne **FALSE**

Requêtes imbriquées : opérateur EXISTS / NOT EXISTS (test d'ensemble vide)

Clients ayant passé au moins une commande

```
SELECT  *
FROM    Client C1
WHERE   EXISTS ( SELECT  *
                  FROM    Commande C2
                  WHERE    C1.noClient=C2.noClient)
```

Clients n'ayant passé aucune commande

```
SELECT  *
FROM    Client C1
WHERE   NOT EXISTS ( SELECT  *
                     FROM    Commande C2
                     WHERE    C1.noClient=C2.noClient)
```


Nom d'une colonne dans la relation résultat d'une commande SELECT

- Par défaut, nom de l'attribut ou de l'expression dont la colonne est issue

```
SELECT      *      FROM      Produit
```

noProduit	libellé	prixUnitaire

```
SELECT AVG(prixUnitaire) FROM Produit
```

- Renommage possible

```
SELECT noProduit AS NumeroProduit
FROM      Produit
```

AVG(prixUnitaire)

```
SELECT noProduit AS "Numero Produit"
FROM      Produit
```

NumeroProduit

Numero Produit

Langage SQL

- Introduction au langage SQL
- Interrogation de données
- **Mise à jour de données**
- Définition de données
- Notion de vues
- Notion de transaction
- Notion de privilèges



Mise à jour des données - Ajout de Tuples (INSERT)

```
INSERT INTO nom-relation [(attribut1, attribut2...)]  
{VALUES (valeur1[, valeur2, ...] )} | {commande-SELECT}
```

Ajout d'un produit

```
INSERT INTO Produit VALUES (430, 'lecteur DVD', 9.99)
```

Ajout du résultat d'un SELECT

```
INSERT INTO Commande (noClient, noProduit)  
  SELECT noClient, noProduit FROM Produit, Client
```

- Les attributs non mentionnés sont positionnés à NULL (si pas de valeur par défaut)

Mise à jour des données - Modification de Tuples (UPDATE) (1/2)

```
UPDATE nom_relation  
SET attribut1 = {expression1 | NULL | clause-SELECT1}  
    [, attribut2 = {expression2 | NULL | clause-SELECT2}    ...]  
[WHERE condition ]
```

Positionner à 'Durand' le nom du client n° 3 :

```
UPDATE Client SET nom = 'Durand' WHERE noClient=3
```

Augmenter de 5% le prix des produits dont le libellé est dans une liste :

```
UPDATE Produit  
SET prixUnitaire = prixUnitaire*1.05  
WHERE libellé IN ('CD-ROM', 'DVD', 'ZIP')
```

Mise à jour des données - Modification de Tuples (UPDATE) (2/2)

Augmenter de 10% les prix des produits fournis par le fournisseur 'FFF' :

```
UPDATE Produit p SET    prixUnitaire = prixUnitaire*1.1
WHERE   p.noFournisseur IN
          (SELECT      f.noFournisseur
           FROM         Fournisseur f
           WHERE       f.raisonSociale = 'FFF')
```

Positionner le libellé du produit n° 99 à 'produitTest' et son prix au prix moyen :

```
UPDATE   Produit
SET      libellé = 'produitTest',
          prixUnitaire = (SELECT    AVG(prixUnitaire) FROM Produit)
WHERE    noProduit = 99
```

Mise à jour des données – Suppression de Tuples (DELETE)

DELETE [**FROM**] relation [**WHERE** condition]

Supprimer les clients de Metz :

```
DELETE Client WHERE ville = 'Metz'
```

Supprimer tous les tuples de la table Client :

```
DELETE Client
```

- ✓ suppression de **tous** les tuples de la table Client
- ✓ le **schéma** de la table Client existe toujours (dans le dictionnaire)

Langage SQL

- Introduction au langage SQL
- Interrogation de données
- Mise à jour de données
- **Définition de données**
- Notion de vues
- Notion de transaction
- Notion de privilèges



Définition de données (schémas)

1. Création de schéma de relation (**CREATE TABLE**)
2. Création de schéma + instanciation (**CREATE TABLE ... AS...**)
3. Modification de schéma de relation (**ALTER TABLE**)
4. Suppression de schéma de relation (**DROP TABLE**)
5. Index pour l'accélération des accès (**CREATE/DROP Index**)

Syntaxe générale du CREATE TABLE (1/2)

```
CREATE TABLE nomTable  
    (définitionAttribut  
    [,définitionAttribut]...  
    [,définitionContrainte]...)) ;
```

Syntaxe de définitionAttribut :

```
nomAttribut    typeDeDonnées  
    [DEFAULT valeur] [NULL|NOT NULL]  
    [UNIQUE|PRIMARY KEY]  
    [REFERENCES nomTableBis (nomAttributBis) ]  
    [[CONSTRAINT nomContrainte] CHECK (condition)]
```

Syntaxe générale du CREATE TABLE (2/2)

Syntaxe de définitionContrainte :

```
[CONSTRAINT nomContrainte]
{PRIMARY KEY (listeAttributs)} |
{UNIQUE (listeAttributs)} |
{FOREIGN KEY (listeAttributs) REFERENCES
    nomTableBis[(listeAttributs)]
    [ON DELETE {NO ACTION} | CASCADE | {SET NULL} |
    {SET DEFAULT}]
    [ON UPDATE {NO ACTION} | CASCADE | {SET NULL} |
    {SET DEFAULT}]
} |
{CHECK (condition)}
```

Syntaxe compacte du CREATE TABLE

```
CREATE TABLE nomTable (  
  
    {nomAttribut  typeDeDonnées [DEFAULT valeur] [NULL|NOT NULL]  
  
        [UNIQUE|PRIMARY KEY] [REFERENCES nomTableBis(nomAttributBis)] [CHECK (condition)]}*  
  
    [, PRIMARY KEY (listeAttributs)]  
  
    [, UNIQUE (listeAttributs)]*  
  
    [, FOREIGN KEY (listeAttributs) REFERENCES      nomTableBis[(listeAttributs)]  
        [ON DELETE {NO ACTION | CASCADE|SET NULL | SET DEFAULT]  
        [ON UPDATE [NO ACTION|CASCADE|SET NULL| SET DEFAULT] ]*  
  
    [, CHECK (condition)]* )
```

Type de Données SQL

- Les principaux types de données de SQL 92 sont :

SMALLINT, **INTEGER**, **INT**

DECIMAL, **NUMERIC**, **FLOAT**

REAL, **DOUBLE PRECISION**

CHARACTER, **CHAR**

NATIONAL CHARACTER, **NATIONAL CHAR**, **NCHAR**

CHARACTER VARYING, **CHAR VARYING**, **VARCHAR**

NATIONAL CHARACTER VARYING, **NATIONAL CHAR VARYING**, **NCHAR VARYING**

BIT, **BIT VARYING**

DATE, **TIME**, **INTERVAL**

TIME WITH TIME ZONE, **TIMESTAMP**, **TIMESTAMP WITH TIMEZONE**

- Les SGBD définissent un large type de données, il faut se reporter à leur documentation

Contraintes d'intégrité (CI)

- Plusieurs types de contraintes statiques déclarées avec **CREATE TABLE**
 - contraintes sur le domaine d'un attribut
 - contraintes de clé primaire
 - contraintes d'intégrité référentielle
- D'autres contraintes peuvent être programmées et/ou porter sur des changements d'états de la BD, sur plusieurs tables...
 - **CREATE TRIGGER** (non traité dans ce cours)

CI sur le domaine d'un attribut (1/4)

- Type de données (**NUMBER**, **CHAR**, ...)
- Contrainte **NOT NULL**
 - L'utilisateur doit fournir une valeur définie à l'attribut (si pas de **DEFAULT**)

```
CREATE TABLE Client
  (noClient      INTEGER      NOT NULL,
   nom           VARCHAR(50) NOT NULL,
   ddn          VARCHAR(15) NULL,
   téléphone    VARCHAR(15) )
```

- Par défaut : **NULL**
 - Le SGBD insère la valeur **NULL** si absence de valeur et pas de **DEFAULT**

CI sur le domaine d'un attribut (2/4)

- Contrainte **CHECK** sur un attribut

Le numéro de client est positif et inférieur à 1000

```
CREATE TABLE Client
  (noClient      INTEGER      NOT NULL
    CHECK (noClient>0 AND noClient<1000) ,
  nom           VARCHAR(50) NOT NULL,
  ddn          VARCHAR(15) NULL )
```

```
CREATE TABLE Client
  (noClient INTEGER      NOT NULL,
  nom      VARCHAR(50) NOT NULL,
  ddn      VARCHAR(15) NULL,
  CHECK (noClient>0 AND noClient<1000) )
```

CI sur le domaine d'un attribut (3/4)

- Contrainte **CHECK** sur plusieurs attributs du même tuple

Les produits dont le numéro est supérieur à 100 ont un prix supérieur à 15 €.

```
CREATE TABLE Produit  
  (noProduit      INTEGER      NOT NULL,  
   libellé        VARCHAR(50),  
   prixUnitaire   NUMBER(10,2) NOT NULL,  
   CHECK (noProduit<=100 OR prixUnitaire>15) )
```


CI sur le domaine d'un attribut (4/4)

- Valeur d'un attribut par défaut (**DEFAULT**)
- Le numéro de téléphone est 'confidentiel' par défaut

```
CREATE TABLE employé  
  (numEmp      INTEGER,  
   numTel      VARCHAR(15) NOT NULL DEFAULT 'confidentiel' ... )
```

Contrainte de clé primaire

- Deux tuples ne peuvent pas avoir la même valeur de la clé
- Le(s) attribut(s) clé ne peuvent pas être NULL

La clé primaire de la table Client est noClient (clé atomique)

```
CREATE TABLE Client
  (noClient INTEGER PRIMARY KEY,
   nom VARCHAR(50) NOT NULL,
   ddn DATE NULL );
```

```
CREATE TABLE Client
  (noClient INTEGER ,
   nom VARCHAR(50) NOT NULL,
   ddn DATE NULL,
   PRIMARY KEY (noClient))
```

Contrainte de clé primaire (clé composée)

La clé primaire de la table Commande est constituée des 3 attributs noClient , noProduit et dateCde.

```
CREATE TABLE Commande
(noClient      INTEGER,
 noProduit     INTEGER,
 dateCommande  DATE,
 quantité      INTEGER,
 PRIMARY KEY
      (noClient,noProduit,dateCommande)
)
```

Lorsque la clé est composée de plusieurs attributs, définir la contrainte **PRIMARY KEY** au niveau de la table

Contrainte d'unicité (UNIQUE)

- Une seule clé primaire par table mais d'autres attributs peuvent avoir des valeurs uniques pour chaque tuple.

```
CREATE TABLE Citoyen
(numSécu      INTEGER PRIMARY KEY ,
 nom          VARCHAR(50) ,
 prénom      VARCHAR(50) ,
 ddn          DATE NULL,          --date de naissance
 noPassport   INTEGER NULL UNIQUE )
```

Attribut auto-incrémentés – Notion de séquence (1/2)

- Les champs *incrémentables automatiquement* (***auto increment***) n'existent pas dans tous les SGBD. Pour simuler ce comportement, il est possible d'utiliser la notion de séquence.

```
CREATE SEQUENCE ma_sequence  
START WITH 1  
MAXVALUE 9999  
MINVALUE 1;
```

Attribut auto-incrémentés - Notion de séquence (2/2)

- `ma_sequence.nextval` retourne la valeur suivante de la séquence `ma_sequence`
- Exemple d'utilisation : insérer une ligne dans la table `ma_table`, avec la valeur suivante de `ma_sequence` comme valeur de l'attribut `colonne`

```
INSERT INTO ma_table (colonne, ...)
VALUES (ma_sequence.nextval, ...);
```

On peut noter que la séquence n'est pas liée à un champ ou à une table et qu'il est possible de l'utiliser pour plusieurs attributs/tables

Contrainte d'intégrité référentielle (FOREIGN KEY / REFERENCES)

noClient dans Commande fait référence à la clé primaire dans Client.

```
CREATE TABLE Commande
(noCommande INTEGER PRIMARY KEY,
noClient    INTEGER,
noProduit   INTEGER,
dateCommande DATE,
quantité    INTEGER,
FOREIGN KEY (noClient) REFERENCES Client(noClient),
FOREIGN KEY (noProduit) REFERENCES Produit(noProduit) )
```

- Les tables *Client* et *Produit* doivent avoir été créées
- On ne peut ajouter des commandes que si le client et le produit existent déjà
- **N.B. : La cible d'une référence doit être PRIMARY KEY ou UNIQUE**

CI référentielle : conduite à tenir en cas de mise à jour (DELETE)

- Tentative de suppression de la clé primaire

```
CREATE TABLE Commande  
(noCommande INTEGER PRIMARY KEY,  
  noClient INTEGER, ...  
  FOREIGN KEY (noClient) REFERENCES Client(noClient))
```

- Que deviennent les commandes du client numéro 45 ?

```
DELETE FROM Client WHERE noClient=45
```

- quatre options pour la conduite à tenir :
 - **NO ACTION** - **SET NULL**
 - **CASCADE** - **SET DEFAULT**

CI référentielle : conduite à tenir en cas de suppression de la clé primaire

- **NO ACTION**

s'il existe des commandes du client 45, la suppression est refusée (violation contrainte)

- **CASCADE**

s'il existe des commandes du client 45, supprimer ces commandes puis supprimer le client.

- **SET NULL**

s'il existe des commandes du client 45, y positionner noClient à NULL puis supprimer le client.

- **SET DEFAULT**

s'il existe des commandes du client 45, y positionner noClient à la valeur par défaut (lorsqu'elle existe) puis supprimer le client.

CI référentielle : conduite à tenir en cas de mise à jour

```
CREATE TABLE Commande  
(noCommande      INTEGER PRIMARY KEY,  
noClient         INTEGER,    ...  
FOREIGN KEY (noClient) REFERENCES Client(noClient)  
    ON DELETE CASCADE  
    ON UPDATE CASCADE )
```

CI référentielle : conduite à tenir en cas de mise à jour

```
[CONSTRAINT nomContrainte]
```

```
FOREIGN KEY listeAttributs REFERENCES  
    nomTableBis(listeAttributs)
```

```
[ON DELETE {NO ACTION|CASCADE|SET NULL| SET DEFAULT}]
```

```
[ON UPDATE {NO ACTION|CASCADE|SET NULL| SET DEFAULT}]
```

Création de schéma + instanciation (1/2)

- **CREATE TABLE** : ne permet **que** la définition d'un schéma de relation
- L'instanciation de la relation se fait par une suite d'insertions de tuples (commande **INSERT**)
- Il est possible de créer et d'instancier une table à partir d'une requête :

```
CREATE TABLE ... AS SELECT ...
```

Création de schéma + instanciation (2/2)

a- créer un schéma de relation

b- remplir la relation par évaluation de la requête

```
CREATE TABLE nomTable[ (nomAtt1, nomAtt2 ...) ] AS SELECT ...
```

```
CREATE TABLE Client
(noClient INTEGER NOT NULL,
 nom VARCHAR(50) NOT NULL,
 CP NUMBER(5) CHECK CP>=1000 AND CP<=99999) ;
INSERT INTO Client VALUES (1, 'A', 54000) ;
INSERT INTO Client VALUES (2, 'B', 75800) ;
...
CREATE TABLE Client54 AS
(SELECT      noClient, nom
 FROM        Client
 WHERE        CP BETWEEN 54000 AND 54999) ;
```

Modification de schéma de relation (1/3)

- Une fois un schéma de table créé et des données entrées, on peut :
 - ajouter un attribut (nom, type, défaut, NOT NULL uniquement)
 - modifier ou supprimer le type ou la valeur par défaut d'un attribut
 - supprimer un attribut ou ajouter une contrainte
 - supprimer une contrainte nommée ou de clé primaire ou d'unicité

```
ALTER TABLE nomTable  
  ADD (attribut type [DEFAULT valeur] [contrainte]) |  
  MODIFY (attribut [type] [DEFAULT valeur] [contrainte]) |  
  DROP COLUMN attribut |  
  ADD [CONSTRAINT nom] contrainte |  
  DROP {PRIMARY KEY} | UNIQUE (attributs)} | {CONSTRAINT nom}
```

- On peut renommer une table

```
RENAME ancienNomDeTable TO nouveauNomDeTable
```

Modification de schéma de relation (2/3)

```
ALTER TABLE CLIENT ADD (TEL_PORTABLE CHAR(10))
```

```
ALTER TABLE CLIENT MODIFY (ADR_CLIENT CHAR(70))
```

```
ALTER TABLE PRODUIT ADD CONSTRAINT PRIX_POSITIF  
  check (PRIXUNITAIRE >= 0)
```

```
ALTER TABLE CLIENT DROP COLUMN TEL_PORTABLE
```

```
ALTER TABLE PRODUIT DROP CONSTRAINT PRIX_POSITIF
```

```
RENAME CLIENT TO ACHETEUR
```

Modification de schéma de relation (3/3)

- La commande **ALTER TABLE** permet de **désactiver** une contrainte nommée

```
ALTER TABLE nom_table DISABLE CONSTRAINT nom_contrainte;
```

- La commande **ALTER TABLE** permet **d'activer** une contrainte nommée

```
ALTER TABLE nom_table ENABLE CONSTRAINT nom_contrainte;
```

|

Suppression d'un schéma de relation (DROP TABLE)

DROP TABLE nom-relation [**CASCADE CONSTRAINTS**]

- Suppression du **schéma** de la relation
- Suppression des **tuples** de la relation
- Suppression des **index**, désactivation des **vues** liées

Si la clé primaire de la relation à supprimer est référencée dans d'autres tables, l'option **CASCADE CONSTRAINTS** permet de supprimer ces CI dans ces tables.

Index

- Structure permettant d'accélérer les accès aux données d'une table

- **Création d'index**

```
CREATE [UNIQUE] INDEX nom_index  
ON nom_table (attribut [ASC|DESC], ...)
```

UNIQUE : pas de double sur les clés de l'index (ni pour les valeurs de l'attribut)

ASC | **DESC** : ordre croissant/décroissant des clés dans l'index.

```
CREATE INDEX idx_prod_lib ON Produit (libellé)
```

- **Suppression d'index**

```
DROP INDEX nom_index
```

N.B. : un index est automatiquement créé pour la clé primaire

Langage SQL

- Introduction au langage SQL
- Interrogation de données
- Mise à jour de données
- Définition de données
- **Notion de vues**
- Notion de transaction
- Notion de privilèges



Les Vues (1/3)

Une **vue** est une **relation virtuelle** :

- ses tuples ne sont pas stockés
- la requête de définition est stockée
- ses tuples sont générés à chaque appel de la vue

```
CREATE [OR REPLACE] VIEW nom-vue[ (attributs) ]  
    AS  commande-SELECT
```

Définir, comme une vue, la liste des produits (nom et prix) **chers**, c-à-d dont le prix dépasse 500€

```
CREATE OR REPLACE VIEW produits-chers (nomProduit,prix) AS  
    (SELECT      libellé, prixUnitaire  
    FROM        Produit  
    WHERE       prixUnitaire > 500)
```

Les Vues (2/3)

- Une fois créée, une vue est utilisable comme une table quelconque.

Liste des produits chers dont le libellé comporte 'de luxe'

```
SELECT      *  
FROM        ProduitsChers  
WHERE       nomProduit LIKE '%de luxe%'
```

- Suppression d'une vue

```
DROP VIEW nom-vue
```

Les Vues (3/3)

Intérêt des vues

- Masquage des opérations de jointure
- Sauvegarde (indirecte) de requêtes complexes
- Support de l'indépendance logique
 - si les tables sont modifiées, les vues doivent être réécrites mais les requêtes utilisant les vues ne subissent pas de changement
- Support de la confidentialité en combinaison avec des privilèges d'accès adéquats
 - Masquer les lignes ou colonnes sensibles pour les utilisateurs non autorisés

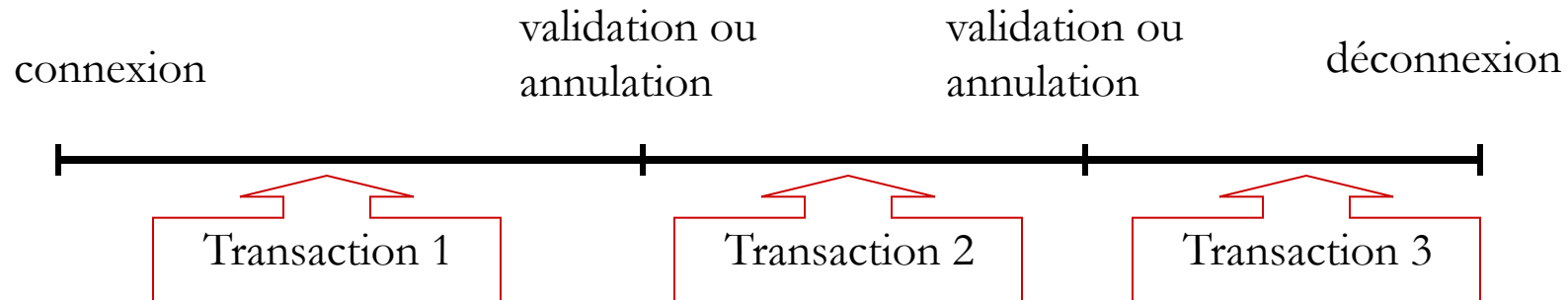
Langage SQL

- Introduction au langage SQL
- Interrogation de données
- Mise à jour de données
- Définition de données
- Notion de vues
- **Notion de transaction**
- Notion de privilèges



Notion de transaction (1/2)

- Transaction = succession d'opérations de mises à jour (*insert*, *delete*, *update*) d'une BD.
- Début d'une transaction : début de la session de travail ou fin de la transaction précédente.



Notion de transaction (2/2)

- Validation et fin d'une transaction : les mises à jour deviennent permanentes et visibles des autres utilisateurs

COMMIT [TRANSACTION]

- Annulation et fin d'une transaction : les mises à jour sont annulées

ROLLBACK [TRANSACTION]

- A la déconnexion : validation automatique de la transaction en cours
- Les commandes du LDD (**CREATE TABLE, CREATE VIEW...**) sont validées automatiquement (commandes auto-commit)

Langage SQL

- Introduction au langage SQL
- Interrogation de données
- Mise à jour de données
- Définition de données
- Notion de vues
- Notion de transaction
- **Notion de privilèges**



Notion de privilèges (1/2)

- Privilège : droit d'accès à un objet (table, vue...)
- Privilèges possibles sur les objets
 - **SELECT** : lecture
 - **INSERT** : ajout de tuples
 - **UPDATE** : modification de tuples
 - **DELETE** : suppression de tuples
 - **INDEX** : construction
 - **ALL** : tous les privilèges

Notion de privilèges (2/2)

- Transmission de privilèges

```
GRANT privilège ON {table|vue} TO {utilisateur|PUBLIC}  
[WITH GRANT OPTION]
```

Donner le droit de lecture sur la table Commande à tout utilisateur

```
GRANT SELECT ON Commande TO PUBLIC
```

- Suppression de privilèges

```
REVOKE privilège ON {table|vue} FROM {utilisateur|PUBLIC}
```

Retirer le droit de lecture sur Commande à public

```
REVOKE SELECT ON Commande FROM PUBLIC
```

Conclusion

- SQL :
 - Langage standard
 - Très expressif
- Requêtes exprimées indépendamment du SGBD / de l'implémentation
 - Optimisation des requêtes par le SGBD
- De nombreuses extensions du langage :
 - Relationnel objet
 - Spatial
 - Multimédia
 - Séries temporelles
 - Etc.



Coming next...

- Practice by yourself
- Introduction to Web Programming
- Implementation in PPII project