

Avant-propos

Chapitre 1
Présentation de Linux

- 1. Bienvenue dans le monde Unix 31
 - 1.1 Un nouveau monde 31
 - 1.2 Histoire des ordinateurs 32
 - 1.2.1 Complexité des ordinateurs 32
 - 1.2.2 L'intelligence 32
 - 1.3 Le système d'exploitation 33
 - 1.4 Le système Unix, une brève histoire 36
 - 1.4.1 De MULTICS à UNIX 36
 - 1.4.2 Le langage C 39
 - 1.4.3 Les licences et l'avènement de BSD et System V 39
 - 1.4.4 La guerre des Unix 41
 - 1.4.5 La standardisation 41
 - 1.4.6 Unix est un standard 42
 - 1.4.7 Unix sur les ordinateurs personnels 43
- 2. Le logiciel libre 44
 - 2.1 Les origines du logiciel libre 44
 - 2.2 Le projet GNU et la FSF 45
 - 2.3 L'open source 47
 - 2.4 GNU/Linux 48
 - 2.4.1 Linus Torvalds 48
 - 2.4.2 L'accident 49
 - 2.4.3 La première version officielle 49
 - 2.4.4 Le succès communautaire 49
 - 2.4.5 Les années 1994-1997 50
 - 2.4.6 À partir de 1998 : l'explosion 50
 - 2.4.7 Aujourd'hui et demain 51
- 3. Quel matériel pour Linux ? 52
 - 3.1 L'architecture 52
 - 3.2 Un point sur les SSD 56
 - 3.3 Compatibilité du matériel 57

4.	Choisir une distribution	60
4.1	Debian	60
4.2	Ubuntu	61
4.3	Red Hat, Fedora et CentOS	62
4.4	openSUSE	64
4.5	Les autres	65
4.6	Les LiveCD ou LiveUSB	66
5.	Obtenir de l'aide	67
5.1	L'aide propre aux commandes	67
5.2	L'aide interne au shell	68
5.3	Le manuel en ligne de commande	68
5.3.1	Accès	68
5.3.2	Structure d'une page	69
5.3.3	Navigation	70
5.3.4	Les sections	70
5.3.5	Rechercher par correspondance	71
5.4	Les pages info	72
5.5	Rechercher de l'aide sur Internet	72

Chapitre 2

Installation de Linux et des logiciels

1.	Installer une Ubuntu	75
1.1	Support d'installation	75
1.2	Boot sur le support	76
1.3	Choix des langues et pays	78
1.4	Configuration des interfaces réseau	79
1.5	Miroir d'installation	80
1.6	Partitionnement des disques	81
1.7	Utilisateur et hôte	83
1.8	Configuration SSH	84
1.9	Installation	84
1.10	Fin d'installation et redémarrage	86
2.	Installation de CentOS	86
2.1	Support d'installation	86
2.2	Boot sur le support	87

- 2.3 Langue d'installation 89
- 2.4 Résumé de l'installation 90
- 2.5 Clavier 90
- 2.6 Destination de l'installation 91
- 2.7 Configuration du réseau 95
- 2.8 Horloge 96
- 2.9 Source d'installation 97
- 2.10 Sélection de logiciels 98
- 2.11 Utilisateurs 99
- 2.12 Fin de l'installation 100
- 3. Red Hat Package Manager 101
 - 3.1 Notion de package 101
 - 3.2 Le gestionnaire RPM 102
 - 3.3 Installation, mise à jour et suppression 103
 - 3.4 Cas du noyau 104
 - 3.5 Requêtes RPM 104
 - 3.6 Vérification des packages 106
 - 3.7 Les dépendances 107
 - 3.8 Extraction du contenu 107
 - 3.9 Mises à jour automatisées 108
- 4. YUM 108
 - 4.1 Configuration des dépôts 108
 - 4.2 Utilisation des dépôts 110
 - 4.2.1 Rafraîchir le cache 110
 - 4.2.2 Lister les packages 110
 - 4.2.3 Installer des packages 112
 - 4.2.4 Mises à jour 112
 - 4.2.5 Rechercher un package 113
 - 4.2.6 Supprimer un package 113
 - 4.2.7 Télécharger un package 113
 - 4.3 La commande dnf 114
- 5. Debian Package 114
 - 5.1 dpkg : le gestionnaire de paquets Debian 114
 - 5.2 Installation, mise à jour et suppression 115

5.3	Requêtes dpkg	117
5.3.1	Lister les paquets	117
5.3.2	Trouver un paquet contenant un fichier	118
5.3.3	Lister le contenu d'un paquet	118
5.4	Convertir des packages	119
5.5	Reconfigurer un package	120
6.	Gestionnaire APT	121
6.1	Principe	121
6.2	Les dépôts	121
6.2.1	Configuration	121
6.2.2	Mise à jour de la base	123
6.3	Mise à jour de la distribution	124
6.4	Rechercher et installer un package individuel	125
6.5	Client graphique	126
7.	Gestionnaire aptitude	127
7.1	apt ou aptitude ?	127
7.2	Installation	127
7.3	Utilisation	128
8.	Zypper	129
8.1	Gestion des dépôts	129
8.2	Gérer les packages	131
9.	Snappy	133
9.1	Images logicielles	133
9.2	Utiliser Snap	134
10.	Installer depuis les sources	136
10.1	Obtenir les sources	136
10.2	Prérequis et dépendances	136
10.3	Exemple d'installation	137
10.4	Désinstallation	141
10.5	Les bases du Makefile	141
10.5.1	Bases	141
10.5.2	Makefile intermédiaire	143
10.5.3	Un peu plus complexe	144

11. Gérer les bibliothèques partagées	146
11.1 Principe	146
11.2 Lieu de stockage	147
11.3 Quelles bibliothèques liées ?	148
11.4 Configurer le cache de l'éditeur de liens	149

Chapitre 3

Le shell et les commandes GNU

1. Le shell bash	151
1.1 Rôle	151
1.2 Bash : le shell par défaut	152
1.2.1 Un shell puissant et libre	152
1.2.2 L'invite de commandes	153
1.3 Utiliser le shell	154
1.3.1 La saisie	154
1.3.2 Syntaxe générale des commandes	155
1.3.3 Premier exemple concret avec cal	155
1.3.4 Chaîner les commandes	157
1.3.5 Afficher du texte avec echo	157
1.3.6 Commandes internes et externes	158
1.3.7 Quelques raccourcis utiles	159
1.4 Rappel de l'historique	159
2. La gestion des fichiers	160
2.1 Le système de fichiers	160
2.2 Les divers types de fichiers	161
2.2.1 Les fichiers ordinaires ou réguliers	161
2.2.2 Les catalogues	162
2.2.3 Les fichiers spéciaux	162
2.3 Nomenclature des fichiers	163
2.4 Les chemins	164
2.4.1 Structure et nom de chemin	164
2.4.2 Répertoire personnel	164
2.4.3 Chemin relatif	165
2.4.4 Le tilde	166
2.4.5 cd	166

2.5	Les commandes de base	167
2.5.1	Lister les fichiers et les répertoires	167
2.5.2	Gérer les fichiers et les répertoires	169
2.5.3	Wildcards : caractères de substitution	174
2.5.4	Verrouillage de caractères	176
3.	Rechercher des fichiers	176
3.1	Considérations générales	176
3.2	Critères de recherche	177
3.2.1	-name	177
3.2.2	-type	177
3.2.3	-user et -group	178
3.2.4	-size	178
3.2.5	-atime, -mtime et -ctime	179
3.2.6	-perm.	180
3.2.7	-links et -inum	180
3.2.8	-regex et -iregex	181
3.2.9	-depth, -maxdepth, -mindepth	181
3.3	Commandes	182
3.3.1	-ls	182
3.3.2	-exec	182
3.3.3	-ok	183
3.4	Critères AND / OR / NOT	183
3.5	Retrouver des exécutable	184
3.5.1	whereis	184
3.5.2	which	184
3.5.3	locate	185
4.	L'éditeur vi	186
4.1	Présentation	186
4.2	Fonctionnement	186
4.3	Les commandes	187
4.3.1	La saisie	187
4.3.2	Quitter et sauvegarder	188
4.3.3	Déplacement	188
4.3.4	La correction	189
4.3.5	Recherche dans le texte	189
4.3.6	Commandes de remplacement	190
4.3.7	Copier-coller	191

4.3.8	Substitution.....	191
4.3.9	Autres.....	192
5.	Redirections.....	193
5.1	Principe.....	193
5.2	En sortie.....	193
5.3	En entrée.....	194
5.4	Documents en ligne.....	194
5.5	Les canaux standards.....	195
5.6	Ouverture de canaux.....	196
5.7	Filtre : définition.....	196
5.8	Pipelines / tubes.....	197
6.	Les filtres et utilitaires.....	197
6.1	Extraction des noms et chemins.....	197
6.2	Recherche de lignes.....	198
6.2.1	grep.....	198
6.2.2	egrep.....	199
6.2.3	fgrep.....	200
6.2.4	sed.....	200
6.2.5	Expressions régulières.....	201
6.3	Colonnes et champs.....	201
6.3.1	Colonnes.....	201
6.3.2	Champs.....	202
6.4	Décompte de lignes.....	204
6.5	Tri de lignes.....	205
6.6	Suppression des doublons.....	206
6.7	Jointure de deux fichiers.....	207
6.7.1	Sur des champs communs.....	207
6.7.2	Ligne à ligne.....	207
6.8	Découpage d'un fichier en morceaux.....	208
6.8.1	Découper.....	208
6.8.2	Reconstruire.....	209
6.9	Remplacement de caractères.....	209
6.9.1	Liste de caractères.....	209
6.9.2	Tabulations et espaces.....	211
6.10	xargs.....	212

6.11	Visualisation de texte	213
6.11.1	En pleine page	213
6.11.2	Début d'un fichier	214
6.11.3	Fin et attente de fichier	215
6.11.4	Formater une sortie	215
6.12	Duplication du canal de sortie standard.	215
6.13	Comparaison de fichiers	216
6.13.1	diff.	216
6.13.2	cmp.	218
6.14	Délai d'attente	218
6.15	Contrôler le flux.	218
6.16	Les sommes de contrôle.	219
7.	Les processus	220
7.1	Définition et environnement	220
7.2	États d'un processus.	221
7.3	Lancement en tâche de fond	222
7.4	Background, foreground, jobs	223
7.5	Liste des processus	223
7.6	Arrêt d'un processus / signaux	225
7.7	nohup	227
7.8	nice et renice.	227
7.9	time.	228
7.10	exec	228
8.	Plus loin avec le bash	229
8.1	Alias	229
8.2	Groupement de commandes	230
8.3	Liaison et exécution conditionnelle	231
9.	Les variables	232
9.1	Nomenclature.	232
9.2	Déclaration et affectation	232
9.3	Accès et affichage.	232
9.4	Suppression et protection	234
9.5	Export	234
9.6	Accolades	235
9.7	Accolades et remplacement conditionnel	235
9.8	Variables système.	236

9.9	Variables spéciales	237
9.10	Longueur d'une chaîne	237
9.11	Tableaux et champs	238
9.12	Variables typées	238
10.	Configuration de bash	239
10.1	Fichiers de configuration	239
10.1.1	Shell de connexion	240
10.1.2	Shell simple	240
10.1.3	Mode Bourne shell	240
10.1.4	Mode non interactif	240
10.2	Commandes set	241
11.	Programmation shell	241
11.1	Structure et exécution d'un script	241
11.2	Arguments d'un script	243
11.2.1	Paramètres de position	243
11.2.2	Redéfinition des paramètres	244
11.2.3	Réorganisation des paramètres	244
11.2.4	Sortie de script	245
11.3	Environnement du processus	245
11.4	Substitution de commande	246
11.5	Tests de conditions	247
11.5.1	Tests sur une chaîne	247
11.5.2	Tests sur les valeurs numériques	247
11.5.3	Tests sur les fichiers	248
11.5.4	Tests combinés par des critères ET, OU, NON	249
11.5.5	Syntaxe allégée	250
11.6	if ... then ... else	250
11.7	Choix multiples case	251
11.8	Saisie de l'utilisateur	253
11.9	Les boucles	254
11.9.1	Boucle for	254
11.9.2	Boucle while	257
11.9.3	Boucle until	258
11.9.4	true et false	259
11.9.5	break et continue	259
11.9.6	Boucle select	259
11.10	Les fonctions	260

11.11	Calculs et expressions	261
11.11.1	expr	261
11.11.2	Calculs avec bash	263
11.11.3	Calculs de nombres réels	263
11.12	Une variable dans une autre variable	264
11.13	Traitement des signaux	265
11.14	Commande « : »	266
12.	Multiplexeurs de terminal	267
12.1	Présentation	267
12.2	Utilisation	267
12.2.1	Installation et aide	267
12.2.2	Fenêtres	267
12.2.3	Détacher et rattacher	268
12.2.4	Tout fermer	269
12.3	Alternatives	269

Chapitre 4

Les disques et le système de fichiers

1.	Représentation des disques	271
1.1	Nomenclature	271
1.1.1	IDE	271
1.1.2	SCSI, SATA, USB, FIREWIRE, etc.	272
1.2	Cas spéciaux	273
1.2.1	Contrôleurs spécifiques	273
1.2.2	Virtualisation	273
1.2.3	SAN, iSCSI, multipathing	273
2.	Manipulations de bas niveau	274
2.1	Informations	274
2.2	Modification des valeurs	275
3.	Choisir un système de fichiers	277
3.1	Principe	277
3.1.1	Définition	277
3.1.2	Représentation	277
3.1.3	Les métadonnées	278
3.1.4	Les noms des fichiers	278

3.1.5	Le journal	279
3.2	Les systèmes de fichiers sous Linux	279
3.2.1	ext2	279
3.2.2	ext3	280
3.2.3	ext4	280
3.2.4	BTRFS	280
3.2.5	XFS	281
3.2.6	VFAT (FAT32)	282
3.2.7	exFAT	282
3.2.8	FUSE	283
4.	Partitionnement	284
4.1	Découpage logique	284
4.2	Partitionnement MBR	284
4.2.1	MBR et BIOS	284
4.2.2	MBR	285
4.2.3	Les partitions	285
4.2.4	EBR	287
4.2.5	PBR	287
4.2.6	Types de partitions	287
4.3	Partitionnement GPT	288
4.3.1	GPT et UEFI	288
4.3.2	GUID	289
4.3.3	LBA 0	290
4.3.4	LBA 1	290
4.3.5	LBA 2 à 33	291
4.3.6	Types de partitions	291
4.3.7	UEFI Boot manager	292
4.3.8	La partition système EFI	293
4.4	Manipuler les partitions	293
4.4.1	Outils disponibles	293
4.4.2	Manipuler les partitions MBR	294
4.4.3	Manipuler les partitions GPT	299
5.	Manipuler les systèmes de fichiers	300
5.1	Définitions de base	300
5.1.1	Bloc	300
5.1.2	Superbloc	301
5.1.3	Table d'inodes	301

5.1.4	Tables catalogues	303
5.1.5	Hard link	304
5.2	Créer un système de fichiers	305
5.2.1	mkfs, syntaxe générale	305
5.2.2	Un premier exemple en ext2	306
5.2.3	ext2, ext3 et ext4	307
5.2.4	XFS	310
5.2.5	BTRFS	310
5.2.6	VFAT	312
6.	Accéder aux systèmes de fichiers	313
6.1	mount	313
6.1.1	Montage par périphérique	313
6.1.2	Options de montage	316
6.1.3	umount	318
6.1.4	/etc/fstab	319
6.1.5	Cas des CD et images ISO	321
7.	Contrôler le système de fichiers	322
7.1	Statistiques d'occupation	322
7.1.1	Par système de fichiers	322
7.1.2	Par arborescence	323
7.2	Vérifier, régler et réparer	324
7.2.1	fsck	324
7.2.2	badblocks	325
7.2.3	dumpe2fs	325
7.2.4	tune2fs	327
7.2.5	debugfs	329
7.3	XFS	330
7.3.1	xfs_info	330
7.3.2	xfs_growfs	330
7.3.3	xfs_repair	330
7.3.4	xfs_db et xfs_admin	332
7.3.5	xfs_fsr	332

- 8. Le swap. 333
 - 8.1 Pourquoi créer un swap ? 333
 - 8.2 Taille optimale 333
 - 8.3 Créer une partition de swap 334
 - 8.4 Activer et désactiver le swap. 334
 - 8.4.1 Activation dynamique. 334
 - 8.4.2 Dans /etc/fstab 335
 - 8.5 En cas d'urgence : fichier de swap. 335
 - 8.6 État de la mémoire. 336
 - 8.6.1 free 336
 - 8.6.2 Mémoire réservée. 337
 - 8.6.3 meminfo. 338
 - 8.6.4 swap utilisé et mémoire libre 338
- 9. Les quotas disques 339
 - 9.1 Définitions 339
 - 9.2 Mise en place sur ext4 340
 - 9.3 Mise en place sur XFS 342
- 10. Les droits d'accès 343
 - 10.1 Les droits de base 343
 - 10.1.1 Droits et utilisateurs 343
 - 10.1.2 Signification. 344
 - 10.2 Modification des droits 345
 - 10.2.1 Par symboles 345
 - 10.2.2 Par base 8 346
 - 10.3 Masque des droits 347
 - 10.3.1 Restreindre des droits automatiquement 347
 - 10.3.2 Calcul de masque. 348
 - 10.4 Changer de propriétaire et de groupe. 348
 - 10.5 Droits d'accès étendus 349
 - 10.5.1 SUID et SGID 349
 - 10.5.2 Real / effectif 350
 - 10.5.3 Sticky bit 350
 - 10.5.4 Droits et répertoires 351

Chapitre 5

Boot, services, noyau et périphériques

1.	Processus de démarrage	353
1.1	Le BIOS et l'UEFI	353
1.1.1	BIOS	353
1.1.2	UEFI	354
1.1.3	Réglages basiques	355
1.2	Le chargeur de démarrage	357
1.3	GRUB	358
1.3.1	Configuration	358
1.3.2	Installation	359
1.3.3	Démarrage et édition	360
1.4	GRUB2	360
1.4.1	GRUB2 remplace GRUB	360
1.4.2	Configuration	361
1.4.3	Démarrage et édition	364
1.4.4	Cas de GPT et UEFI	364
1.5	Initialisation du noyau	366
2.	init System V	367
2.1	init System V en 2020	367
2.2	Rôle	367
2.3	Niveaux d'exécution	368
2.4	/etc/inittab	369
2.5	Changement de niveau	371
2.6	Paramétrage système de base	372
2.7	Niveaux d'exécution	373
2.8	Gestion des niveaux et des services	373
2.8.1	Services dans init.d	373
2.8.2	Contrôle manuel des services	375
2.8.3	Modification des niveaux d'exécution	376
2.9	Consoles virtuelles	378
2.10	Les logins	379
2.11	Arrêt	380
3.	systemd	382
3.1	Principe	382
3.2	Unités cibles et services	383

3.3	Configuration	383
3.4	Cibles	384
3.4.1	Équivalence avec init System V	384
3.4.2	Connaître la cible par défaut	384
3.4.3	Changer de cible par défaut	384
3.4.4	Passer d'une cible à l'autre	385
3.4.5	Mode secours et urgence	385
3.4.6	Cibles actives et dépendances	385
3.4.7	Lister toutes les cibles	386
3.5	Services	387
3.5.1	Actions	387
3.5.2	Statut	388
3.5.3	Activation	389
3.5.4	Masquage	390
3.5.5	Dépendances	390
3.6	Compatibilité avec System V	391
3.7	Actions système	392
3.8	Gestion de la console	392
3.9	Interface graphique	393
4.	upstart	394
4.1	Principe	394
4.2	Fichiers	394
4.3	Niveau par défaut	395
4.4	Compatibilité System V	395
4.5	Commandes de contrôle	396
4.6	Activation et désactivation d'un service	397
5.	Consulter les traces du système	397
5.1	dmesg	397
5.2	/var/log/messages ou /var/log/syslog	399
5.3	journalctl	400
6.	Services et modules noyau	400
6.1	Présentation	400
6.2	uname	402
6.3	Gestion des modules	403
6.3.1	lsmod	404
6.3.2	depmod	405

6.3.3	modinfo	406
6.3.4	insmod	407
6.3.5	rmmod	408
6.3.6	modprobe	408
6.3.7	modprobe.d	409
6.4	Chargement des modules au boot	411
6.4.1	initrd et initramfs	411
6.4.2	Modules persistants	416
6.5	Paramètres dynamiques	417
6.5.1	/proc et /sys	417
6.5.2	sysctl	421
7.	Compiler un noyau	422
7.1	Obtenir les sources	422
7.1.1	Sources officielles	422
7.1.2	Sources de la distribution	423
7.2	Les outils nécessaires	423
7.3	Configuration	424
7.3.1	Le .config	424
7.3.2	Récupérer la configuration du noyau	425
7.3.3	make oldconfig	426
7.3.4	make menuconfig	427
7.3.5	make xconfig	428
7.3.6	Pistes d'optimisations	429
7.4	Compilation	431
7.5	Installation	432
7.6	Test	434
7.7	Autres options	434
8.	Les fichiers périphériques	435
8.1	Introduction	435
8.2	Fichiers spéciaux	436
8.3	Créer un fichier spécial	437
8.4	Connaître son matériel	438
8.4.1	Bus PCI	438
8.4.2	Bus USB	439
8.4.3	Ressources matérielles	440
8.4.4	Autres outils	443

- 8.5 Le support de l'USB et du hotplug 446
 - 8.5.1 Les modules 446
 - 8.5.2 Chargement 447
 - 8.5.3 hotplug, usbmgr 447
 - 8.5.4 udev 448

Chapitre 6
Les tâches administratives

- 1. Administration des utilisateurs 451
 - 1.1 Principe 451
 - 1.1.1 Identification et authentification 451
 - 1.1.2 Les utilisateurs 451
 - 1.1.3 Les groupes 453
 - 1.1.4 Les mots de passe 453
 - 1.2 Les fichiers 454
 - 1.2.1 /etc/passwd 454
 - 1.2.2 /etc/group 454
 - 1.2.3 /etc/shadow 455
 - 1.2.4 /etc/gshadow 456
 - 1.3 Gestion des utilisateurs 456
 - 1.3.1 Ajout 456
 - 1.3.2 Sécurité des mots de passe 459
 - 1.3.3 Modification 462
 - 1.3.4 Suppression 462
 - 1.4 Gestion des groupes 463
 - 1.4.1 Ajout 463
 - 1.4.2 Modification 463
 - 1.4.3 Suppression 463
 - 1.4.4 Mot de passe 464
 - 1.5 Commandes additionnelles 464
 - 1.5.1 Conversion des fichiers 464
 - 1.5.2 Vérifier la cohérence 465
 - 1.5.3 Vérifier les connexions 466
 - 1.5.4 Actions de l'utilisateur 466
 - 1.5.5 Interroger le système 469
 - 1.6 Configuration avancée 470

1.7	Notifications à l'utilisateur	473
1.7.1	/etc/issue	473
1.7.2	/etc/issue.net	473
1.7.3	/etc/motd	473
1.7.4	wall, write et mesg	474
1.8	L'environnement utilisateur	475
1.8.1	/etc/skel	475
1.8.2	Scripts de configuration	475
1.8.3	Groupes privés et setgid	476
1.9	Aperçu de PAM	477
2.	L'impression	480
2.1	Principe	480
2.2	System V	480
2.3	BSD	481
2.4	CUPS	482
2.4.1	Présentation	482
2.4.2	Ajout d'une imprimante	484
3.	Automatisation	489
3.1	Avec cron	489
3.1.1	Présentation	489
3.1.2	Formalisme	490
3.1.3	Exemples	490
3.1.4	crontab système	491
3.1.5	Contrôle d'accès	491
3.2	Avec at	492
3.2.1	Présentation	492
3.2.2	Formalisme	492
3.2.3	Contrôle des tâches	493
3.2.4	Contrôle d'accès	494
3.3	Avec anacron	494
3.4	Avec systemd	495
4.	Les traces (logs) du système	497
4.1	Principe	497
4.2	Les messages	498
4.3	Configuration de syslog	499
4.4	Cas de rsyslog	501

4.5	systemd et journald	501
4.6	Les fichiers de traces	503
4.7	journalctl	504
4.8	Émettre des messages	505
4.9	Rotation des logs	506
4.9.1	logrotate	506
4.9.2	journald	507
5.	Archivage et backup	509
5.1	Les outils de sauvegarde	509
5.1.1	Commandes, plans, scripts	509
5.1.2	Autres commandes	510
5.2	tar	510
5.2.1	Archiver	510
5.2.2	Lister	511
5.2.3	Restauration	511
5.2.4	Autres paramètres	512
5.3	cpio	513
5.3.1	Archiver	513
5.3.2	Lister	514
5.3.3	Restaurer	515
5.4	dd	515
6.	L'horloge	517
6.1	Connaître l'heure	517
6.1.1	date	517
6.1.2	hwclock	518
6.2	Modifier l'horloge matérielle	519
6.2.1	Via date	519
6.2.2	Via hwclock	519
6.3	NTP	519
6.3.1	Principe	519
6.3.2	Client NTP	520
6.3.3	Dérive temporelle	521
6.4	timedatectl	522
6.5	chrony	523

7. Les paramètres régionaux	525
7.1 i18n et l10n	525
7.2 Réglages locaux	526
7.2.1 Outils de la distribution	526
7.2.2 Variables d'environnement	526
7.2.3 Fuseaux horaires	528
7.3 Codage des caractères	529

Chapitre 7

Le réseau

1. TCP/IP	531
1.1 Bases	531
1.2 Adressage	532
1.2.1 Classes	532
1.2.2 Sous-réseaux	533
1.2.3 Routage	534
1.2.4 IPv6	535
1.3 Cas particuliers	536
1.3.1 NetworkManager	536
1.3.2 Nommage des interfaces	537
1.4 Configuration	537
1.4.1 Cas général et historique	537
1.4.2 Cas des distributions de type Red Hat	538
1.4.3 Machines de type Debian et Ubuntu	540
1.4.4 Routage	541
1.4.5 iproute2	542
1.4.6 Network Manager	543
1.4.7 netplan	545
1.4.8 Les ports	547
1.5 Outils réseau	548
1.5.1 Ping	548
1.5.2 Traceroute	549
1.5.3 tracepath	550
1.5.4 Whois	550
1.5.5 Netstat	551
1.5.6 IPTraf	553

1.6	Fichiers généraux	554
1.6.1	/etc/resolv.conf	554
1.6.2	/etc/hosts et /etc/networks	555
1.6.3	/etc/nsswitch.conf	555
1.6.4	/etc/services	556
1.6.5	/etc/protocols	557
2.	Services réseau xinetd	558
2.1	Présentation	558
2.2	Configuration	558
2.3	Démarrage et arrêt des services	560
2.4	Conversion vers systemd	561
3.	OpenSSH	562
3.1	Présentation	562
3.2	Configuration	563
3.3	Utilisation	563
3.4	Clés et connexion automatique	563
3.4.1	Type de chiffrement	564
3.4.2	Côté client	564
3.4.3	Côté serveur	565
3.4.4	Copie automatique	565
3.5	Passphrase et agent SSH	566
3.6	Authentification de l'hôte	567
4.	Monter un serveur DHCP	568
4.1	Présentation	568
4.2	Démarrage du serveur dhcpd	568
4.3	Informations de base	569
4.4	Côté client	570
5.	Serveur DNS	570
5.1	Présentation	570
5.2	Lancement	572
5.3	Configuration de Bind	572
5.3.1	Configuration générale	572
5.3.2	Section globale	573
5.3.3	Section de zones	573
5.3.4	Zone de résolution	574
5.3.5	Zone de résolution inverse	574

5.3.6	Exemple	575
5.3.7	Zones spéciales	576
5.4	Fichiers de zones	576
5.4.1	Définitions	576
5.4.2	Zone	577
5.4.3	Zone de résolution inverse	580
5.5	Diagnostic des problèmes de configuration	580
5.6	Interrogation dig, host et getent	580
6.	Courrier électronique	584
6.1	Principe	584
6.2	postfix	585
6.2.1	Configuration simple	585
6.2.2	Alias d'utilisateurs	586
6.2.3	Test	586
6.3	Autres MTAs	587
6.3.1	exim	587
6.3.2	qmail	587
7.	Service HTTP Apache	587
7.1	Présentation	587
7.2	Arrêt/Relance	588
7.3	Configuration	588
7.4	Directives générales	589
7.5	Les répertoires, alias et emplacements	589
7.5.1	Directory	589
7.5.2	Alias	590
7.6	Hôtes virtuels	591
8.	Partage de fichiers	592
8.1	NFS	592
8.1.1	Lancement	592
8.1.2	Cas de NFS4	593
8.1.3	Partage côté serveur	593
8.1.4	Montage côté client	595

- 9. Partages Windows avec Samba 596
 - 9.1 Présentation 596
 - 9.2 Configuration 597
 - 9.3 Partage de fichiers 598
 - 9.4 Méthodes d'authentification. 599
 - 9.5 Correspondance des noms et des mots de passe 599
 - 9.6 Clients SAMBA 599

Chapitre 8
La sécurité

- 1. Bases de sécurité 601
 - 1.1 Sécurité informatique 601
 - 1.2 Contrôler les droits d'endossement 604
 - 1.3 Vérifier les packages. 605
 - 1.4 Politique de mot de passe 606
 - 1.5 Stocker ses mots de passe 607
 - 1.6 Interdire les connexions 608
 - 1.6.1 /bin/false 608
 - 1.6.2 /etc/nologin 609
 - 1.6.3 /etc/securetty. 609
 - 1.7 Tester les mots de passe 610
 - 1.8 Rechercher des rootkits 612
 - 1.8.1 Principe du rootkit. 612
 - 1.8.2 Chkrootkit et rkhunter 613
 - 1.9 Les virus 615
 - 1.10 Les limites de l'utilisateur 617
 - 1.11 Les droits SUDO 618
 - 1.11.1 Donner des privilèges étendus 618
 - 1.11.2 Syntaxe de /etc/sudoers 619
 - 1.12 Audit plus complet 621
 - 1.13 Les bulletins de sécurité. 622
 - 1.13.1 CERT : Computer Emergency Response Team. 622
 - 1.13.2 SecurityFocus. 624
 - 1.13.3 Les bulletins des distributions 625
 - 1.13.4 Les correctifs 625

2.	Sécurité des services et du réseau	626
2.1	Vérifier les ports ouverts	626
2.1.1	Les sockets	626
2.1.2	Informations depuis netstat	627
2.1.3	L'outil nmap	627
2.2	Supprimer les services inutiles	629
2.2.1	Généralités	629
2.2.2	Services standalone	630
2.2.3	Services xinetd	630
2.3	Les tcp_wrappers	631
2.4	Netfilter	633
2.4.1	Présentation	633
2.4.2	Vie d'un paquet	634
2.4.3	Principe des règles	635
2.4.4	Cibles de règles	635
2.4.5	Premier exemple	635
2.4.6	Opérations de base	636
2.4.7	Critères de correspondance	637
2.4.8	Tables	638
2.4.9	Sauvegarder ses réglages	639
2.5	UFW	639
2.5.1	Activation et statut	640
2.5.2	Règles par défaut	641
2.5.3	Gestion des règles	641
2.5.4	Limitations	643
2.6	firewalld	643
2.6.1	Activation	644
2.6.2	Zones	644
2.6.3	Services	646
2.6.4	Règles personnalisées	647
2.6.5	Règles riches	647
2.7	GPG	647
2.7.1	Un clone de PGP	647
2.7.2	Générer les clés	648
2.7.3	Générer une clé de révocation	651
2.7.4	Gérer le trousseau	652
2.7.5	Exporter la clé publique	653

- 2.7.6 Importer une clé 654
- 2.7.7 Signer une clé..... 655
- 2.7.8 Signer et chiffrer 657

Chapitre 9
X Window

- 1. Comment fonctionne un environnement graphique ? 661
 - 1.1 X Window System..... 661
 - 1.1.1 Un modèle client/serveur 661
 - 1.1.2 Le gestionnaire de fenêtres 663
 - 1.1.3 Les widgets et les toolkits 664
 - 1.1.4 Les bureaux virtuels..... 666
 - 1.2 Les environnements de bureau 666
- 2. Xorg 669
 - 2.1 Conditions générales et Wayland 669
 - 2.2 Présentation 670
 - 2.3 Installation..... 671
 - 2.4 Configuration 672
 - 2.4.1 Via la distribution 672
 - 2.4.2 Xorgcfg 672
 - 2.4.3 Xorgconfig 673
 - 2.4.4 X..... 674
 - 2.5 Structure de xorg.conf..... 674
 - 2.5.1 Découpage 674
 - 2.5.2 Valeurs booléennes 674
 - 2.5.3 Section InputDevice ou InputClass 674
 - 2.5.4 Section Monitor..... 676
 - 2.5.5 Section Modes 677
 - 2.5.6 Section Device 678
 - 2.5.7 Section Screen 678
 - 2.5.8 Section ServerLayout..... 679
 - 2.5.9 Section Files 680
 - 2.5.10 Section Modules 681
 - 2.5.11 Section ServerFlags 682
 - 2.5.12 Section Extensions 682

2.5.13	xorg.conf.d	682
2.6	Tester et lancer X	683
2.6.1	Vérifier la configuration	683
2.6.2	Les traces	684
2.6.3	Tester le serveur	685
3.	Le Display Manager	686
3.1	Principe	686
3.2	XDM	687
3.2.1	Configuration générale	687
3.2.2	Setup : Xsetup	688
3.2.3	Chooser : RunChooser	690
3.2.4	Startup : Xstartup	690
3.2.5	Session : Xsession	690
3.2.6	Reset : Xreset	692
3.2.7	Resources : Xresources	692
3.2.8	Servers : Xservers	692
3.2.9	AccessFile : Xaccess et XDMCP	693
3.3	gdm et kdm	693
3.4	LightDM	695
3.4.1	Utilisation	695
3.4.2	Connexion	696
3.4.3	Personnaliser LightDM	697
3.5	Display Manager au boot	698
3.5.1	System V et inittab	698
3.5.2	System V et services	699
3.5.3	Cible systemd	699
3.5.4	service upstart	700
3.5.5	/etc/sysconfig	700
3.5.6	Anciennes versions Ubuntu et Debian	701
4.	Window Manager et environnement personnel	702
4.1	Via le Display Manager	702
4.2	startx	703
4.3	Les terminaux	703
4.4	Les gestionnaires de fenêtres	705
4.4.1	twm	705
4.4.2	IceWM	705
4.4.3	Fvwm	706

4.4.4	CDE	706
4.4.5	WindowMaker	707
4.4.6	Enlightenment	707
4.4.7	Xfce	708
4.4.8	KDE et GNOME	708
4.4.9	Les autres	708
4.5	Exporter ses fenêtres	709
5.	Bureau distant	710
5.1	RDP	710
5.2	VNC	711
5.3	Spice	713
6.	Accessibilité	713
6.1	Assistance au clavier et à la souris	713
6.2	Assistance visuelle et auditive	716

Chapitre 10

Partitionnement avancé : RAID, LVM et BTRFS

1.	Partitionnement avancé RAID logiciel	717
1.1	Définitions	717
1.2	Précautions et considérations d'usage	718
1.2.1	Disque de secours	718
1.2.2	Disque défectueux	718
1.2.3	Boot	719
1.2.4	Swap	719
1.2.5	Périphériques	719
1.2.6	IDE et SATA	719
1.2.7	Hot Swap	720
1.3	RAID avec mdadm	720
1.3.1	Préparation	720
1.3.2	Création	721
1.3.3	Sauvegarder la configuration	723
1.4	État du RAID	723
1.5	Simuler une panne	724
1.6	Remplacer un disque	725
1.7	Arrêt et relance manuels	726

1.8	Destruction du RAID	726
2.	Initiation au LVM	727
2.1	Principe	727
2.2	Les volumes physiques	728
2.2.1	Créer un volume physique	728
2.2.2	Voir les volumes physiques	729
2.3	Les groupes de volumes	729
2.3.1	Créer un groupe de volumes	729
2.3.2	Propriétés d'un groupe de volumes	730
2.4	Les volumes logiques	731
2.4.1	Créer un volume logique	731
2.4.2	Propriétés d'un volume logique	732
2.4.3	Accès au volume logique	733
2.5	Agrandissements et réductions	733
2.5.1	Les groupes de volumes	733
2.5.2	Agrandir un volume logique	735
2.5.3	Réduire un volume logique	738
2.5.4	Déplacer le contenu d'un volume physique	740
2.5.5	Réduire un groupe de volumes	742
2.6	Supprimer un groupe de volumes	742
2.6.1	Étapes	742
2.6.2	Supprimer un volume logique	742
2.6.3	Retirer tous les volumes physiques	743
2.6.4	Détruire un groupe de volumes	743
2.6.5	Supprimer un volume physique	743
2.7	Commandes supplémentaires	743
3.	Utilisation étendue de BTRFS	744
3.1	Les subvolumes	744
3.1.1	Un système de fichiers dans un autre système de fichiers	744
3.1.2	Création	745
3.1.3	Montage	745
3.1.4	Destruction	746
3.2	Les snapshots	746
3.2.1	Principe	746
3.2.2	Création	747
3.2.3	Montage	747
3.2.4	Destruction	747

3.2.5 Opérations sur les ID 748
 3.3 Utiliser plusieurs disques. 749

Chapitre 11
Machines virtuelles, containers et cloud

1. La virtualisation 751
 1.1 Définition 751
 1.2 Le cloud 752
 1.3 Intérêt 752
 1.4 Apprentissage 754
 1.5 Choix de la solution. 754
 2. Méthodes de virtualisation 754
 2.1 L'isolation 754
 2.2 Noyau en espace utilisateur 756
 2.3 Hyperviseur de type 2 756
 2.4 Hyperviseur de type 1 757
 2.5 Virtualisation matérielle 758
 3. Paravirtualisation. 758
 3.1 Principe 758
 3.2 Virtio 759
 3.3 Assistance matérielle 759
 3.3.1 Anneaux de protection 759
 3.3.2 Anneaux et virtualisation 760
 3.4 AMD-V et Intel-VT 760
 3.5 Virtualisation de la mémoire 761
 3.6 Virtualisation des périphériques 762
 3.7 Sécurité 763
 3.8 Considérations pratiques 764
 4. Les containers 765
 4.1 Principe 765
 4.2 Container et Machine virtuelle 766
 4.3 Les espaces de nommage 767
 4.4 Les groupes de contrôle 768
 4.5 Montage en union 768
 4.6 Image applicative 769

4.7	Les couches d'images	769
4.8	Le projet OCI	770
4.9	Docker	771
4.10	Un exemple complet	772
4.10.1	Créer une image	772
4.10.2	Démarrer un container	774
4.10.3	Arrêt du container	774
4.10.4	Exposition du container	774
4.10.5	Dynamisme	775
4.10.6	Accéder au container	775
4.10.7	Traces	776
4.10.8	Supprimer le container et l'image	776
4.11	Sécurité	777
5.	Le cloud	777
5.1	Principe	777
5.2	Services Cloud	778
5.3	Fournisseurs	779
5.4	Exemple d'AWS	779
5.5	Zones géographiques	781
5.6	Tester	782
5.7	cloud-init	786
6.	Systèmes invités	787
6.1	Hyperviseur et additions	787
6.2	L'accès à la console ou l'affichage	791
6.2.1	Spice et KVM	791
6.2.2	Client Spice	792
6.2.3	Autres cas	793
	Index	795

Avant-propos

Chapitre 1

Démarrage du système

- 1. Démarrage du système 29
 - 1.1 Personnalisation du démarrage du système 29
 - 1.1.1 Compétences principales. 29
 - 1.1.2 Éléments mis en œuvre 30
 - 1.2 Récupération du système 30
 - 1.2.1 Compétences principales. 30
 - 1.2.2 Éléments mis en œuvre 31
 - 1.3 Chargeurs d'amorçage alternatifs 31
 - 1.3.1 Compétences principales. 31
 - 1.3.2 Éléments mis en œuvre 31
- 2. Personnalisation du démarrage du système 32
 - 2.1 init System V 32
 - 2.2 Le processus init 33
 - 2.2.1 Processus enfants d'init 33
 - 2.2.2 Configuration du processus init 33
 - 2.3 Les niveaux d'exécution init System V 35
 - 2.3.1 Les différents niveaux d'exécution (run levels) 36
 - 2.3.2 Configuration des différents niveaux d'exécution. 37
 - 2.3.3 Scripts de gestion des services. 37
 - 2.3.4 Niveaux d'exécution et services 39
 - 2.4 Gestion des niveaux d'exécution init system V 40
 - 2.4.1 Niveau d'exécution courant 40
 - 2.4.2 Changer de niveau d'exécution. 41
 - 2.4.3 Commandes de gestion du contenu des niveaux d'exécution . 41
 - 2.4.4 Script indépendant du niveau d'exécution : /etc/rc.local 42
 - 2.5 systemd 42
 - 2.5.1 Démarrage de systemd 42
 - 2.5.2 Répertoire de travail de systemd 44
 - 2.5.3 Répertoires de configuration de systemd. 45
 - 2.5.4 La commande systemctl 46

2.6	Les cibles systemd	46
2.6.1	Cible par défaut	47
2.6.2	Configuration des cibles	48
2.6.3	Cibles et niveaux d'exécution	49
2.6.4	Modifier la cible lors du chargement du noyau	49
2.7	Gestion des services par systemd	49
2.7.1	Liste et état des services	51
2.7.2	Démarrage et arrêt des services	52
2.7.3	Activation et désactivation des services	53
2.7.4	Journal de systemd	53
2.8	Arrêt et redémarrage du système par systemd	54
3.	Récupération du système	54
3.1	Amorçage du système	55
3.1.1	BIOS	55
3.1.2	UEFI	55
3.1.3	NVMe	56
3.2	Le gestionnaire de démarrage GRUB	56
3.2.1	Configuration de GRUB Legacy	57
3.2.2	Configuration de GRUB 2	58
3.2.3	Configuration de GRUB 2 en mode UEFI	60
3.2.4	Utilisation de GRUB en mode interactif	61
3.2.5	Réinstallation depuis un système non démarrable	61
3.2.6	Shell de secours au démarrage	61
3.2.7	Modes systemd rescue et emergency	62
4.	Chargeurs d'amorçage alternatifs	62
4.1	SYSLINUX et EXTLINUX	63
4.2	ISOLINUX	63
4.3	PXELINUX	64
4.4	systemd-boot	65
4.5	U-Boot	65

Chapitre 2
Systèmes de fichiers et périphériques

- 1. Système de fichiers et périphériques 67
 - 1.1 Administration du système de fichiers Linux 67
 - 1.1.1 Compétences principales 67
 - 1.1.2 Éléments mis en œuvre 67
 - 1.2 Maintenance du système de fichiers Linux 68
 - 1.2.1 Compétences principales 68
 - 1.2.2 Éléments mis en œuvre 68
 - 1.3 Création et configuration de systèmes de fichiers optionnels 69
 - 1.3.1 Compétences principales 69
 - 1.3.2 Éléments mis en œuvre 69
- 2. Administration du système de fichiers Linux 69
 - 2.1 Composants du système de fichiers Linux 70
 - 2.2 Systèmes de fichiers physiques 70
 - 2.3 Systèmes de fichiers virtuels 71
 - 2.3.1 Le système de fichiers virtuel proc 71
 - 2.3.2 Le système de fichiers virtuel sys 73
 - 2.4 Identification des systèmes de fichiers 74
 - 2.4.1 Fichier spécial en mode bloc 74
 - 2.4.2 Label 74
 - 2.4.3 UUID 75
 - 2.4.4 Visualiser les identifiants 75
 - 2.4.5 Gestion du label d'un système de fichiers 76
 - 2.4.6 Gestion de l'UUID d'un système de fichiers 76
 - 2.5 Montage et démontage des systèmes de fichiers 78
 - 2.5.1 Configuration du montage des systèmes de fichiers 78
 - 2.5.2 Monter un système de fichiers : mount 79
 - 2.5.3 Démonteur un système de fichiers : umount 81
 - 2.5.4 Suivi des systèmes de fichiers montés 83
 - 2.5.5 Vidage des caches d'entrées-sorties 84
 - 2.6 Montage par systemd 84
 - 2.6.1 Unité de montage systemd 85
 - 2.6.2 Activation de l'unité de montage 86
 - 2.6.3 Montage/démontage manuel de l'unité de montage 86
 - 2.6.4 Montage/démontage automatique de l'unité de montage 86

2.6.5	Exemples	86
2.7	Gestion des zones de swap	88
2.7.1	Taille de la zone de swap	89
2.7.2	Configuration du swap	90
2.7.3	Visualisation des espaces de swap	90
2.7.4	Activation d'un espace de swap	90
2.7.5	Désactivation d'un espace de swap	91
3.	Maintenance des systèmes de fichiers Linux	92
3.1	Création et contrôle des systèmes de fichiers	92
3.1.1	Création d'un système de fichiers : mkfs	93
3.1.2	Vérification des systèmes de fichiers	94
3.2	Création d'une zone de swap	95
3.2.1	Choix des espaces de swap	95
3.2.2	Nature de l'espace de swap	96
3.2.3	Création de l'espace de swap : mkswap	96
3.2.4	Contrôle du swap	98
3.3	Les principaux types de systèmes de fichiers Linux	98
3.3.1	Systèmes de fichiers de type ext*	98
3.3.2	Systèmes de fichiers de type XFS	99
3.3.3	Systèmes de fichiers de type Btrfs	100
3.3.4	Systèmes de fichiers de type ZFS	101
3.4	Gestion des systèmes de fichiers de type ext2, ext3 et ext4	103
3.4.1	Création d'un système de fichiers ext*	103
3.4.2	Vérification d'un système de fichiers ext*	105
3.4.3	Gestion des paramètres d'un système de fichiers avec tune2fs	105
3.4.4	Débogage d'un système de fichiers ext*	108
3.4.5	Sauvegarde de système de fichiers ext*	110
3.4.6	Restauration de système de fichiers ext*	111
3.5	Gestion de base des systèmes de fichiers de type Btrfs	113
3.5.1	Création de système de fichiers Btrfs	113
3.5.2	Conversion de système de fichiers ext* en Btrfs	114
3.5.3	Informations sur un système de fichiers Btrfs	115
3.5.4	Montage d'un système de fichiers Btrfs	117
3.5.5	Sous-volumes Btrfs	118
3.5.6	Instantanés Btrfs	120

3.6	Gestion des systèmes de fichiers de type XFS	122
3.6.1	Création de système de fichiers XFS	122
3.6.2	Gestion du label d'un système de fichiers XFS	123
3.6.3	Informations sur un système de fichiers XFS	123
3.6.4	Extension d'un système de fichiers XFS	124
3.6.5	Sauvegarde d'un système de fichiers XFS	125
3.6.6	Restauration d'un système de fichiers XFS	127
3.6.7	Réorganiser un système de fichiers XFS	129
3.6.8	Vérifier un système de fichiers XFS	130
3.6.9	Réparer un système de fichiers XFS	130
3.7	Surveillance des périphériques SMART	131
3.7.1	Le paquet smartmontools	131
3.7.2	Le daemon smartd	131
3.7.3	La commande smartctl	132
4.	Création et configuration de systèmes de fichiers optionnels	136
4.1	Service d'automontage	136
4.1.1	Configuration du service autofs/automount	137
4.1.2	Démarrage et arrêt du service	139
4.1.3	Exemple	140
4.2	Automontage par systemd	142
4.2.1	Unité de montage automatique systemd	142
4.2.2	Exemple de montage automatique par systemd	142
4.3	Systèmes de fichiers de périphériques amovibles	144
4.3.1	Lister les informations d'un CD-ROM/DVD	145
4.3.2	Copie d'un CD-ROM/DVD dans une image ISO	147
4.3.3	Création d'une image ISO	149
4.4	Chiffrement de systèmes de fichiers	151
4.4.1	Principes du chiffrement Linux	151
4.4.2	Chiffrement d'un fichier	152
4.4.3	Chiffrement de l'espace de stockage	154
4.4.4	Utilisation d'un espace de stockage chiffré	155
4.4.5	Chiffrement au niveau système de fichiers	156

Chapitre 3**Gestion des périphériques de stockage**

1.	Gestion des périphériques de stockage	159
1.1	Configuration des disques RAID	159
1.1.1	Compétences principales	159
1.1.2	Éléments mis en œuvre	159
1.2	Optimiser l'accès aux périphériques de stockage	160
1.2.1	Compétences principales	160
1.2.2	Éléments mis en œuvre	160
1.3	Logical Volume Manager	160
1.3.1	Compétences principales	161
1.3.2	Éléments mis en œuvre	161
2.	Configuration des disques RAID	161
2.1	Les principaux niveaux de RAID	162
2.1.1	Le RAID 0	162
2.1.2	Le RAID 1	162
2.1.3	Le RAID 5	163
2.2	Configuration du RAID	164
2.2.1	Création d'un volume RAID	164
2.2.2	Type de partition RAID	166
2.2.3	État d'un volume RAID	167
2.2.4	Arrêt et suppression d'un volume RAID	169
2.3	Exploitation d'un volume RAID	170
2.3.1	Remplacement d'un espace disque	170
2.3.2	Exemple d'utilisation d'un volume RAID 1	170
3.	Optimiser l'accès aux périphériques de stockage	174
3.1	Gestion des disques durs locaux	174
3.1.1	Détermination des fichiers spéciaux	174
3.1.2	Le service udev	175
3.1.3	Interagir avec le service udev	175
3.1.4	Les liens symboliques dans /dev/disk	178
3.1.5	Le système de fichiers virtuel sysfs	179
3.1.6	La commande dmesg	180
3.1.7	Les commandes ls*	180

- 3.2 Gestion bas niveau des périphériques de stockage 182
 - 3.2.1 La commande hdparm. 182
 - 3.2.2 La commande sdparm 183
 - 3.2.3 Gestion des disques SSD 184
 - 3.2.4 Gestion des blocs défectueux 186
 - 3.2.5 Identifiant SCSI. 186
- 3.3 Les réseaux de stockage SAN 187
- 3.4 Gestion des disques iSCSI 187
 - 3.4.1 Terminologie 188
 - 3.4.2 Paquets logiciels iSCSI. 189
 - 3.4.3 Linux en tant que client iSCSI 190
 - 3.4.4 Linux en tant que serveur iSCSI. 194
- 4. Logical Volume Manager 198
 - 4.1 Architecture des volumes logiques 199
 - 4.2 Configuration du gestionnaire LVM. 200
 - 4.3 Syntaxe générale des commandes LVM 203
 - 4.4 Les volumes physiques 205
 - 4.4.1 Création d'un volume physique 205
 - 4.4.2 Informations sur les volumes physiques 206
 - 4.4.3 Suppression d'un volume physique 208
 - 4.5 Les groupes de volumes 208
 - 4.5.1 Création d'un groupe de volumes 208
 - 4.5.2 Informations sur les groupes de volumes. 210
 - 4.5.3 Ajout/retrait d'un volume physique. 211
 - 4.5.4 Suppression de groupes de volumes 214
 - 4.6 Les volumes logiques 214
 - 4.6.1 Création d'un volume logique. 214
 - 4.6.2 Informations sur les volumes logiques. 217
 - 4.6.3 Extension d'un volume logique. 219
 - 4.6.4 Réduction d'un volume logique 220
 - 4.6.5 Suppression de volumes logiques 222
 - 4.6.6 Volumes logiques et système de fichiers 222
 - 4.7 Instantané LVM (snapshot). 226
 - 4.7.1 Création d'un volume logique instantané 226

Chapitre 4

Configuration du réseau

1.	Configuration du réseau	229
1.1	Configuration de base du réseau	229
1.1.1	Compétences principales	229
1.1.2	Éléments mis en œuvre	229
1.2	Configuration avancée du réseau	230
1.2.1	Compétences principales	230
1.2.2	Éléments mis en œuvre	230
1.3	Dépannage réseau	230
1.3.1	Compétences principales	231
1.3.2	Éléments mis en œuvre	231
2.	Configuration de base du réseau	232
2.1	Adresses IPv4 et IPv6	232
2.2	Paramétrage de base d'une connexion IPv4	233
2.2.1	Réseau/sous-réseau	233
2.2.2	Adresse IP	234
2.2.3	Masque de sous-réseau	234
2.2.4	Passerelle par défaut	234
2.3	Paramétrage de base d'une connexion IPv6	235
2.3.1	Adresse IPv6	235
2.3.2	Masque de sous-réseau	238
2.3.3	Passerelle par défaut	239
2.4	Configurer dynamiquement une interface réseau Ethernet	239
2.4.1	Nom d'une interface réseau	239
2.4.2	La commande ip	240
2.4.3	Gérer les adresses IP : ip address	242
2.4.4	Gérer les adresses IP : ifconfig	245
2.4.5	Configurer la passerelle par défaut : ip route	249
2.4.6	Configurer la passerelle par défaut : route	251
2.4.7	ping et ping6	253
2.4.8	Résolution d'adresse IPv4/MAC avec ARP	256
2.4.9	Résolution d'adresse IPv6/MAC avec NDP	258
2.5	Configurer une interface réseau sans fil	259
2.5.1	La commande iw	260
2.5.2	Les commandes iwconfig et iwlist	264

3.	Configuration avancée du réseau	265
3.1	Connexion à un réseau sans fil	266
3.1.1	Réseaux sans fil non sécurisés	266
3.1.2	Réseaux sans fil sécurisés	271
3.1.3	Configuration d'une connexion sécurisée WPA/WPA2	272
3.2	Connexion sur plusieurs réseaux	275
3.2.1	Configuration multi-réseau (multihomed)	276
3.2.2	Configuration d'une interface multi-réseau	278
3.2.3	Routage statique par un serveur multi-réseau	280
3.3	Outils de diagnostic et de suivi de l'activité réseau	283
3.3.1	Suivi de l'activité avec netstat	284
3.3.2	Suivi de l'activité avec ss	287
3.3.3	Suivi des sockets ouverts avec lsof -i	289
3.3.4	Tests de communication avec ncat (nc)	290
3.3.5	Tester les ports ouverts distants : la commande nmap	293
3.3.6	Capture du trafic réseau : tcpdump	297
4.	Dépannage du réseau	300
4.1	Le service NetworkManager	301
4.2	Configuration du démarrage du réseau	302
4.3	Configuration réseau de type Debian	303
4.3.1	Le fichier /etc/network/interfaces	303
4.3.2	Interface avec plusieurs adresses IP de même version	306
4.3.3	Démarrage du réseau par le script networking	307
4.4	Configuration réseau de type Red Hat	308
4.4.1	Les fichiers /etc/sysconfig/network-scripts/ifcfg*	308
4.4.2	Interface avec plusieurs adresses IP de même version	310
4.4.3	Démarrage du réseau	311
4.5	Contrôle du routage	312
4.5.1	Les commandes ip route et route	312
4.5.2	traceroute	313
4.6	Configuration de la résolution de noms d'hôtes	314
4.6.1	Configuration du nom d'hôte	314
4.6.2	Configuration de la résolution de noms	315
4.6.3	Configuration d'un client DNS	316
4.7	Restriction d'accès aux services réseau	317
4.7.1	Configuration de TCP Wrappers	318

4.8	Fichiers journaux.	319
4.8.1	Fichiers journaux du système	319
4.8.2	Le journal de systemd	320

Chapitre 5

Maintenance du système

1.	Maintenance du système.	323
1.1	Compilation et installation de programmes à partir des sources . . .	323
1.1.1	Compétences principales.	323
1.1.2	Éléments mis en œuvre	324
1.2	Sauvegardes	324
1.2.1	Compétences principales.	324
1.2.2	Éléments mis en œuvre	324
1.3	Informers les utilisateurs d'événements système	325
1.3.1	Compétences principales.	325
1.3.2	Éléments mis en œuvre	325
2.	Compilation et installation de programmes à partir des sources	325
2.1	Installation à partir de fichiers sources	326
2.1.1	Récupération des sources.	326
2.1.2	Décompression des sources	326
2.1.3	Restauration du fichier d'archivage.	327
2.1.4	Configuration de la compilation.	329
2.1.5	Compilation	333
2.1.6	Installation des exécutables.	335
2.1.7	Nettoyage des sources	337
2.1.8	Désinstallation d'un programme.	338
2.2	Installation de correctifs logiciels (patches)	339
3.	Sauvegardes	342
3.1	Que faut-il sauvegarder ?	342
3.1.1	Systèmes de fichiers.	342
3.1.2	Répertoires	343
3.2	Sur quels médias sauvegarder ?	344
3.2.1	Bande ou cartouche magnétique.	344
3.2.2	Disque dur	345
3.2.3	Disque optique.	345

- 3.2.4 Réseau 345
- 3.3 Stratégies de sauvegardes 346
- 3.4 Les commandes de sauvegarde et de restauration 347
 - 3.4.1 La commande tar 347
 - 3.4.2 La commande cpio 354
- 3.5 Les logiciels de sauvegarde 357
 - 3.5.1 Bacula et Bareos 357
 - 3.5.2 AMANDA 357
 - 3.5.3 BackupPC 357
 - 3.5.4 Logiciels commerciaux 357
- 3.6 Duplication de disque : la commande dd 358
- 3.7 Synchronisation de données : la commande rsync 359
 - 3.7.1 Syntaxe 360
 - 3.7.2 Exemple 360
- 4. Informer les utilisateurs 362
 - 4.1 Les fichiers /etc/issue et /etc/issue.net 362
 - 4.2 Le fichier /etc/motd 363
 - 4.3 La commande wall 364
 - 4.4 Prévenir avant l'arrêt du système 365
 - 4.4.1 Arrêt du système avec la commande shutdown 365
 - 4.4.2 Arrêt du système avec la commande systemctl 366

Chapitre 6
Le noyau Linux

- 1. Le noyau Linux 367
 - 1.1 Les composants du noyau 367
 - 1.1.1 Compétences principales 367
 - 1.1.2 Éléments mis en œuvre 367
 - 1.2 Compilation du noyau 368
 - 1.2.1 Compétences principales 368
 - 1.2.2 Éléments mis en œuvre 368
 - 1.3 Gestion et dépannage du noyau 369
 - 1.3.1 Compétences principales 369
 - 1.3.2 Éléments mis en œuvre 369

2.	Les composants du noyau	370
2.1	Le noyau	371
2.2	Les modules de noyau	371
2.3	Les versions du noyau	372
2.4	Les fichiers images du noyau	373
2.5	Le fichier disque virtuel complémentaire du noyau	374
2.6	La documentation du noyau	374
3.	Compilation du noyau	376
3.1	Téléchargement des sources du noyau	377
3.1.1	Paquet logiciel	377
3.1.2	Fichier archive compressé	379
3.2	Configuration et compilation du noyau	382
3.2.1	Nettoyage du répertoire de compilation	382
3.2.2	Génération du fichier de réponse	382
3.2.3	Exemple de configuration	383
3.2.4	Compilation du noyau	384
3.2.5	Compilation des modules de noyau	385
3.2.6	Gestion des modules de noyau par DKMS	386
3.3	Installation du nouveau noyau	386
3.3.1	Installation des modules	386
3.3.2	Installation du noyau	387
3.3.3	Création du fichier disque virtuel des modules	387
3.3.4	Configuration du gestionnaire de démarrage	388
4.	Gestion et dépannage du noyau	389
4.1	Gestion des modules de noyau LKM	390
4.1.1	Emplacement des modules	390
4.1.2	Liste des modules LKM chargés en mémoire	392
4.1.3	Déchargement d'un module	393
4.1.4	Chargement d'un module	394
4.1.5	Chargement des modules au démarrage du système	395
4.1.6	Configuration du chargement des modules	395
4.1.7	Installation manuelle d'un module LKM	395
4.1.8	Paramétrage des modules : modinfo, modprobe	396
4.2	Configuration dynamique via /proc/sys	397
4.3	La commande sysctl	400
4.3.1	Visualisation des paramètres du noyau et des modules	400
4.3.2	Modification des paramètres du noyau et des modules	401

Chapitre 7**Planification des ressources**

1. Planification des ressources.	403
1.1 Mesure de l'utilisation des ressources et dépannage.	403
1.1.1 Compétences principales.	403
1.1.2 Éléments mis en œuvre	404
1.2 Gestion prévisionnelle des ressources	404
1.2.1 Compétences principales.	404
1.2.2 Éléments mis en œuvre	405
2. Mesure de l'utilisation des ressources et dépannage	405
2.1 Types de ressources	405
2.2 Sources d'information sur les ressources.	405
2.2.1 Les pseudo-systèmes de fichiers proc et sysfs	405
2.2.2 Les journaux du système.	411
2.2.3 Les commandes de suivi instantané	412
2.3 Surveillance et suivi des ressources processeur.	413
2.3.1 Informations sur les ressources processeur	413
2.3.2 Utilisation des ressources processeur	416
2.3.3 Diagnostiquer une surutilisation du processeur	424
2.4 Surveillance et suivi de la mémoire vive	426
2.4.1 Informations sur la mémoire	426
2.4.2 Utilisation de la mémoire	427
2.4.3 Diagnostiquer une surconsommation de la mémoire	432
2.5 Surveillance et suivi des ressources disques	433
2.5.1 Informations sur les ressources disques	433
2.5.2 Utilisation des ressources disques.	440
2.6 Surveillance et suivi des ressources réseau	445
2.6.1 Informations sur les ressources réseau	446
2.6.2 Suivi et diagnostic des ressources réseau	448
3. Gestion prévisionnelle des ressources.	454
3.1 Le paquet sysstat	454
3.1.1 La collecte d'informations avec sysstat	454
3.1.2 La commande sar	454

3.2	Le démon collectd	456
3.2.1	Installation	457
3.2.2	Configuration	457
3.2.3	Exploitation des données de collectd	460
3.3	Les solutions de supervision	462

Chapitre 8

Domain Name Server

1.	Domain Name Server	465
1.1	Configuration de base d'un serveur DNS	465
1.1.1	Compétences principales	465
1.1.2	Éléments mis en œuvre	466
1.2	Création et gestion des zones DNS	466
1.2.1	Compétences principales	466
1.2.2	Éléments mis en œuvre	466
1.3	Sécuriser un serveur DNS	467
1.3.1	Compétences principales	467
1.3.2	Éléments mis en œuvre	467
2.	Configuration de base d'un serveur DNS	467
2.1	Principes de DNS	468
2.1.1	Clients et serveurs DNS	468
2.1.2	Noms de domaines complets (FQDN)	469
2.2	Les types de serveurs DNS	469
2.2.1	Serveur de noms DNS primaire ou secondaire	470
2.2.2	Serveur DNS de cache ou transitaire (forwarder)	470
2.2.3	Serveur de cache	470
2.2.4	Serveur transitaire (forwarder)	470
2.3	Gestion de l'arborescence DNS par les serveurs DNS	471
2.3.1	Autorité et délégation d'autorité	471
2.3.2	Les serveurs DNS de la racine (root servers)	471
2.3.3	Les domaines de premier niveau (Top Level Domains)	472
2.3.4	Le domaine de résolution inverse in-addr.arpa	472
2.4	Mécanisme de la résolution de noms	473
2.4.1	Exemple	474

2.5	Zones DNS	474
2.5.1	Enregistrement de zone (type SOA)	475
2.5.2	Enregistrements de ressources	475
2.5.3	Zone de résolution inverse in-addr.arpa	476
2.6	Les serveurs DNS sur Linux	476
2.6.1	BIND	476
2.6.2	Autres logiciels serveurs DNS	476
2.7	Configuration de base d'un serveur primaire DNS BIND	477
2.7.1	Le fichier named.conf	477
2.7.2	Les fichiers de zone par défaut	480
2.7.3	Exemple	480
2.8	Configuration d'un serveur de cache ou transitaire	481
2.8.1	Configuration du serveur de cache	481
2.8.2	Configuration d'un serveur transitaire (forwarder)	482
2.9	Suivi d'un serveur DNS BIND	483
2.9.1	Rechargement de la configuration du serveur	483
2.9.2	Contrôle du fichier de configuration : named-checkconf	484
2.9.3	La commande rndc	484
2.10	Test d'un serveur DNS BIND	486
2.10.1	La commande host	486
2.10.2	La commande dig	487
3.	Création et gestion des zones DNS	489
3.1	Fichier de zone de recherche	489
3.1.1	Enregistrement de zone (type SOA)	490
3.1.2	Enregistrements de ressources	492
3.1.3	Exemple de fichier	493
3.2	Fichier de zone de recherche inverse	494
3.2.1	Déclaration de la zone dans named.conf	494
3.2.2	Enregistrement SOA	494
3.2.3	Enregistrements de ressources	494
3.2.4	Exemple de fichier	495
3.3	Gestion de zones secondaires	495
3.3.1	Déclaration de la zone secondaire dans named.conf	496
3.4	Délégation de zone	496
3.5	Contrôle d'un fichier de zone	497

3.6	Tests d'un serveur DNS	498
3.6.1	La commande nslookup	498
3.6.2	La commande dig	499
4.	Sécuriser un serveur DNS	502
4.1	Contrôle des clients autorisés	502
4.1.1	L'option allow-query	502
4.1.2	L'option blackhole	504
4.2	Utilisation d'un compte de service	505
4.3	BIND en mode chroot jail	506
4.3.1	Création de l'environnement nécessaire	506
4.3.2	Création de l'environnement chroot jail	507
4.3.3	Lancement du programme en mode chroot jail	507
4.4	Serveurs DNS fractionnés (split DNS)	508
4.5	Échange sécurisé entre serveurs DNS	509
4.6	Contrôle des transferts de zone	509
4.7	Transactions sécurisées TSIG	510
4.7.1	Génération de clés de transaction d'hôtes	510
4.7.2	Configuration de TSIG dans named.conf	511
4.8	DNSSEC	513
4.9	DANE	513

Chapitre 9

Services HTTP

1.	Services HTTP	515
1.1	Configuration de base d'un serveur Apache	515
1.1.1	Compétences principales	515
1.1.2	Éléments mis en œuvre	516
1.2	Configuration HTTPS d'un serveur Apache	516
1.2.1	Compétences principales	516
1.2.2	Éléments mis en œuvre	516
1.3	Serveur proxy et de cache Squid	517
1.3.1	Compétences principales	517
1.3.2	Éléments mis en œuvre	517

- 1.4 Nginx serveur HTTP et reverse proxy..... 517
 - 1.4.1 Compétences principales..... 517
 - 1.4.2 Éléments mis en œuvre..... 517
- 2. Remarques concernant la sécurité..... 518
 - 2.1 iptables..... 518
 - 2.2 firewalld..... 519
 - 2.3 SELinux..... 519
- 3. Configuration de base d'un serveur HTTP Apache..... 520
 - 3.1 Fichier de configuration..... 521
 - 3.1.1 Format du fichier de configuration..... 521
 - 3.1.2 Directives globales et directives de section..... 522
 - 3.1.3 Directives de base..... 522
 - 3.1.4 Validation de la syntaxe..... 524
 - 3.2 Démarrage et arrêt du serveur HTTP Apache..... 524
 - 3.2.1 Arrêt/démarrage par systemd..... 525
 - 3.2.2 Test du serveur HTTP Apache..... 526
 - 3.2.3 Arrêt/démarrage ponctuel..... 527
 - 3.3 Fichiers journaux..... 528
 - 3.4 Les modules Apache..... 529
 - 3.4.1 Directive de chargement d'un module..... 530
 - 3.4.2 Liste des modules inclus et chargés..... 530
 - 3.4.3 Configuration des modules..... 532
 - 3.4.4 Configuration du module Perl..... 532
 - 3.4.5 Configuration du module PHP..... 535
 - 3.5 Contrôle des ressources allouées au serveur..... 539
 - 3.6 Hôtes virtuels d'un serveur Apache..... 540
 - 3.6.1 Organisation des hôtes virtuels..... 541
 - 3.6.2 Hôtes virtuels sur adresse IP..... 542
 - 3.6.3 Hôtes virtuels sur numéro de port..... 544
 - 3.6.4 Hôtes virtuels sur nom d'hôte..... 544
 - 3.7 Contrôle des droits d'accès utilisateurs..... 546
 - 3.7.1 Section de déclaration d'un répertoire : Directory..... 546
 - 3.7.2 Directive de contrôle d'accès : Require..... 547
 - 3.7.3 Directives d'authentification..... 548
 - 3.7.4 Méthode d'authentification locale : AuthType Basic..... 548
 - 3.7.5 Authentification par annuaire LDAP..... 551
 - 3.7.6 Contrôle d'accès par fichier .htaccess..... 552

4.	Configuration HTTPS d'un serveur Apache	553
4.1	Cryptographie et certificats	553
4.1.1	Cryptographie symétrique	553
4.1.2	Cryptographie asymétrique.	554
4.1.3	Les certificats numériques X.509	554
4.2	Fonctionnement d'une connexion HTTPS	554
4.3	Configuration SSL d'un serveur Apache	555
4.3.1	Génération d'un certificat autosigné.	556
4.3.2	Chargement du module SSL	558
4.3.3	Configuration des clés du serveur.	559
4.3.4	Activation du mode HTTPS	560
4.3.5	Test du serveur HTTPS	560
4.3.6	Authentification des clients par certificat	562
4.3.7	Utilisation de SSL avec les hôtes virtuels	562
4.3.8	Directives renforçant la sécurité des échanges du serveur.	562
5.	Serveur proxy et de cache Squid	563
5.1	Rôles des serveurs proxy	563
5.1.1	Protection des clients	564
5.1.2	Serveurs de cache	564
5.1.3	Filtrage et journalisation	564
5.1.4	Limites	564
5.2	Configuration de base du serveur proxy Squid	565
5.2.1	Le fichier de configuration squid.conf	566
5.2.2	Gestion du cache	568
5.2.3	Listes de contrôle d'accès	569
5.2.4	Directives de contrôle d'accès : http_access	570
5.3	Exemple de serveur Squid	570
5.3.1	Configuration et démarrage du serveur	571
5.3.2	Configuration et test du client	572
5.3.3	Configuration et test d'un client interdit.	573
5.3.4	Configuration et test d'une URL interdite	574
6.	Nginx serveur HTTP et reverse proxy	575
6.1	Nginx et les serveurs web	575
6.2	Fichier de configuration	576
6.2.1	Format du fichier de configuration	576
6.2.2	Directives générales	577
6.2.3	Règles de syntaxe	580

6.2.4	Validation de la syntaxe	581
6.2.5	Configuration par défaut de type Debian	582
6.2.6	Démarrage et arrêt du serveur	582
6.3	Les modules Nginx	583
6.3.1	Chargement des modules	583
6.3.2	Visualisation des modules	583
6.3.3	Choix des modules	585
6.4	Gestion des ressources	586
6.5	Nginx et les expressions régulières	588
6.5.1	Expressions régulières simples	589
6.6	Hôtes virtuels	593
6.6.1	Configuration globale	593
6.6.2	Configuration des hôtes virtuels	594
6.6.3	Hôtes virtuels sur adresse IP/numéro de port	594
6.6.4	Hôtes virtuels sur nom d'hôte	595
6.7	Les filtres d'URI : le bloc de type location	597
6.7.1	Définition d'un bloc location de sélection d'URI	597
6.7.2	Syntaxe	598
6.7.3	Priorité de sélection	598
6.7.4	Exemples de sélection	599
6.7.5	Bloc de location nommé	601
6.8	Restrictions de l'accès utilisateur	601
6.8.1	Contrôle par adresse IP	602
6.8.2	Contrôle par authentification	604
6.8.3	Contrôle par authentification locale	606
6.8.4	Choix de la portée de la restriction d'accès simple	606
6.8.5	Directives d'authentification	606
6.8.6	Création d'une base de compte locale	607
6.9	Authentification par LDAP	608
6.9.1	Utilisation de PAM	608
6.9.2	Sous-requête	608
6.9.3	Module LDAP	608
6.10	Configuration de Nginx avec SSL	609
6.10.1	Configuration d'un serveur virtuel SSL	609
6.10.2	Optimisation d'un serveur SSL	611

6.11	Gestion des pages dynamiques	612
6.11.1	Les modules FastCGI	612
6.11.2	Configuration de FastCGI	613
6.12	Nginx en reverse proxy	613
6.12.1	Reverse proxy	614
6.12.2	Le module ngx_http_proxy	614
6.12.3	Déclaration du serveur cible	614
6.12.4	Sélection des demandes à rediriger	615
6.13	Répartition de charge	617
6.13.1	Définition d'une grappe de serveurs	618
6.13.2	Utilisation d'une grappe de serveurs	619

Chapitre 10

Serveurs de fichiers

1.	Serveurs de fichiers	621
1.1	Configuration d'un serveur Samba	621
1.1.1	Compétences principales	621
1.1.2	Éléments mis en œuvre	622
1.2	Configuration d'un serveur NFS	622
1.2.1	Compétences principales	622
1.2.2	Éléments mis en œuvre	622
2.	Configuration d'un serveur Samba	623
2.1	Configuration du serveur Samba	626
2.1.1	Les daemons Samba	626
2.1.2	Le fichier de configuration smb.conf	626
2.1.3	La commande testparm	628
2.1.4	Configuration globale	630
2.2	Partage de répertoire	630
2.3	Partage d'imprimantes	632
2.4	Modèles de sécurité	633
2.5	Gestion des comptes utilisateurs Samba	634
2.5.1	Authentification des utilisateurs Samba	634
2.5.2	Gestion des utilisateurs et des mots de passe Samba	634
2.5.3	Mapping des comptes utilisateurs Samba	635
2.5.4	Synchronisation avec les mots de passe Linux	636

2.6	Arrêt/démarrage du serveur Samba	636
2.7	Le client Samba	636
2.7.1	La commande smbclient	636
2.7.2	Montage d'un partage SMB	637
2.8	Suivi de l'état du serveur Samba	638
3.	Configuration d'un serveur NFS	640
3.1	NFS version 4	640
3.2	Le service rpcbind/portmapper	641
3.2.1	Principe de fonctionnement	641
3.2.2	Sécurisation du service	641
3.3	Arrêt/démarrage du serveur NFS	641
3.4	Configuration des répertoires partagés	645
3.4.1	Le fichier de déclaration des partages : /etc/exports	645
3.4.2	Partage dynamique d'un répertoire	647
3.5	Gestion des comptes utilisateurs clients	647
3.5.1	Droits d'accès de l'utilisateur client	647
3.5.2	Le cas particulier du super-utilisateur	648
3.6	Suivi du serveur NFS	648
3.6.1	Gestion des partages : exportfs	648
3.6.2	showmount	649
3.6.3	nfsstat	650
3.6.4	rpcinfo	651
3.7	Mise en œuvre du client NFS	651
3.7.1	Montage d'un répertoire partagé NFS	651
3.7.2	Affichage des partages des serveurs	654

Chapitre 11

Gestion des clients réseau

1.	Gestion des clients réseau	655
1.1	Configuration DHCP	655
1.1.1	Compétences principales	655
1.1.2	Éléments mis en œuvre	655
1.2	Authentification par PAM	656
1.2.1	Compétences principales	656
1.2.2	Éléments mis en œuvre	656

1.3	Utilisation d'un client LDAP	656
1.3.1	Compétences principales	656
1.3.2	Éléments mis en œuvre	657
1.4	Configuration d'un serveur OpenLDAP	657
1.4.1	Compétences principales	657
1.4.2	Éléments mis en œuvre	657
2.	Configuration DHCP	658
2.1	Le protocole DHCP	658
2.1.1	Recherche d'un serveur DHCP : DHCPDISCOVER	658
2.1.2	Offre de bail par le serveur : DHCPOFFER	658
2.1.3	Acceptation de l'offre : DHCPREQUEST	658
2.1.4	Accusé de réception du serveur : DHCPACK	659
2.1.5	Durée du bail	659
2.2	Le serveur DHCP Linux	660
2.3	Configuration du serveur DHCP	661
2.3.1	Directives générales	662
2.3.2	Paramètres optionnels transmis aux clients	662
2.3.3	Déclaration d'une plage d'adresses	663
2.3.4	Paramètres spécifiques à un client	664
2.3.5	Paramètres spécifiques à un client BOOTP	664
2.3.6	Suivi des baux DHCP	665
2.4	Configuration du client	666
2.5	Agent-relais DHCP	667
2.6	DHCP et IP version 6	667
2.6.1	Principes de DHCPv6	668
2.6.2	Gestion des messages routeurs IPv6	668
3.	Authentification par PAM	669
3.1	Le principe	670
3.2	Les modules PAM	670
3.2.1	Les types d'action de PAM	670
3.2.2	Les piles de modules	671
3.2.3	Les principaux modules PAM	671
3.3	Configuration de PAM	672
3.3.1	Structure des fichiers de configuration	673
3.3.2	Enchaînement des modules	673
3.3.3	Exemple	674

3.4	Configuration PAM pour SSSD	675
3.4.1	Configuration NSS	675
3.4.2	Configuration PAM	676
4.	Configuration d'un serveur OpenLDAP	676
4.1	Généralités	677
4.1.1	Structure et terminologie	677
4.1.2	Schéma	678
4.1.3	Désignation des objets	678
4.1.4	Authentification auprès d'un annuaire LDAP	679
4.1.5	Le format LDIF	679
4.2	Le serveur OpenLDAP	679
4.2.1	Gestion du service	680
4.2.2	Configuration du service d'annuaire	681
4.2.3	Génération d'un mot de passe chiffré : slappasswd	682
4.2.4	Contrôle de la configuration : slaptest	682
4.2.5	Démarrage du serveur	683
4.2.6	Utilitaires LDIF	683
4.2.7	Indexation de l'annuaire	685
5.	Utilisation d'un client LDAP	686
5.1	Fichier de configuration du client	686
5.2	Interrogation de l'annuaire : ldapsearch	687
5.3	Gestion du mot de passe : ldappasswd	689
5.4	Ajout d'objets dans un annuaire avec ldapadd	690
5.5	Modification d'objets : ldapmodify	692
5.6	Suppression d'objets : ldapdelete	693
5.7	Outils graphiques	694

Chapitre 12

Services e-mail

1.	Services e-mail	695
1.1	Utilisation des serveurs de messagerie	695
1.1.1	Compétences principales	695
1.1.2	Éléments mis en œuvre	695

1.2	Gestion de la distribution des e-mails	696
1.2.1	Compétences principales	696
1.2.2	Éléments mis en œuvre	696
1.3	Gestion de l'accès aux boîtes e-mail	696
1.3.1	Compétences principales	696
1.3.2	Éléments mis en œuvre	696
2.	Utilisation des serveurs de messagerie	697
2.1	Le protocole SMTP	697
2.1.1	Syntaxe du protocole	697
2.1.2	Exemple	698
2.2	Les principaux serveurs de messagerie	698
2.2.1	sendmail	698
2.2.2	Exim	699
2.2.3	Postfix	699
2.3	Configuration de base de Postfix	699
2.3.1	Gestion des comptes de messagerie	699
2.3.2	Alias de messagerie	700
2.3.3	Le fichier de configuration de Postfix	701
2.3.4	Paramètres actifs	702
2.3.5	La commande postfix	702
2.3.6	Test de fonctionnement du serveur	703
2.4	La commande mail	704
2.5	Configuration de Postfix pour TLS	705
2.6	Gestion de domaines virtuels	705
2.6.1	Définition des domaines virtuels	705
2.6.2	Gestion des comptes de messagerie des domaines virtuels	705
2.7	Gestion de quotas	706
3.	Gestion de la distribution des e-mails	706
3.1	Formats de stockage des messages	706
3.1.1	Le format mbox	706
3.1.2	Le format maildir	708
3.1.3	Utilisation du format maildir par Postfix	708
3.2	procmail	709
3.2.1	Paramétrage de Postfix	709
3.2.2	Configuration de procmail	709

- 3.3 Sieve..... 710
 - 3.3.1 Composants d'un filtre Sieve 710
 - 3.3.2 La structure if. 711
 - 3.3.3 Les commandes d'action 711
 - 3.3.4 Les critères de sélection 712
 - 3.3.5 Les opérateurs de comparaison 712
 - 3.3.6 L'extension vacation 713
 - 3.3.7 Exemple 713
- 4. Gestion de l'accès aux boîtes e-mail 714
 - 4.1 Le protocole POP3. 714
 - 4.2 Le protocole IMAP4 714
 - 4.3 Serveurs courrier imap et courrier pop..... 715
 - 4.3.1 Format de stockage des messages 715
 - 4.3.2 Configuration des services 715
 - 4.3.3 Validation de l'authentification 715
 - 4.4 Le serveur Dovecot 716
 - 4.4.1 Configuration..... 716
 - 4.4.2 Visualisation de la configuration courante : doveconf 716
 - 4.4.3 La commande doveadm. 718

Chapitre 13
Sécurité du système

- 1. Sécurité du système..... 719
 - 1.1 Configuration d'un routeur 719
 - 1.1.1 Compétences principales..... 719
 - 1.1.2 Éléments mis en œuvre 720
 - 1.2 Gestion des serveurs FTP 720
 - 1.2.1 Compétences principales..... 720
 - 1.2.2 Éléments mis en œuvre 720
 - 1.2.3 Shell sécurisé (SSH) 720
 - 1.2.4 Compétences principales..... 721
 - 1.2.5 Éléments mis en œuvre 721
 - 1.3 Tâches de sécurité..... 721
 - 1.3.1 Compétences principales..... 721
 - 1.3.2 Éléments mis en œuvre 721

1.4	OpenVPN	722
1.4.1	Compétences principales	722
1.4.2	Éléments mis en œuvre	722
2.	Configuration d'un routeur	722
2.1	Configuration d'un serveur Linux en tant que routeur	722
2.1.1	Activation du routage	723
2.1.2	La table de routage	723
2.1.3	Gestion des routes statiques	724
2.1.4	Modifier la table de routage : ip route	724
2.1.5	Modifier la table de routage : route	726
2.2	iptables	727
2.2.1	Les tables	728
2.2.2	Les chaînes	728
2.2.3	Les cibles (targets)	728
2.2.4	Les critères de sélection	729
2.2.5	Le traitement des règles	729
2.3	Administration d'un pare-feu avec iptables	730
2.3.1	Stratégies de chaînes	730
2.3.2	Création de règles	731
2.3.3	Gestion des règles	732
2.3.4	Gestion des flux retour	733
2.3.5	Exemple de configuration	734
2.4	Gestion du NAT (Network Address Translation)	735
2.4.1	Principe de la traduction d'adresses NAT	735
2.4.2	Configuration NAT d'un routeur iptables	735
2.4.3	Connexion d'un réseau privé à un réseau public	735
2.5	Sauvegardes et restauration des règles de filtrage	736
2.5.1	Sauvegarde des règles courantes	736
2.5.2	Restauration des règles de filtrage	737
3.	Gestion des serveurs FTP	737
3.1	Le protocole FTP	737
3.1.1	Principes de fonctionnement	737
3.1.2	Modes FTP actif et FTP passif	738
3.2	Les clients FTP	738
3.2.1	Les clients FTP graphiques	738
3.2.2	Le client FTP en ligne de commande	738
3.2.3	Mode anonyme	739

3.2.4	Mode compte utilisateur	740
3.3	Le serveur FTP Pure-FTPD	740
3.3.1	Options de fonctionnement	740
3.4	Le serveur FTP vsftpd	741
3.4.1	Configuration du serveur FTP	741
3.4.2	Liste d'utilisateurs autorisés ou interdits	742
3.5	Le serveur FTP ProFTPD	742
4.	Shell sécurisé (SSH)	743
4.1	Utilisations de OpenSSH	743
4.1.1	Configuration du serveur OpenSSH	743
4.1.2	Chiffrement des communications	744
4.2	Gestion des authentifications	744
4.2.1	Authentification par mot de passe et empreinte numérique	744
4.2.2	Authentification par clés	745
4.2.3	Création de la paire de clés sur le client	745
4.2.4	L'agent SSH	748
4.3	Confidentialité des communications	749
4.3.1	Session interactive avec SSH	749
4.3.2	Copie de fichiers	749
4.3.3	Utilisation d'applications dans des tunnels SSH	750
4.3.4	Renvoi de sessions X11 via SSH	750
5.	Tâches de sécurité	751
5.1	Commandes de test et de surveillance	751
5.1.1	La commande nc	751
5.1.2	La commande nmap	751
5.2	Les systèmes IDS (Intrusion Detection System)	752
5.2.1	Techniques d'analyse	752
5.2.2	Sources d'information	752
5.3	Fail2Ban	753
5.4	Snort	753
5.4.1	Les composants	753
5.4.2	Gestion des sources d'information	754
5.4.3	Gestion des alertes	754
5.5	OpenVAS	754
5.5.1	Le serveur OpenVAS	754
5.5.2	Les clients OpenVAS	755
5.5.3	Base de données de vulnérabilités	755

6. OpenVPN.....	755
6.1 Les principes d'OpenVPN.....	755
6.1.1 Authentification.....	755
6.1.2 Confidentialité.....	755
6.1.3 Types de fonctionnement réseau.....	756
6.2 Création d'un tunnel point-à-point.....	756
6.2.1 Authentification par clé partagée.....	756
6.2.2 Fichiers de configuration.....	757
6.2.3 Mise en œuvre du tunnel VPN.....	758
Index.....	761