

Introduction

A. Pourquoi se certifier ?	25
B. Les certifications LPI.	25
C. La certification LPIC-1	27
1. Les objectifs	27
2. Les supports de cours	28
3. Passer les examens	28
a. Inscription	28
b. Coût	28
c. Centre d'examen	28
d. Déroulement	28
e. Réussite	29
D. Contenu du livre	29

Chapitre 1**Présentation de Linux**

A. Bienvenue dans le monde Linux	34
1. Un système en évolution	34
2. Le système d'exploitation	34
3. Le système Unix, une brève histoire	36
a. De Multics à Unix	36
b. Le langage C	37
c. Les différents types d'Unix	37
B. Le logiciel libre	37
1. Les origines du logiciel libre	37
2. GNU/Linux	38
a. Linus Torvalds	38
b. Le succès communautaire	39
c. Les années 1994-1997	39
d. Linux aujourd'hui	40
C. Les distributions	41
1. Qu'est-ce qu'une distribution Linux ?	41
2. Debian	41
3. Ubuntu	42
4. Les distributions de type Red Hat	43
5. openSUSE	44
6. Les autres distributions	45
7. Tester une distribution : LiveCD, LiveDVD ou LiveUSB	45

8. Distribution de secours	46
D. Quel matériel pour Linux ?	46
1. L'architecture	46
2. Configuration matérielle de base.	46
3. Compatibilité du matériel.	47
E. Obtenir des informations et de l'aide concernant Linux	48
F. Validation des acquis : questions/réponses	49
G. Travaux pratiques	51
1. Distributions	51
2. Documentation	52

Chapitre 2**Installation de Linux et des logiciels**

A. Installer une distribution	58
1. Déterminer les caractéristiques d'installation	58
2. Paramètres d'installation	58
3. Procédure d'installation	58
4. Partitionnement des disques.	59
5. Configuration des interfaces réseau.	59
6. Sélection des paquets logiciels	60
7. Redémarrage.	60
B. Les gestionnaires de paquets logiciels	60
1. Notion de paquet logiciel (package)	60
C. Les paquets logiciels Red Hat	61
1. Le gestionnaire RPM	61
2. Installation, mise à jour et suppression	61
3. Cas du noyau.	62
4. Requêtes RPM.	63
5. Vérification des paquets logiciels	65
6. Les dépendances	66
7. Extraction du contenu cpio d'un paquet logiciel	66
8. Mises à jour automatisées	66
D. Le gestionnaire de paquets YUM	66
1. Configuration des dépôts	67
2. Utilisation des dépôts	69
a. Rafraîchir le cache	69
b. Lister les paquets logiciels	69
c. Installer des paquets logiciels	70

d. Mises à jour	71
e. Rechercher un paquet logiciel	72
f. Désinstaller un paquet logiciel	72
g. Télécharger un fichier paquet logiciel	73
E. Le gestionnaire de paquets DNF	73
F. Les paquets logiciels Debian	74
1. dpkg : la commande de gestion de paquets Debian	74
2. Installation, mise à jour et suppression de paquets logiciels	74
3. Requêtes de recherche et sélection de paquets	75
a. Lister les paquets	75
b. Trouver un paquet contenant un fichier	76
c. Lister le contenu d'un paquet	76
4. Reconfigurer un paquet logiciel	77
G. Le gestionnaire de paquets APT	77
1. Les dépôts de paquets logiciels	77
a. Configuration	77
b. Mise à jour de la base	78
2. Mise à jour de la distribution	78
3. Rechercher et installer un paquet logiciel individuel	79
4. Client graphique	80
H. Le gestionnaire de paquets aptitude	81
1. apt ou aptitude ?	81
2. Installation d'aptitude	81
3. Utilisation	81
I. Le gestionnaire de paquets logiciels Zypper	82
1. Gestion des dépôts	82
2. Gérer les paquets logiciels	83
J. Gérer les bibliothèques partagées	85
1. Lieu de stockage	86
2. Identifier les bibliothèques liées à un programme	87
3. Configurer le cache de l'éditeur de liens	87
4. Recherche des bibliothèques partagées	87
K. Validation des acquis : questions/réponses	89
L. Travaux pratiques	94
1. Schéma de partitionnement	94
2. Gestion des RPM et Yum	95
3. Gestion de DPKG et APT	99

4. Bibliothèques partagées	102
 Chapitre 3	
A. Le shell bash	108
1. Rôle du shell	108
2. Bash : le shell Linux par défaut	108
a. Un shell puissant et libre	109
b. L'invite de commandes	109
3. Utiliser le shell	109
a. La saisie sur la ligne de commande	109
b. Syntaxe générale des commandes	110
c. Exemple de commande : cal	110
d. Enchaîner les commandes	112
e. Afficher du texte	112
f. Commandes internes et externes	113
g. Séquences de contrôle	113
4. Historique des commandes	114
B. La gestion des fichiers	115
1. Le système de fichiers	115
2. Les différents types de fichiers	115
a. Les fichiers ordinaires ou réguliers	115
b. Les répertoires	116
c. Les fichiers spéciaux	116
3. Nommage des fichiers	117
4. Chemins d'accès	117
a. Structure d'un chemin d'accès	117
b. Chemin d'accès absolu	117
c. Répertoire de connexion et répertoire courant	118
d. Chemin d'accès relatif	118
e. Le caractère tilde	119
f. Changer de répertoire courant	120
5. Les commandes de base	120
a. Aide pour la syntaxe des commandes	120
b. Lister les fichiers et les répertoires	121
c. Gérer les fichiers et les répertoires	123
d. Les caractères génériques	130
 Le shell et les commandes GNU	

C. Rechercher des fichiers avec la commande find	132
1. Critères de recherche	133
a. Recherche par nom	133
b. Recherche par type	133
c. Recherche par propriétaire ou groupe associé	134
d. Recherche par taille	134
e. Recherche par date	135
f. Recherche par permissions d'accès	136
2. Commandes exécutées avec les fichiers recherchés	137
a. Recherche avec liste détaillée	137
b. Recherche avec exécution d'une commande	138
3. Combinaison logique de critères	138
4. Rechercher des informations sur une commande	139
a. whereis	139
b. which	139
c. locate	140
D. L'éditeur vi	140
1. Présentation	140
2. Fonctionnement	141
3. Les commandes de base de vi	141
a. Passer en mode saisie	141
b. Ouvrir la ligne de commande de vi	141
c. Quitter l'éditeur	142
d. Déplacement dans le fichier	142
e. Modification de texte	143
f. Expressions régulières	143
g. Recherche dans le texte	144
h. Remplacement de texte	144
i. Copier-coller	145
j. Substitution	145
k. Autres commandes de vi	146
E. Les redirections des entrées/sorties standards	146
1. Les entrées/sorties standards	146
2. Les entrées/sorties standards par défaut	147
F. La redirection	147
1. Redirection de la sortie standard	147
2. Redirection de la sortie d'erreur standard	149

3. Redirection de la sortie et de la sortie d'erreur standards dans un même fichier	150
4. Redirection de l'entrée standard	151
5. Documents en ligne	152
6. Ouverture de descripteurs de fichiers supplémentaires	152
7. Fermeture de descripteurs de fichiers	153
8. Les tubes (pipes)	153
G. Les commandes filtres	153
1. Compter des lignes, des mots, des caractères	154
2. Sélection de lignes	154
a. grep	154
b. egrep	156
c. fgrep	157
d. sed	157
3. Sélection de parties de lignes	158
a. Sélection par position	158
b. Sélection par champs	159
4. Tri de lignes	160
5. Suppression des doublons	162
6. Jointure de deux fichiers triés	163
a. Concaténation de fichiers ligne à ligne	163
7. Découpage d'un fichier en plusieurs fichiers	164
8. Substitution et suppression de caractères dans un fichier	165
a. La commande tr	165
9. xargs	166
10. Affichage de texte	166
a. Affichage page par page	166
b. Affichage des premières lignes d'un fichier	168
c. Affichage des dernières lignes d'un fichier	169
d. Formater l'affichage	169
11. Duplication de la sortie standard	169
H. Autres commandes utilitaires	170
1. Extraction d'une partie d'un chemin d'accès	170
2. Comparaison de fichiers	170
a. diff	170
b. cmp	172
3. Mise en attente	172
4. Les sommes de contrôle	173

I. La gestion des processus	173
1. Attributs d'un processus	174
2. États d'un processus	174
3. Lancement d'une commande en tâche de fond	175
4. Tâches en avant-plan et en arrière-plan	175
5. Liste des processus	176
6. Envoi d'un signal à un processus	178
7. nohup	179
8. nice et renice	180
9. time	181
10. exec	181
J. Plus loin avec le bash	182
1. Les alias	182
2. Groupement de commandes	183
3. Liaison conditionnelle	183
K. Les variables	184
1. Nom de variable	184
2. Déclaration et affectation	184
3. Accès et affichage	185
4. Suppression de variable et protection en écriture	186
5. Export	187
6. Délimitation du nom de variable	187
7. Remplacement conditionnel de variable	188
8. Variables système	188
9. Variables spéciales	189
10. Longueur d'une chaîne	190
11. Tableaux et champs	190
12. Variables numériques et calcul	191
L. Configuration de bash	192
1. Fichiers de configuration	192
a. Shell de connexion	192
b. Shell simple	192
2. Configuration du shell par la commande set	192
M. Programmation shell	193
1. Structure et exécution d'un script shell	193
2. Arguments d'un script	195
a. Paramètres de position	195
b. Redéfinition des arguments	196

c. Parcours des arguments	196
d. Terminaison de script	197
3. Environnement d'un processus	197
4. Substitution de commande	198
5. Tests logiques	198
a. Tests sur une chaîne	199
b. Tests sur les valeurs numériques	199
c. Tests sur les fichiers	200
d. Tests combinés par des opérateurs logiques	201
e. Nouvelle syntaxe	201
6. Structures de contrôle conditionnelles	202
a. if ... then ... else	202
b. Structure de choix multiples	203
c. Saisie utilisateur	204
d. Les boucles	205
e. Les fonctions	210
f. Calculs et expressions	211
g. Traitement des signaux	213
N. Multiplexeurs de terminal	214
1. Utilisation	214
a. Installation et aide	214
b. Fenêtres	214
c. Détacher et rattacher	214
d. Terminer la session	215
2. Autres multiplexeurs	215
O. Validation des acquis : questions/réponses	215
P. Travaux pratiques	229
1. Gestion des fichiers	229
2. Rechercher des fichiers	231
3. Les redirections	232
4. Les filtres et utilitaires	232
5. Les processus	233
6. Programmation Shell	234

Chapitre 4**Les disques et le système de fichiers**

A. Représentation des disques	240
1. Nomenclature	240
a. Disques IDE	240
b. Disques SCSI, SATA, USB, FIREWIRE, etc.	240
2. Cas particuliers	241
a. Virtualisation	241
b. SAN, iSCSI, multipathing	241
B. Opérations de bas niveau	242
1. Informations sur les disques	242
C. Choisir un système de fichiers	243
1. Principe	243
a. Représentation	243
b. Les métadonnées	243
c. Les noms des fichiers : les liens physiques	244
d. Les systèmes de fichiers journalisés	244
2. Les types de systèmes de fichiers sous Linux	244
a. Systèmes de fichiers de type ext*	244
b. Systèmes de fichiers de type XFS	245
c. Systèmes de fichiers de type BTRFS	246
d. VFAT (FAT32)	247
e. exFAT	247
f. FUSE	248
D. Partitionnement	248
1. Les méthodes de partitionnement	248
2. Partitionnement MBR (Master Boot Record)	248
a. MBR et BIOS	248
b. MBR	249
c. Les partitions	249
d. Types de partitions	250
3. Partitionnement GPT	250
a. GPT et UEFI	250
b. GUID	251
c. LBA 0	251
d. LBA 1	252
e. LBA 2 à 33	252
f. Types de partitions	253
g. UEFI Boot manager	253

h. La partition système EFI.....	254
4. Manipuler les partitions	255
a. Manipuler les partitions MBR	255
b. Manipuler les partitions GPT	258
E. Manipuler les systèmes de fichiers	259
1. Définitions de base.....	259
a. Bloc	260
b. Superbloc	260
c. Table d'inodes	260
d. Les répertoires	262
e. Lien physique	262
2. Créer un système de fichiers	263
a. Création d'un système de fichiers ext*	264
b. Création d'un système de fichiers XFS	266
c. Création d'un système de fichiers BTRFS	267
d. Création d'un système de fichiers VFAT	268
F. Accéder aux systèmes de fichiers.....	269
1. La commande mount	269
a. Options de montage	271
b. umount	272
c. Remonter un système de fichiers	273
d. Le fichier /etc/fstab	273
e. Systèmes de fichiers de CD/DVD et images ISO	274
G. Contrôler le système de fichiers	275
1. Suivi de l'espace disque par système de fichiers	275
a. Suivi de l'espace disque par arborescence	276
2. Vérifier et réparer les systèmes de fichiers.....	276
a. fsck	276
b. badblocks	277
c. dumpe2fs	277
d. tune2fs	278
3. XFS	279
a. xfs_info	279
b. xfs_growfs	279
c. xfs_repair	280
d. xfs_db et xfs_admin	281
e. xfs_fsr	281

H. Le swap	281
1. Taille optimale de l'espace de swap	281
2. Créer une partition de swap	282
3. Activer et désactiver le swap	282
a. Activation/désactivation dynamique	282
b. Déclaration des zones de swap dans /etc/fstab	283
4. Zone de swap dans un fichier	283
5. État de la mémoire	284
a. free	284
b. /proc/meminfo	284
I. Les droits d'accès	285
1. Les droits de base	285
a. Droits et compte utilisateur	285
b. Droits d'accès	286
2. Représentation des droits d'accès	287
a. Notation symbolique	287
b. Notation octale	287
3. Modification des droits	288
a. Notation symbolique	288
b. Notation octale	289
4. Masque des droits par défaut	289
a. La commande umask	289
5. Changer de propriétaire et de groupe propriétaire	290
6. Droits d'accès étendus	291
a. SetUID et SetGID	291
b. Sticky bit sur un répertoire	292
c. SetGID sur un répertoire	292
J. Validation des acquis : questions/réponses	293
K. Travaux pratiques	302
1. Les disques et partitions	302
2. Création d'un système de fichiers	303
3. Accès et montage du système de fichiers	304
4. Les droits d'accès	305
5. Swap et mémoire	307

Chapitre 5	Démarrage de Linux, services, noyau et périphériques
A. Processus de démarrage	312
1. Le BIOS et l'UEFI	312
a. BIOS	312
b. UEFI	312
c. Choix du périphérique de démarrage	313
2. Le chargeur de démarrage	313
3. GRUB	314
a. Configuration de GRUB legacy	314
b. Installation	315
c. Démarrage et édition d'un choix de menu	315
4. GRUB2	316
a. Configuration	316
b. Démarrage et édition	318
c. Cas de GPT et UEFI	319
5. Initialisation du noyau	320
B. init System V	321
1. Rôle d'init	321
2. Niveaux d'exécution	322
3. /etc/inittab	322
4. Changement de niveau d'exécution	324
5. Paramétrage système de base	324
6. Niveaux d'exécution	325
7. Gestion des niveaux et des services	326
a. Services dans init.d	326
b. Contrôle des services	327
c. Modification des niveaux d'exécution	328
8. Consoles virtuelles	330
9. La procédure de connexion (login)	331
10. Arrêt du système	331
C. systemd	332
1. Unités cibles et services	333
2. Configuration	333
3. Cibles	333
a. Équivalence avec init System V	333
b. Cible par défaut	334
c. Changer de cible par défaut	334
d. Passer d'une cible à l'autre	334

e. Mode secours et urgence	334
f. Cibles actives et dépendances	335
g. Lister toutes les cibles	336
4. Services.	336
a. Actions	336
b. Statut	338
c. Activation	338
d. Dépendances	339
5. Actions système	340
6. Gestion de la console	341
D. upstart.....	341
1. Configuration	342
2. Niveau par défaut	342
3. Compatibilité System V.....	342
4. Commandes de contrôle	343
E. Consulter les traces du système	344
1. dmesg	344
2. /var/log/messages ou /var/log/syslog	345
3. journalctl.....	345
F. Le noyau et ses modules.....	346
1. uname	347
2. Gestion des modules	347
a. lsmod	349
b. modinfo	349
c. insmod	350
d. rmmod	351
e. modprobe	351
f. modprobe.d.....	352
3. Paramètres dynamiques.....	353
a. Systèmes de fichiers virtuels /proc et /sys	353
G. Les fichiers associés aux périphériques.....	356
1. Fichiers spéciaux	356
2. Créer un fichier spécial.....	357
3. Déterminer les composants matériels du système.....	358
a. Bus PCI	358
b. Bus USB	359
c. Systèmes de fichiers virtuels	359
d. udev	362

H. Validations des acquis : questions/réponses	363
I. Travaux pratiques	371
1. GRUB, GRUB2 et le processus de boot	371
2. init et runlevel	372
3. Noyau et modules	373
4. Les périphériques et le matériel	374

Chapitre 6**Les tâches administratives**

A. Administration des utilisateurs	380
1. Les utilisateurs	380
2. Les groupes	381
3. Les mots de passe	382
4. Les fichiers de configuration des utilisateurs et des groupes	382
a. /etc/passwd	382
b. /etc/group	382
c. /etc/shadow	383
d. /etc/gshadow	384
5. Gestion des utilisateurs	384
a. Création d'un compte utilisateur	384
b. Gestion des mots de passe	386
c. Modification d'un compte utilisateur	389
d. Suppression d'un compte utilisateur	389
6. Gestion des groupes d'utilisateurs	390
a. Modification d'un groupe d'utilisateurs	390
b. Suppression d'un groupe d'utilisateurs	390
7. Commandes additionnelles	391
a. Vérifier la cohérence des fichiers de configuration	391
b. Vérifier l'historique des connexions	391
c. Modifications par l'utilisateur	392
d. Interroger les annuaires	395
8. Configuration par défaut des comptes utilisateurs	396
9. Notifications à l'utilisateur	397
a. /etc/issue	397
b. /etc/motd	397
c. Envoi de messages écran aux utilisateurs	398
10. L'environnement utilisateur	398
a. Le répertoire /etc/skel	398
b. Scripts de configuration	399

11. Les modules PAM	399
B. L'impression	401
1. Principe	401
2. Le système d'impression LPD BSD	401
3. CUPS	402
a. Ajout d'une imprimante	404
C. Automatisation des tâches	408
1. Le service cron	408
a. Format d'une ligne de tâche crontab	409
b. La crontab système	410
c. Contrôle d'accès au service cron	411
2. La commande at	411
a. Format de spécification de la tâche différée	412
b. Contrôle des tâches	413
c. Contrôle d'accès à la commande at	414
3. Les timers systemd	414
D. Les fichiers journaux du système	418
1. Les messages	418
2. Configuration de rsyslog	419
3. Le service journald de systemd	421
4. Les fichiers journaux	424
5. La commande journalctl	424
6. Émettre des messages vers journald	426
7. Rotation des fichiers journaux	426
a. logrotate	426
b. journald	427
E. Sauvegarde et restauration	428
1. La commande tar	429
a. Archivage	429
b. Lister le contenu d'une archive	429
c. Restauration	430
d. Compression des fichiers d'archive	431
2. La commande cpio	432
a. Archivage	432
b. Lister le contenu d'une archive	432
c. Restauration	433
3. La commande dd	433

F. Gestion de la date et heure système	434
1. La commande date	434
a. La commande hwclock	436
2. Utiliser le protocole NTP	437
a. Client NTP	437
b. Dérive temporelle	438
3. timedatectl	439
4. chrony	439
G. Les paramètres régionaux	441
1. L'internationalisation (i18n) et la régionalisation (I10n)	441
2. Réglages régionaux	442
a. Variables d'environnement	442
b. Fuseaux horaires	444
3. Codage des caractères	445
H. Validation des acquis : questions/réponses	446
I. Travaux pratiques	454
1. Gestion des utilisateurs	454
2. L'impression	455
3. Automatisation des tâches	456
4. Les journaux du système	457
5. Archivage	459

Chapitre 7

Le réseau

A. TCP/IP	464
1. L'adressage IPv4	464
a. Sous-réseaux	465
b. Routage	466
c. IPv6	467
2. Configuration de base du réseau	468
a. Nommage des interfaces	468
b. NetworkManager	468
3. Commandes de configuration	469
a. Anciennes versions des distributions de type Red Hat	470
b. Anciennes versions des distributions de type Debian	472
c. Routage	472
d. La commande ip	473
e. Configuration avec NetworkManager	475
f. Les numéros de ports	478

4. Outils réseau	479
a. La commande ping	479
b. La commande traceroute	480
c. La commande tracepath	481
d. La commande whois	481
e. La commande nc (netcat)	483
f. La commande netstat	484
g. La commande ss	485
h. La commande IPTraf	487
5. Les fichiers de configuration	487
a. /etc/resolv.conf	487
b. /etc/hosts et /etc/networks	489
c. /etc/nsswitch.conf	489
d. /etc/services	490
e. /etc/protocols	490
6. Contrôle de la résolution de noms	491
a. La commande dig	491
b. La commande host	492
c. La commande getent	492
B. Services réseau xinetd	493
1. Configuration	493
2. Démarrage et arrêt des services	495
C. OpenSSH	496
1. Configuration du serveur ssh	496
2. Utilisation de ssh	497
3. Clés et connexion automatique	497
a. Type de chiffrement	497
b. Exemple de configuration côté client	498
c. Côté serveur	498
d. Copie automatique de la clé publique	499
4. Passphrase et agent SSH	499
5. Authentification de l'hôte	500
D. Courrier électronique	501
1. postfix	502
a. Alias d'utilisateurs	503
b. exim	503
c. qmail	503
E. Validation des acquis : questions/réponses	504

F. Travaux pratiques	511
1. Configuration TCP/IP	511
2. Utiliser quelques commandes réseau	513
3. Le resolver	514
4. Services réseau	515
Chapitre 8	La sécurité
A. Les bases de la sécurité	520
1. Contrôler les droits d'endossement SUID et SGID	520
2. Vérifier les paquets logiciels	522
3. Politique de mot de passe	522
4. Interdire les connexions	523
a. Shell de connexion /bin/false ou /sbin/nologin	523
b. /etc/nologin	523
c. /etc/securetty	524
5. Limiter les ressources pour un compte utilisateur	524
6. Les droits SUDO	525
a. Syntaxe de /etc/sudoers	526
B. Sécurité des services et du réseau	528
1. Vérifier les ports ouverts	528
a. Informations depuis netstat	528
b. L'outil nmap	528
2. Désactiver les services inutiles	530
a. Services autonomes	530
b. Services xinetd	530
3. Les TCP wrappers	531
4. GPG	532
a. Générer les clés	532
b. Générer une clé de révocation	534
c. Gérer le trousseau	535
d. Exporter la clé publique	536
e. Importer une clé	537
f. Signer une clé	538
g. Signer et chiffrer un message	540
C. Validation des acquis : questions/réponses	543

D. Travaux pratiques	547
1. Contrôle des fichiers	547
2. Sécurité des utilisateurs	547
3. Sécurité générale du système	548
4. Sécurité réseau	549

Chapitre 9**Interfaces graphiques**

A. Comment fonctionne un environnement graphique ?	554
1. Le système X Window	554
a. Le gestionnaire de fenêtres	555
b. Les widgets et les toolkits	556
c. Les bureaux virtuels	557
2. Les environnements de bureau	557
B. Wayland	558
C. Xorg	559
1. Installation	559
2. Configuration de Xorg	560
a. Via la distribution	560
b. Xorgcfg	561
c. Xorgconfig	561
d. X	562
3. Structure de xorg.conf	562
a. Sections et sous-sections	562
b. Valeurs booléennes	562
c. Section InputDevice ou InputClass	562
d. Section Monitor	563
e. Section Device	564
f. Section Screen	564
g. Section ServerLayout	565
h. Section Files	565
i. Section Modules	566
j. Section ServerFlags	566
k. xorg.conf.d	567
4. Tester et lancer X	567
a. Vérifier la configuration	567
b. Les fichiers journaux	568
c. Tester le serveur	569

D. Le gestionnaire d'affichage (Display Manager)	569
1. XDM	570
a. Setup : Xsetup	571
b. Chooser : RunChooser	573
c. Startup : Xstartup	573
d. Session : Xsession	574
e. Reset : Xreset	575
f. Resources : Xresources	575
g. Servers : Xservers	575
h. AccessFile : Xaccess et XDMCP	575
2. GDM et KDM	576
3. Gestionnaire d'affichage au démarrage	578
a. System V et inittab	578
b. System V et services	578
c. Cible systemd	578
E. Gestionnaire de fenêtres et l'environnement personnel	579
1. Via le gestionnaire d'affichage	579
2. startx	580
3. Les terminaux en mode graphique	580
4. Les gestionnaires de fenêtres	581
5. Exporter ses fenêtres	584
F. Bureau distant	585
1. RDP	585
2. VNC	587
3. Spice	588
G. Accessibilité	588
1. Assistance au clavier et à la souris	589
2. Assistance visuelle et auditive	591
H. Validation des acquis : questions/réponses	591
I. Travaux pratiques	597
1. Comprendre X Window	597
2. Utiliser un bureau distant avec RDP	598

Chapitre 10	Machines virtuelles, containers et Cloud
A. La virtualisation	604
1. Le Cloud	604
2. Intérêt	604
3. Compétence	606
4. Choix de la solution	606
B. Méthodes de virtualisation	606
1. L'isolation	606
2. Noyau en espace utilisateur	607
3. Hyperviseur de type 2	607
4. Hyperviseur de type 1	608
5. Virtualisation matérielle	609
C. Paravirtualisation	609
1. Principe	609
2. VirtIO	610
3. Virtualisation de la mémoire	610
4. Virtualisation des périphériques	611
5. Sécurité	611
6. Configuration particulière	612
D. Les containers	612
1. Principe	612
2. Container et machine virtuelle	613
3. Les espaces de nommage	614
4. Les groupes de contrôle	615
5. Docker	615
6. Un exemple complet	616
a. Créer une image	616
b. Démarrer un container	618
c. Arrêt du container	618
d. Exposition du container	618
e. Fichiers journaux du container	619
f. Supprimer le container et l'image	620
7. Sécurité	620
E. Le Cloud	620
1. Services Cloud	621
2. Fournisseurs	622
3. Exemple d'AWS	622
4. Zones géographiques	623

5. Tester	623
6. Cloud-init	627
F. Systèmes invités.	628
1. Hyperviseur et additions	628
2. L'accès à la console ou l'affichage	629
a. Spice et KVM	629
b. Client Spice	630
c. Autres cas.	631
G. Validation des acquis : questions/réponses	631
H. Travaux pratiques	634
1. Créer un container	634
 Tableau des objectifs	637
 Index	639

Chapitre 1	La certification LPIC-2
A. Introduction	31
B. Les certifications LPIC	31
C. La certification LPIC-2	32
D. Organisation du livre	33
E. Le réseau de travaux pratiques	33
1. Les serveurs principaux	33
2. Les postes clients	34
3. Le réseau	34

Chapitre 2	Démarrage du système
-------------------------	-----------------------------

A. Démarrage du système	38
1. Personnalisation du démarrage du système	38
a. Compétences principales	38
b. Éléments mis en œuvre	38
2. Récupération du système	38
a. Compétences principales	39
b. Éléments mis en œuvre	39
3. Chargeurs d'amorçage alternatifs	39
a. Compétences principales	39
b. Éléments mis en œuvre	40
B. Personnalisation du démarrage du système	40
1. init System V	40
2. Le processus init	41
a. Processus enfants d'init	41
b. Configuration du processus init	41
3. Les niveaux d'exécution init System V	43
a. Les différents niveaux d'exécution (run levels)	43
b. Configuration des différents niveaux d'exécution	44
c. Scripts de gestion des services	44
d. Niveaux d'exécution et services	46
4. Gestion des niveaux d'exécution init system V	47
a. Niveau d'exécution courant	47
b. Changer de niveau d'exécution	48
c. Commandes de gestion du contenu des niveaux d'exécution	48
d. Script indépendant du niveau d'exécution : /etc/rc.local	49

5. systemd	49
a. Démarrage de systemd	49
b. Répertoire de travail de systemd	51
c. Répertoires de configuration de systemd	52
d. La commande systemctl	53
6. Les cibles systemd	53
a. Cible par défaut	54
b. Configuration des cibles	54
c. Cibles et niveaux d'exécution	55
d. Modifier la cible lors du chargement du noyau	55
7. Gestion des services par systemd	55
a. Liste et état des services	57
b. Démarrage et arrêt des services	58
c. Activation et désactivation des services	58
d. Journal de systemd	59
8. Arrêt et redémarrage du système par systemd	60
C. Récupération du système	60
1. Amorçage du système	60
a. BIOS	60
b. UEFI	60
c. NVMe	61
2. Le gestionnaire de démarrage GRUB	61
a. Configuration de GRUB Legacy	61
b. Configuration de GRUB 2	63
c. Configuration de GRUB 2 en mode UEFI	64
d. Utilisation de GRUB en mode interactif	65
e. Réinstallation depuis un système non démarrable	65
f. Shell de secours au démarrage	66
g. Modes systemd rescue et emergency	66
D. Chargeurs d'amorçage alternatifs	67
1. SYSLINUX et EXT LINUX	67
2. ISOLINUX	67
3. PXELINUX	68
4. systemd-boot	69
5. U-Boot	69
E. Validation des acquis : questions/réponses	69
F. Travaux pratiques	71
1. Changement du mot de passe de root en mode secours	71

Chapitre 3	Systèmes de fichiers et périphériques
A. Système de fichiers et périphériques	78
1. Administration du système de fichiers Linux	78
a. Compétences principales	78
b. Éléments mis en œuvre	78
2. Maintenance du système de fichiers Linux	78
a. Compétences principales	78
b. Éléments mis en œuvre	79
3. Création et configuration de systèmes de fichiers optionnels	79
a. Compétences principales	79
b. Éléments mis en œuvre	79
B. Administration du système de fichiers Linux	80
1. Composants du système de fichiers Linux	80
2. Systèmes de fichiers physiques	80
3. Systèmes de fichiers virtuels	81
a. Le système de fichiers virtuel proc	81
b. Le système de fichiers virtuel sys	83
4. Identification des systèmes de fichiers	83
a. Fichier spécial en mode bloc	83
b. Label	84
c. UUID	84
d. Visualiser les identifiants	84
e. Gestion du label d'un système de fichiers	85
f. Gestion de l'UUID d'un système de fichiers	86
5. Montage et démontage des systèmes de fichiers	87
a. Configuration du montage des systèmes de fichiers	87
b. Monter un système de fichiers : mount	88
c. Démonter un système de fichiers : umount	90
d. Suivi des systèmes de fichiers montés	91
e. Vidage des caches d'entrées-sorties	92
6. Montage par systemd	92
a. Unité de montage systemd	93
b. Activation de l'unité de montage	94
c. Montage/démontage manuel de l'unité de montage	94
d. Montage/démontage automatique de l'unité de montage	94
e. Exemples	94
7. Gestion des zones de swap	96
a. Taille de la zone de swap	96
b. Configuration du swap	97

c. Visualisation des espaces de swap	97
d. Activation d'un espace de swap	98
e. Désactivation d'un espace de swap	99
C. Maintenance des systèmes de fichiers Linux	99
1. Création et contrôle des systèmes de fichiers	99
a. Création d'un système de fichiers : mkfs	100
b. Vérification des systèmes de fichiers	101
2. Création d'une zone de swap	102
a. Choix des espaces de swap	102
b. Nature de l'espace de swap	102
c. Création de l'espace de swap : mkswap	103
d. Contrôle du swap	104
3. Les principaux types de systèmes de fichiers Linux	104
a. Systèmes de fichiers de type ext*	104
b. Systèmes de fichiers de type XFS	105
c. Systèmes de fichiers de type Btrfs	106
d. Systèmes de fichiers de type ZFS	106
4. Gestion des systèmes de fichiers de type ext2, ext3 et ext4	108
a. Création d'un système de fichiers ext*	108
b. Vérification d'un système de fichiers ext*	109
c. Gestion des paramètres d'un système de fichiers avec tune2fs	110
d. Débogage d'un système de fichiers ext*	112
e. Sauvegarde de système de fichiers ext*	114
f. Restauration de système de fichiers ext*	115
5. Gestion de base des systèmes de fichiers de type Btrfs	116
a. Création de système de fichiers Btrfs	116
b. Conversion de système de fichiers ext* en Btrfs	118
c. Informations sur un système de fichiers Btrfs	119
d. Montage d'un système de fichiers Btrfs	121
e. Sous-volumes Btrfs	121
f. Instantanés Btrfs	123
6. Gestion des systèmes de fichiers de type XFS	125
a. Création de système de fichiers XFS	125
b. Gestion du label d'un système de fichiers XFS	126
c. Informations sur un système de fichiers XFS	126
d. Extension d'un système de fichiers XFS	127
e. Sauvegarde d'un système de fichiers XFS	128
f. Restauration d'un système de fichiers XFS	130
g. Réorganiser un système de fichiers XFS	132

h. Vérifier un système de fichiers XFS	133
i. Réparer un système de fichiers XFS	133
7. Surveillance des périphériques SMART	135
a. Le paquet smartmontools	135
b. Le daemon smartd	135
c. La commande smartctl	136
D. Création et configuration de systèmes de fichiers optionnels	140
1. Service d'automontage	140
a. Configuration du service autofs/automount	141
b. Démarrage et arrêt du service	142
c. Exemple	143
2. Automontage par systemd	144
a. Unité de montage automatique systemd	144
b. Exemple de montage automatique par systemd	145
3. Systèmes de fichiers de périphériques amovibles	147
a. Lister les informations d'un CD-ROM/DVD	147
b. Copie d'un CD-ROM/DVD dans une image ISO	149
c. Création d'une image ISO	151
4. Chiffrement de systèmes de fichiers	153
a. Principes du chiffrement Linux	153
b. Chiffrement d'un fichier	154
c. Chiffrement de l'espace de stockage	155
d. Utilisation d'un espace de stockage chiffré	156
e. Chiffrement au niveau système de fichiers	158
E. Validation des acquis : questions/réponses	160
F. Travaux pratiques	161
1. Configuration et utilisation d'un système de fichiers ext4	161
2. Ajout d'un espace de swap	165
3. Gestion d'un système de fichiers XFS	167

Chapitre 4	Gestion des périphériques de stockage
A. Gestion des périphériques de stockage	182
1. Configuration des disques RAID	182
a. Compétences principales	182
b. Éléments mis en œuvre	182

2. Optimiser l'accès aux périphériques de stockage	182
a. Compétences principales	182
b. Éléments mis en œuvre	182
3. Logical Volume Manager.	183
a. Compétences principales	183
b. Éléments mis en œuvre	183
B. Configuration des disques RAID	183
1. Les principaux niveaux de RAID	184
a. Le RAID 0	184
b. Le RAID 1	184
c. Le RAID 5	185
2. Configuration du RAID	185
a. Création d'un volume RAID	185
b. Type de partition RAID.	187
c. État d'un volume RAID	188
d. Arrêt et suppression d'un volume RAID	190
3. Exploitation d'un volume RAID.	191
a. Remplacement d'un espace disque	191
b. Exemple d'utilisation d'un volume RAID 1	191
C. Optimiser l'accès aux périphériques de stockage	195
1. Gestion des disques durs locaux	195
a. Détermination des fichiers spéciaux.	195
b. Le service udev	196
c. Interagir avec le service udev	196
d. Les liens symboliques dans /dev/disk	199
e. Le système de fichiers virtuel sysfs	200
f. La commande dmesg.	200
g. Les commandes ls*	201
2. Gestion bas niveau des périphériques de stockage	202
a. La commande hdparm	202
b. La commande sdparm	203
c. Gestion des disques SSD.	205
d. Gestion des blocs défectueux	206
e. Identifiant SCSI	207
3. Les réseaux de stockage SAN	207
4. Gestion des disques iSCSI.	207
a. Terminologie.	208
b. Paquets logiciels iSCSI	209
c. Linux en tant que client iSCSI	209

d. Linux en tant que serveur iSCSI	213
D. Logical Volume Manager	217
1. Architecture des volumes logiques	218
2. Configuration du gestionnaire LVM	219
3. Syntaxe générale des commandes LVM	221
4. Les volumes physiques	222
a. Création d'un volume physique	223
b. Informations sur les volumes physiques	224
c. Suppression d'un volume physique	225
5. Les groupes de volumes	225
a. Création d'un groupe de volumes	225
b. Informations sur les groupes de volumes	226
c. Ajout/retrait d'un volume physique	227
d. Suppression de groupes de volumes	230
6. Les volumes logiques	230
a. Création d'un volume logique	231
b. Informations sur les volumes logiques	232
c. Extension d'un volume logique	235
d. Réduction d'un volume logique	236
e. Suppression de volumes logiques	237
f. Volumes logiques et système de fichiers	237
7. Instantané LVM (snapshot)	241
a. Création d'un volume logique instantané	241
E. Validation des acquis : questions/réponses	244
F. Travaux pratiques	246
1. Mise en œuvre d'un espace de stockage en RAID 1 (miroir)	246
2. Mise en œuvre d'un groupe de volumes	252

Chapitre 5 Configuration du réseau

A. Configuration du réseau	266
1. Configuration de base du réseau	266
a. Compétences principales	266
b. Éléments mis en œuvre	266
2. Configuration avancée du réseau	266
a. Compétences principales	266
b. Éléments mis en œuvre	267

3. Dépannage réseau	267
a. Compétences principales	267
b. Éléments mis en œuvre	267
B. Configuration de base du réseau.....	268
1. Adresses IPv4 et IPv6.....	268
2. Paramétrage de base d'une connexion IPv4.....	269
a. Réseau/sous-réseau	269
b. Adresse IP	269
c. Masque de sous-réseau.....	270
d. Passerelle par défaut	270
3. Paramétrage de base d'une connexion IPv6.....	270
a. Adresse IPv6	270
b. Masque de sous-réseau.....	273
c. Passerelle par défaut	274
4. Configurer dynamiquement une interface réseau Ethernet.....	274
a. Nom d'une interface réseau.....	274
b. La commande ip.....	275
c. Gérer les adresses IP : ip address	276
d. Gérer les adresses IP : ifconfig	279
e. Configurer la passerelle par défaut : ip route.....	283
f. Configurer la passerelle par défaut : route.....	285
g. ping et ping6	287
h. Résolution d'adresse IPv4/MAC avec ARP	289
i. Résolution d'adresse IPv6/MAC avec NDP	292
5. Configurer une interface réseau sans fil	293
a. La commande iw	293
b. Les commandes iwconfig et iwlist	297
C. Configuration avancée du réseau	299
1. Connexion à un réseau sans fil	299
a. Réseaux sans fil non sécurisés	299
b. Réseaux sans fil sécurisés	304
c. Configuration d'une connexion sécurisée WPA/WPA2	305
2. Connexion sur plusieurs réseaux	308
a. Configuration multi-réseau (multihommed)	308
b. Configuration d'une interface multi-réseau	310
c. Routage statique par un serveur multi-réseau	312
3. Outils de diagnostic et de suivi de l'activité réseau	315
a. Suivi de l'activité avec netstat	316
b. Suivi de l'activité avec ss	318

c. Suivi des sockets ouverts avec lsof -i	320
d. Tests de communication avec nc (nc)	321
e. Tester les ports ouverts distants : la commande nmap	324
f. Capture du trafic réseau : tcpdump	327
D. Dépannage du réseau	329
1. Le service NetworkManager	330
2. Configuration du démarrage du réseau	331
3. Configuration réseau de type Debian	332
a. Le fichier /etc/network/interfaces	332
b. Interface avec plusieurs adresses IP de même version	334
c. Démarrage du réseau par le script networking	335
4. Configuration réseau de type Red Hat	336
a. Les fichiers /etc/sysconfig/network-scripts/ifcfg*	336
b. Interface avec plusieurs adresses IP de même version	338
c. Démarrage du réseau	338
5. Contrôle du routage	339
a. Les commandes ip route et route	339
b. traceroute	340
6. Configuration de la résolution de noms d'hôtes	341
a. Configuration du nom d'hôte	341
b. Configuration de la résolution de noms	342
c. Configuration d'un client DNS	343
7. Restriction d'accès aux services réseau	344
a. Configuration de TCP Wrappers	344
8. Fichiers journaux	345
a. Fichiers journaux du système	345
b. Le journal de systemd	346
E. Validation des acquis : questions/réponses	347
F. Travaux pratiques	349
1. Configuration réseau dynamique	350
2. Configuration de l'initialisation du réseau	356

Chapitre 6 **Maintenance du système**

A. Maintenance du système	368
1. Compilation et installation de programmes à partir des sources	368
a. Compétences principales	368
b. Éléments mis en œuvre	368

2. Sauvegardes	368
a. Compétences principales	368
b. Éléments mis en œuvre	369
3. Informer les utilisateurs d'événements système.	369
a. Compétences principales	369
b. Éléments mis en œuvre	369
B. Compilation et installation de programmes à partir des sources	369
1. Installation à partir de fichiers sources	370
a. Récupération des sources	370
b. Décompression des sources	370
c. Restauration du fichier d'archivage	371
d. Configuration de la compilation	373
e. Compilation	376
f. Installation des exécutables	378
g. Nettoyage des sources	379
h. Désinstallation d'un programme	381
2. Installation de correctifs logiciels (patches)	381
C. Sauvegardes	384
1. Que faut-il sauvegarder ?	384
a. Systèmes de fichiers	385
b. Répertoires	385
2. Sur quels médias sauvegarder ?	386
a. Bande ou cartouche magnétique	386
b. Disque dur	387
c. Disque optique	387
d. Réseau	387
3. Stratégies de sauvegardes	387
4. Les commandes de sauvegarde et de restauration	388
a. La commande tar	389
b. La commande cpio	394
5. Les logiciels de sauvegarde	397
a. Bacula et Bareos	397
b. AMANDA	397
c. BackupPC	397
d. Logiciels commerciaux	397
6. Duplication de disque : la commande dd	397
7. Synchronisation de données : la commande rsync	399
a. Syntaxe	399
b. Exemple	400

D. Informer les utilisateurs	401
1. Les fichiers /etc/issue et /etc/issue.net	401
2. Le fichier /etc/motd	402
3. La commande wall	403
4. Prévenir avant l'arrêt du système	404
a. Arrêt du système avec la commande shutdown	404
b. Arrêt du système avec la commande systemctl	405
E. Validation des acquis : questions/réponses	406
F. Travaux pratiques	408
1. Installation d'une application à partir des fichiers sources	408
2. Sauvegarde et restauration	414

Chapitre 7 **Le noyau Linux**

A. Le noyau Linux	420
1. Les composants du noyau	420
a. Compétences principales	420
b. Éléments mis en œuvre	420
2. Compilation du noyau	420
a. Compétences principales	420
b. Éléments mis en œuvre	421
3. Gestion et dépannage du noyau	421
a. Compétences principales	421
b. Éléments mis en œuvre	422
B. Les composants du noyau	422
1. Le noyau	423
2. Les modules de noyau	423
3. Les versions du noyau	424
4. Les fichiers images du noyau	425
5. Le fichier disque virtuel complémentaire du noyau	426
6. La documentation du noyau	426
C. Compilation du noyau	427
1. Téléchargement des sources du noyau	428
a. Paquet logiciel	428
b. Fichier archive compressé	429
2. Configuration et compilation du noyau	431
a. Nettoyage du répertoire de compilation	431
b. Génération du fichier de réponse	432

c. Exemple de configuration	432
d. Compilation du noyau	433
e. Compilation des modules de noyau	434
f. Gestion des modules de noyau par DKMS.	435
3. Installation du nouveau noyau	435
a. Installation des modules	435
b. Installation du noyau	436
c. Création du fichier disque virtuel des modules.	436
d. Configuration du gestionnaire de démarrage	437
D. Gestion et dépannage du noyau	438
1. Gestion des modules de noyau LKM	438
a. Emplacement des modules	438
b. Liste des modules LKM chargés en mémoire	440
c. Déchargement d'un module	441
d. Chargement d'un module	442
e. Chargement des modules au démarrage du système	442
f. Configuration du chargement des modules	443
g. Installation manuelle d'un module LKM	443
h. Paramétrage des modules : modinfo, modprobe	443
2. Configuration dynamique via /proc/sys	444
3. La commande sysctl	446
a. Visualisation des paramètres du noyau et des modules	446
b. Modification des paramètres du noyau et des modules	447
E. Validation des acquis : questions/réponses	448
F. Travaux pratiques	450
1. Gestion d'un module de noyau LKM	450

Chapitre 8	Planification des ressources
A. Planification des ressources	460
1. Mesure de l'utilisation des ressources et dépannage	460
a. Compétences principales	460
b. Éléments mis en œuvre	460
2. Gestion prévisionnelle des ressources	461
a. Compétences principales	461
b. Éléments mis en œuvre	461

B. Mesure de l'utilisation des ressources et dépannage	461
1. Types de ressources	461
2. Sources d'information sur les ressources	461
a. Les pseudo-systèmes de fichiers proc et sysfs	462
b. Les journaux du système	465
c. Les commandes de suivi instantané	466
3. Surveillance et suivi des ressources processeur	467
a. Informations sur les ressources processeur	467
b. Utilisation des ressources processeur	469
c. Diagnostiquer une surutilisation du processeur	476
4. Surveillance et suivi de la mémoire vive	478
a. Informations sur la mémoire	478
b. Utilisation de la mémoire	479
c. Diagnostiquer une surconsommation de la mémoire	483
5. Surveillance et suivi des ressources disques	484
a. Informations sur les ressources disques	484
b. Utilisation des ressources disques	491
6. Surveillance et suivi des ressources réseau	496
a. Informations sur les ressources réseau	496
b. Suivi et diagnostic des ressources réseau	498
C. Gestion prévisionnelle des ressources	503
1. Le paquet sysstat	503
a. La collecte d'informations avec sysstat	503
b. La commande sar	504
2. Le démon collectd	505
a. Installation	506
b. Configuration	506
c. Exploitation des données de collectd	509
3. Les solutions de supervision	510
D. Validation des acquis : questions/réponses	512
E. Travaux pratiques	514
1. Recensement des capacités d'un serveur	514
2. Charge actuelle	518

Chapitre 9

	Domain Name Server
A. Domain Name Server	528
1. Configuration de base d'un serveur DNS	528
a. Compétences principales	528
b. Éléments mis en œuvre	528
2. Création et gestion des zones DNS.....	528
a. Compétences principales	528
b. Éléments mis en œuvre	529
3. Sécuriser un serveur DNS.....	529
a. Compétences principales	529
b. Éléments mis en œuvre	529
B. Configuration de base d'un serveur DNS	530
1. Principes de DNS.....	530
a. Clients et serveurs DNS	530
b. Noms de domaines complets (FQDN)	531
2. Les types de serveurs DNS.....	531
a. Serveur de noms DNS primaire ou secondaire	531
b. Serveur DNS de cache ou transitaire (forwarder).....	531
c. Serveur de cache.....	532
d. Serveur transitaire (forwarder)	532
3. Gestion de l'arborescence DNS par les serveurs DNS	532
a. Autorité et délégation d'autorité	532
b. Les serveurs DNS de la racine (root servers)	532
c. Les domaines de premier niveau (Top Level Domains)	533
d. Le domaine de résolution inverse in-addr.arpa.....	533
4. Mécanisme de la résolution de noms	534
a. Exemple	535
5. Zones DNS.....	535
a. Enregistrement de zone (type SOA)	536
b. Enregistrements de ressources	536
c. Zone de résolution inverse in-addr.arpa.....	536
6. Les serveurs DNS sur Linux	537
a. BIND	537
b. Autres logiciels serveurs DNS	537
7. Configuration de base d'un serveur primaire DNS BIND	537
a. Le fichier named.conf	538
b. Les fichiers de zone par défaut	540
c. Exemple	540

8. Configuration d'un serveur de cache ou transitaire	541
a. Configuration du serveur de cache	541
b. Configuration d'un serveur transitaire (forwarder)	542
9. Suivi d'un serveur DNS BIND	543
a. Rechargement de la configuration du serveur.	543
b. Contrôle du fichier de configuration : named-checkconf	543
c. La commande rndc	544
10. Test d'un serveur DNS BIND	545
a. La commande host	545
b. La commande dig	546
C. Création et gestion des zones DNS	548
1. Fichier de zone de recherche	548
a. Enregistrement de zone (type SOA)	548
b. Enregistrements de ressources	550
c. Exemple de fichier	551
2. Fichier de zone de recherche inverse	552
a. Déclaration de la zone dans named.conf	552
b. Enregistrement SOA	552
c. Enregistrements de ressources	552
d. Exemple de fichier	553
3. Gestion de zones secondaires	553
a. Déclaration de la zone secondaire dans named.conf	553
4. Délégation de zone	554
5. Contrôle d'un fichier de zone	554
6. Tests d'un serveur DNS	555
a. La commande nslookup	555
b. La commande dig	556
D. Sécuriser un serveur DNS	558
1. Contrôle des clients autorisés	559
a. L'option allow-query	559
b. L'option blackhole	560
2. Utilisation d'un compte de service	561
3. BIND en mode chroot jail	562
a. Création de l'environnement nécessaire	562
b. Création de l'environnement chroot jail	562
c. Lancement du programme en mode chroot jail	563
4. Serveurs DNS fractionnés (split DNS)	563
5. Échange sécurisé entre serveurs DNS	564
6. Contrôle des transferts de zone	564

7. Transactions sécurisées TSIG	564
a. Génération de clés de transaction d'hôtes	565
b. Configuration de TSIG dans named.conf	566
8. DNSSEC	567
9. DANE	567
E. Validation des acquis : questions/réponses	568
F. Travaux pratiques	569
1. Installation d'un serveur DNS de cache	569
2. Installation d'un serveur DNS principal	577
3. Installation d'un serveur DNS secondaire	581
Chapitre 10	Services HTTP
A. Services HTTP	590
1. Configuration de base d'un serveur Apache	590
a. Compétences principales	590
b. Éléments mis en œuvre	590
2. Configuration HTTPS d'un serveur Apache	591
a. Compétences principales	591
b. Éléments mis en œuvre	591
3. Serveur proxy et de cache Squid	591
a. Compétences principales	591
b. Éléments mis en œuvre	591
4. Nginx serveur HTTP et reverse proxy	592
a. Compétences principales	592
b. Éléments mis en œuvre	592
B. Remarques concernant la sécurité	592
1. iptables	592
2. firewalld	593
3. SELinux	593
C. Configuration de base d'un serveur HTTP Apache	594
1. Fichier de configuration	595
a. Format du fichier de configuration	595
b. Directives globales et directives de section	596
c. Directives de base	596
d. Validation de la syntaxe	597

2. Démarrage et arrêt du serveur HTTP Apache	598
a. Arrêt/démarrage par systemd.	598
b. Test du serveur HTTP Apache	600
c. Arrêt/démarrage ponctuel	600
3. Fichiers journaux	601
4. Les modules Apache	602
a. Directive de chargement d'un module	602
b. Liste des modules inclus et chargés	603
c. Configuration des modules	605
d. Configuration du module Perl.	605
e. Configuration du module PHP	607
5. Contrôle des ressources allouées au serveur	610
6. Hôtes virtuels d'un serveur Apache	611
a. Organisation des hôtes virtuels	612
b. Hôtes virtuels sur adresse IP.	612
c. Hôtes virtuels sur numéro de port	615
d. Hôtes virtuels sur nom d'hôte	615
7. Contrôle des droits d'accès utilisateurs	617
a. Section de déclaration d'un répertoire : Directory	617
b. Directive de contrôle d'accès : Require	618
c. Directives d'authentification	618
d. Méthode d'authentification locale : AuthType Basic.	618
e. Authentification par annuaire LDAP.	622
f. Contrôle d'accès par fichier .htaccess.	622
D. Configuration HTTPS d'un serveur Apache	623
1. Cryptographie et certificats	623
a. Cryptographie symétrique	624
b. Cryptographie asymétrique	624
c. Les certificats numériques X.509	624
2. Fonctionnement d'une connexion HTTPS	624
3. Configuration SSL d'un serveur Apache	625
a. Génération d'un certificat autosigné	626
b. Chargement du module SSL	628
c. Configuration des clés du serveur	629
d. Activation du mode HTTPS	629
e. Test du serveur HTTPS.	630
f. Authentification des clients par certificat	631
g. Utilisation de SSL avec les hôtes virtuels	631
h. Directives renforçant la sécurité des échanges du serveur	632

E. Serveur proxy et de cache Squid	632
1. Rôles des serveurs proxy	632
a. Protection des clients	633
b. Serveurs de cache	633
c. Filtrage et journalisation	633
d. Limites.	633
2. Configuration de base du serveur proxy Squid.	633
a. Le fichier de configuration squid.conf	634
b. Gestion du cache	636
c. Listes de contrôle d'accès	637
d. Directives de contrôle d'accès : http_access	638
3. Exemple de serveur Squid	638
a. Configuration et démarrage du serveur.	638
b. Configuration et test du client	639
c. Configuration et test d'un client interdit	640
d. Configuration et test d'une URL interdite	642
F. Nginx serveur HTTP et reverse proxy.	643
1. Nginx et les serveurs web	643
2. Fichier de configuration	643
a. Format du fichier de configuration.	644
b. Directives générales	645
c. Règles de syntaxe	647
d. Validation de la syntaxe	647
e. Configuration par défaut de type Debian	648
f. Démarrage et arrêt du serveur.	649
3. Les modules Nginx	649
a. Chargement des modules.	649
b. Visualisation des modules.	650
c. Choix des modules.	650
4. Gestion des ressources.	652
5. Nginx et les expressions régulières	653
a. Expressions régulières simples.	654
6. Hôtes virtuels.	658
a. Configuration globale	658
b. Configuration des hôtes virtuels	658
c. Hôtes virtuels sur adresse IP/numéro de port.	658
d. Hôtes virtuels sur nom d'hôte	659

7. Les filtres d'URI : le bloc de type location	661
a. Définition d'un bloc location de sélection d'URI	661
b. Syntaxe	662
c. Priorité de sélection	662
d. Exemples de sélection	663
e. Bloc de location nommé	665
8. Restrictions de l'accès utilisateur	665
a. Contrôle par adresse IP	665
b. Contrôle par authentification	667
c. Contrôle par authentification locale	668
d. Choix de la portée de la restriction d'accès simple	668
e. Directives d'authentification	668
f. Création d'une base de compte locale	669
9. Authentification par LDAP	670
a. Utilisation de PAM	670
b. Sous-requête	670
c. Module LDAP	670
10. Configuration de Nginx avec SSL	670
a. Configuration d'un serveur virtuel SSL	671
b. Optimisation d'un serveur SSL	672
11. Gestion des pages dynamiques	673
a. Les modules FastCGI	673
b. Configuration de FastCGI	673
12. Nginx en reverse proxy	674
a. Reverse proxy	674
b. Le module <code>ngx_http_proxy</code>	675
c. Déclaration du serveur cible	675
d. Sélection des demandes à rediriger	676
13. Répartition de charge	677
a. Définition d'une grappe de serveurs	678
b. Utilisation d'une grappe de serveurs	679
G. Validation des acquis : questions/réponses	679
H. Travaux pratiques	681
1. Serveur HTTP Apache avec deux hôtes virtuels	681
2. Serveur proxy HTTP Squid	689
3. Serveur HTTP Nginx	693

Chapitre 11	Serveurs de fichiers
A. Serveurs de fichiers	702
1. Configuration d'un serveur Samba	702
a. Compétences principales	702
b. Éléments mis en œuvre	702
2. Configuration d'un serveur NFS	702
a. Compétences principales	702
b. Éléments mis en œuvre	703
B. Configuration d'un serveur Samba	703
1. Configuration du serveur Samba	704
a. Les daemons Samba	704
b. Le fichier de configuration smb.conf	704
c. La commande testparm	706
d. Configuration globale	707
2. Partage de répertoire	708
3. Partage d'imprimantes	710
4. Modèles de sécurité	711
5. Gestion des comptes utilisateurs Samba	711
a. Authentification des utilisateurs Samba	712
b. Gestion des utilisateurs et des mots de passe Samba	712
c. Mapping des comptes utilisateurs Samba	713
d. Synchronisation avec les mots de passe Linux	713
6. Arrêt/démarrage du serveur Samba	713
7. Le client Samba	714
a. La commande smbclient	714
b. Montage d'un partage SMB	715
8. Suivi de l'état du serveur Samba	715
C. Configuration d'un serveur NFS	717
1. NFS version 4	717
2. Le service rpcbind/portmapper	717
a. Principe de fonctionnement	717
b. Sécurisation du service	718
3. Arrêt/démarrage du serveur NFS	718
4. Configuration des répertoires partagés	721
a. Le fichier de déclaration des partages : /etc/exports	721
b. Partage dynamique d'un répertoire	722

5. Gestion des comptes utilisateurs clients	723
a. Droits d'accès de l'utilisateur client	723
b. Le cas particulier du super-utilisateur	724
6. Suivi du serveur NFS	724
a. Gestion des partages : exportfs	724
b. showmount	725
c. nfsstat	725
d. rpcinfo	726
7. Mise en œuvre du client NFS	726
a. Montage d'un répertoire partagé NFS	726
b. Affichage des partages des serveurs	728
D. Validation des acquis : questions/réponses	729
E. Travaux pratiques	730
1. Configuration et utilisation d'un serveur Samba	730
2. Configuration et utilisation d'un serveur NFS	735

Chapitre 12 Gestion des clients réseau

A. Gestion des clients réseau	742
1. Configuration DHCP	742
a. Compétences principales	742
b. Éléments mis en œuvre	742
2. Authentification par PAM	742
a. Compétences principales	742
b. Éléments mis en œuvre	743
3. Utilisation d'un client LDAP	743
a. Compétences principales	743
b. Éléments mis en œuvre	743
4. Configuration d'un serveur OpenLDAP	743
a. Compétences principales	743
b. Éléments mis en œuvre	744
B. Configuration DHCP	744
1. Le protocole DHCP	744
a. Recherche d'un serveur DHCP : DHCPDISCOVER	744
b. Offre de bail par le serveur : DHCPOFFER	744
c. Acceptation de l'offre : DHCPREQUEST	744
d. Accusé de réception du serveur : DHCPACK	745
e. Durée du bail	745

2. Le serveur DHCP Linux	745
3. Configuration du serveur DHCP	746
a. Directives générales	747
b. Paramètres optionnels transmis aux clients	747
c. Déclaration d'une plage d'adresses	748
d. Paramètres spécifiques à un client	748
e. Paramètres spécifiques à un client BOOTP	749
f. Suivi des baux DHCP	749
4. Configuration du client	750
5. Agent-relais DHCP	751
6. DHCP et IP version 6	751
a. Principes de DHCPv6	751
b. Gestion des messages routeurs IPv6	752
C. Authentification par PAM	752
1. Le principe	753
2. Les modules PAM	753
a. Les types d'action de PAM	753
b. Les piles de modules	753
c. Les principaux modules PAM	754
3. Configuration de PAM	754
a. Structure des fichiers de configuration	755
b. Enchaînement des modules	756
c. Exemple	756
4. Configuration PAM pour SSSD	757
a. Configuration NSS	758
b. Configuration PAM	758
D. Configuration d'un serveur OpenLDAP	759
1. Généralités	759
a. Structure et terminologie	759
b. Schéma	760
c. Désignation des objets	760
d. Authentification auprès d'un annuaire LDAP	761
e. Le format LDIF	761
2. Le serveur OpenLDAP	761
a. Gestion du service	762
b. Configuration du service d'annuaire	763
c. Génération d'un mot de passe chiffré : slappasswd	764
d. Contrôle de la configuration : slaptest	765
e. Démarrage du serveur	765

f. Utilitaires LDIF	765
g. Indexation de l'annuaire	767
E. Utilisation d'un client LDAP	768
1. Fichier de configuration du client	768
2. Interrogation de l'annuaire : ldapsearch	768
3. Gestion du mot de passe : ldappasswd	771
4. Ajout d'objets dans un annuaire avec ldapadd	772
5. Modification d'objets : ldapmodify	774
6. Suppression d'objets : ldapdelete	775
7. Outils graphiques	776
F. Validation des acquis : questions/réponses	776
G. Travaux pratiques	778
1. Configuration et utilisation d'un serveur DHCP	778
2. Configuration et utilisation d'un serveur OpenLDAP	781

Chapitre 13 **Services e-mail**

A. Services e-mail	790
1. Utilisation des serveurs de messagerie	790
a. Compétences principales	790
b. Éléments mis en œuvre	790
2. Gestion de la distribution des e-mails	790
a. Compétences principales	790
b. Éléments mis en œuvre	790
3. Gestion de l'accès aux boîtes e-mail	791
a. Compétences principales	791
b. Éléments mis en œuvre	791
B. Utilisation des serveurs de messagerie	791
1. Le protocole SMTP	791
a. Syntaxe du protocole	791
b. Exemple	792
2. Les principaux serveurs de messagerie	792
a. sendmail	792
b. Exim	793
c. Postfix	793
3. Configuration de base de Postfix	793
a. Gestion des comptes de messagerie	793
b. Alias de messagerie	793

c. Le fichier de configuration de Postfix	795
d. Paramètres actifs	795
e. La commande postfix	796
f. Test de fonctionnement du serveur	797
4. La commande mail	797
5. Configuration de Postfix pour TLS	798
6. Gestion de domaines virtuels	799
a. Définition des domaines virtuels	799
b. Gestion des comptes de messagerie des domaines virtuels	799
7. Gestion de quotas	799
C. Gestion de la distribution des e-mails	800
1. Formats de stockage des messages	800
a. Le format mbox	800
b. Le format maildir	801
c. Utilisation du format maildir par Postfix	801
2. procmail	802
a. Paramétrage de Postfix	802
b. Configuration de procmail	802
3. Sieve	803
a. Composants d'un filtre Sieve	803
b. La structure if	804
c. Les commandes d'action	804
d. Les critères de sélection	804
e. Les opérateurs de comparaison	805
f. L'extension vacation	805
g. Exemple	806
D. Gestion de l'accès aux boîtes e-mail	806
1. Le protocole POP3	806
2. Le protocole IMAP4	807
3. Serveurs courier imap et courier pop	807
a. Format de stockage des messages	807
b. Configuration des services	807
c. Validation de l'authentification	807
4. Le serveur Dovecot	808
a. Configuration	808
b. Visualisation de la configuration courante : doveconf	808
c. La commande doveadm	810
E. Validation des acquis : questions/réponses	811

F. Travaux pratiques	812
1. Configuration et utilisation d'un serveur Postfix	812

Chapitre 14 Sécurité du système

A. Sécurité du système	826
1. Configuration d'un routeur	826
a. Compétences principales	826
b. Éléments mis en œuvre	826
2. Gestion des serveurs FTP	826
a. Compétences principales	826
b. Éléments mis en œuvre	827
c. Shell sécurisé (SSH)	827
d. Compétences principales	827
e. Éléments mis en œuvre	827
3. Tâches de sécurité	827
a. Compétences principales	827
b. Éléments mis en œuvre	828
4. OpenVPN	828
a. Compétences principales	828
b. Éléments mis en œuvre	828
B. Configuration d'un routeur	828
1. Configuration d'un serveur Linux en tant que routeur	828
a. Activation du routage	829
b. La table de routage	829
c. Gestion des routes statiques	830
d. Modifier la table de routage : ip route	830
e. Modifier la table de routage : route	831
2. iptables	832
a. Les tables	833
b. Les chaînes	833
c. Les cibles (targets)	833
d. Les critères de sélection	834
e. Le traitement des règles	834
3. Administration d'un pare-feu avec iptables	835
a. Stratégies de chaînes	835
b. Création de règles	835
c. Gestion des règles	837
d. Gestion des flux retour	838

e. Exemple de configuration	839
4. Gestion du NAT (Network Address Translation)	840
a. Principe de la traduction d'adresses NAT	840
b. Configuration NAT d'un routeur iptables	840
c. Connexion d'un réseau privé à un réseau public	840
5. Sauvegardes et restauration des règles de filtrage.	841
a. Sauvegarde des règles courantes	841
b. Restauration des règles de filtrage	841
C. Gestion des serveurs FTP	842
1. Le protocole FTP	842
a. Principes de fonctionnement	842
b. Modes FTP actif et FTP passif	842
2. Les clients FTP	842
a. Les clients FTP graphiques	842
b. Le client FTP en ligne de commande	843
c. Mode anonyme	843
d. Mode compte utilisateur	844
3. Le serveur FTP Pure-FTPD	844
a. Options de fonctionnement	844
4. Le serveur FTP vsftpd	845
a. Configuration du serveur FTP	845
b. Liste d'utilisateurs autorisés ou interdits	845
5. Le serveur FTP ProFTPD	846
D. Shell sécurisé (SSH)	846
1. Utilisations de OpenSSH	846
a. Configuration du serveur OpenSSH	846
b. Chiffrement des communications	847
2. Gestion des authentifications	847
a. Authentification par mot de passe et empreinte numérique	847
b. Authentification par clés	847
c. Création de la paire de clés sur le client	848
d. L'agent SSH	850
3. Confidentialité des communications	851
a. Session interactive avec SSH	851
b. Copie de fichiers	852
c. Utilisation d'applications dans des tunnels SSH	852
d. Renvoi de sessions X11 via SSH	853

E. Tâches de sécurité	853
1. Commandes de test et de surveillance	853
a. La commande nc	853
b. La commande nmap	853
2. Les systèmes IDS (Intrusion Detection System)	854
a. Techniques d'analyse	854
b. Sources d'information	854
3. Fail2Ban	854
4. Snort	855
a. Les composants	855
b. Gestion des sources d'information	855
c. Gestion des alertes	855
5. OpenVAS	856
a. Le serveur OpenVAS	856
b. Les clients OpenVAS	856
c. Base de données de vulnérabilités	856
F. OpenVPN	856
1. Les principes d'OpenVPN	856
a. Authentification	856
b. Confidentialité	856
c. Types de fonctionnement réseau	857
2. Création d'un tunnel point-à-point	857
a. Authentification par clé partagée	857
b. Fichiers de configuration	858
c. Mise en œuvre du tunnel VPN	858
G. Validation des acquis : questions/réponses	861
H. Travaux pratiques	863
1. Configuration d'un pare-feu Linux	863
 Tableau des objectifs	871
 Index	873