

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	61
c.	NVMe	61
2.	Le gestionnaire de démarrage GRUB	61
a.	Configuration de GRUB Legacy	62
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 EXTLINUX	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. Démonteur 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	118
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	129
g.	Réorganiser un système de fichiers XFS	131
h.	Vérifier un système de fichiers XFS	132
i.	Réparer un système de fichiers XFS	133
7.	Surveillance des périphériques SMART	134
a.	Le paquet smartmontools	134
b.	Le daemon smartd	134
c.	La commande smartctl	134
D.	Création et configuration de systèmes de fichiers optionnels	139
1.	Service d'automontage	139
a.	Configuration du service autofs/automount	139
b.	Démarrage et arrêt du service	141
c.	Exemple	141
2.	Automontage par systemd	143
a.	Unité de montage automatique systemd	143
b.	Exemple de montage automatique par systemd	144
3.	Systèmes de fichiers de périphériques amovibles	145
a.	Lister les informations d'un CD-ROM/DVD	146
b.	Copie d'un CD-ROM/DVD dans une image ISO	147
c.	Création d'une image ISO	150
4.	Chiffrement de systèmes de fichiers	152
a.	Principes du chiffrement Linux	152
b.	Chiffrement d'un fichier	153
c.	Chiffrement de l'espace de stockage	154
d.	Utilisation d'un espace de stockage chiffré	155
e.	Chiffrement au niveau système de fichiers	157
E.	Validation des acquis : questions/réponses	158
F.	Travaux pratiques	160
1.	Configuration et utilisation d'un système de fichiers ext4	160
2.	Ajout d'un espace de swap	164
3.	Gestion d'un système de fichiers XFS	166

Chapitre 4**Gestion des périphériques de stockage**

A. Gestion des périphériques de stockage	180
1. Configuration des disques RAID	180
a. Compétences principales	180
b. Éléments mis en œuvre	180
2. Optimiser l'accès aux périphériques de stockage	180
a. Compétences principales	180
b. Éléments mis en œuvre	180
3. Logical Volume Manager	181
a. Compétences principales	181
b. Éléments mis en œuvre	181
B. Configuration des disques RAID	181
1. Les principaux niveaux de RAID	182
a. Le RAID 0	182
b. Le RAID 1	182
c. Le RAID 5	183
2. Configuration du RAID	183
a. Création d'un volume RAID	183
b. Type de partition RAID	185
c. État d'un volume RAID	186
d. Arrêt et suppression d'un volume RAID	188
3. Exploitation d'un volume RAID	189
a. Remplacement d'un espace disque	189
b. Exemple d'utilisation d'un volume RAID 1	189
C. Optimiser l'accès aux périphériques de stockage	193
1. Gestion des disques durs locaux	193
a. Détermination des fichiers spéciaux	193
b. Le service udev	194
c. Interagir avec le service udev	194
d. Les liens symboliques dans /dev/disk	197
e. Le système de fichiers virtuel sysfs	197
f. La commande dmesg	198
g. Les commandes ls*	199
2. Gestion bas niveau des périphériques de stockage	200
a. La commande hdparm	200
b. La commande sdparm	201
c. Gestion des disques SSD	202
d. Gestion des blocs défectueux	204

e. Identifiant SCSI	204
3. Les réseaux de stockage SAN	205
4. Gestion des disques iSCSI	205
a. Terminologie	205
b. Paquets logiciels iSCSI.	206
c. Linux en tant que client iSCSI	207
d. Linux en tant que serveur iSCSI	211
D. Logical Volume Manager	215
1. Architecture des volumes logiques	216
2. Configuration du gestionnaire LVM	217
3. Syntaxe générale des commandes LVM	219
4. Les volumes physiques	221
a. Création d'un volume physique	221
b. Informations sur les volumes physiques	222
c. Suppression d'un volume physique	224
5. Les groupes de volumes	224
a. Création d'un groupe de volumes	224
b. Informations sur les groupes de volumes	225
c. Ajout/retrait d'un volume physique	226
d. Suppression de groupes de volumes	229
6. Les volumes logiques	229
a. Création d'un volume logique	230
b. Informations sur les volumes logiques	231
c. Extension d'un volume logique	234
d. Réduction d'un volume logique	235
e. Suppression de volumes logiques	236
f. Volumes logiques et système de fichiers	236
7. Instantané LVM (snapshot)	240
a. Création d'un volume logique instantané	240
E. Validation des acquis : questions/réponses	243
F. Travaux pratiques	245
1. Mise en œuvre d'un espace de stockage en RAID 1 (miroir)	245
2. Mise en œuvre d'un groupe de volumes	251

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	291
5. Configurer une interface réseau sans fil	292
a. La commande iw	292
b. Les commandes iwconfig et iwlist	297

C. Configuration avancée du réseau	298
1. Connexion à un réseau sans fil	298
a. Réseaux sans fil non sécurisés	298
b. Réseaux sans fil sécurisés	304
c. Configuration d'une connexion sécurisée WPA/WPA2	304
2. Connexion sur plusieurs réseaux	307
a. Configuration multi-réseau (multihomed)	307
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	315
b. Suivi de l'activité avec ss	317
c. Suivi des sockets ouverts avec lsof -i	320
d. Tests de communication avec ncat (nc)	320
e. Tester les ports ouverts distants : la commande nmap	323
f. Capture du trafic réseau : tcpdump	327
D. Dépannage du réseau	330
1. Le service NetworkManager	330
2. Configuration du démarrage du réseau	332
3. Configuration réseau de type Debian	332
a. Le fichier /etc/network/interfaces	332
b. Interface avec plusieurs adresses IP de même version	335
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*	337
b. Interface avec plusieurs adresses IP de même version	339
c. Démarrage du réseau	339
5. Contrôle du routage	340
a. Les commandes ip route et route	340
b. traceroute	341
6. Configuration de la résolution de noms d'hôtes	342
a. Configuration du nom d'hôte	342
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	346
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	380
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	395
5.	Les logiciels de sauvegarde	397
a.	Bacula et Bareos	397
b.	AMANDA	398
c.	BackupPC	398
d.	Logiciels commerciaux	398
6.	Duplication de disque : la commande dd	398
7.	Synchronisation de données : la commande rsync	400
a.	Syntaxe	400
b.	Exemple	401
D.	Informers les utilisateurs	402
1.	Les fichiers /etc/issue et /etc/issue.net	402
2.	Le fichier /etc/motd	403
3.	La commande wall	404
4.	Prévenir avant l'arrêt du système	405
a.	Arrêt du système avec la commande shutdown	405
b.	Arrêt du système avec la commande systemctl	406
E.	Validation des acquis : questions/réponses	407
F.	Travaux pratiques	409
1.	Installation d'une application à partir des fichiers sources	409
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	428
1. Téléchargement des sources du noyau.	428
a. Paquet logiciel.	428
b. Fichier archive compressé.	430
2. Configuration et compilation du noyau.	433
a. Nettoyage du répertoire de compilation.	433
b. Génération du fichier de réponse.	433
c. Exemple de configuration.	434
d. Compilation du noyau.	434
e. Compilation des modules de noyau.	436
f. Gestion des modules de noyau par DKMS.	436
3. Installation du nouveau noyau.	437
a. Installation des modules.	437
b. Installation du noyau.	437
c. Création du fichier disque virtuel des modules.	438
d. Configuration du gestionnaire de démarrage.	439
D. Gestion et dépannage du noyau	439
1. Gestion des modules de noyau LKM.	440
a. Emplacement des modules.	440
b. Liste des modules LKM chargés en mémoire.	441
c. Déchargement d'un module.	442
d. Chargement d'un module.	443
e. Chargement des modules au démarrage du système.	444
f. Configuration du chargement des modules.	444
g. Installation manuelle d'un module LKM.	445
h. Paramétrage des modules : modinfo, modprobe.	445
2. Configuration dynamique via /proc/sys.	446
3. La commande sysctl.	448
a. Visualisation des paramètres du noyau et des modules.	449
b. Modification des paramètres du noyau et des modules.	450
E. Validation des acquis : questions/réponses	451

F. Travaux pratiques	453
1. Gestion d'un module de noyau LKM	453

Chapitre 8

Planification des ressources

A. Planification des ressources	462
1. Mesure de l'utilisation des ressources et dépannage	462
a. Compétences principales	462
b. Éléments mis en œuvre	462
2. Gestion prévisionnelle des ressources	463
a. Compétences principales	463
b. Éléments mis en œuvre	463
B. Mesure de l'utilisation des ressources et dépannage	463
1. Types de ressources	463
2. Sources d'information sur les ressources	463
a. Les pseudo-systèmes de fichiers proc et sysfs	464
b. Les journaux du système	468
c. Les commandes de suivi instantané	469
3. Surveillance et suivi des ressources processeur	470
a. Informations sur les ressources processeur	470
b. Utilisation des ressources processeur	473
c. Diagnostiquer une surutilisation du processeur	481
4. Surveillance et suivi de la mémoire vive	483
a. Informations sur la mémoire	483
b. Utilisation de la mémoire	484
c. Diagnostiquer une surconsommation de la mémoire	488
5. Surveillance et suivi des ressources disques	489
a. Informations sur les ressources disques	489
b. Utilisation des ressources disques	496
6. Surveillance et suivi des ressources réseau	501
a. Informations sur les ressources réseau	501
b. Suivi et diagnostic des ressources réseau	503
C. Gestion prévisionnelle des ressources	508
1. Le paquet sysstat	509
a. La collecte d'informations avec sysstat	509
b. La commande sar	509
2. Le démon collectd	511
a. Installation	511
b. Configuration	512

c. Exploitation des données de collectd	514
3. Les solutions de supervision	516
D. Validation des acquis : questions/réponses	518
E. Travaux pratiques	520
1. Recensement des capacités d'un serveur	520
2. Charge actuelle	525

Chapitre 9

Domain Name Server

A. Domain Name Server	534
1. Configuration de base d'un serveur DNS	534
a. Compétences principales	534
b. Éléments mis en œuvre	534
2. Création et gestion des zones DNS	534
a. Compétences principales	534
b. Éléments mis en œuvre	535
3. Sécuriser un serveur DNS	535
a. Compétences principales	535
b. Éléments mis en œuvre	535
B. Configuration de base d'un serveur DNS	536
1. Principes de DNS	536
a. Clients et serveurs DNS	536
b. Noms de domaines complets (FQDN)	537
2. Les types de serveurs DNS	537
a. Serveur de noms DNS primaire ou secondaire	537
b. Serveur DNS de cache ou transitaire (forwarder)	537
c. Serveur de cache	538
d. Serveur transitaire (forwarder)	538
3. Gestion de l'arborescence DNS par les serveurs DNS	538
a. Autorité et délégation d'autorité	538
b. Les serveurs DNS de la racine (root servers)	538
c. Les domaines de premier niveau (Top Level Domains)	539
d. Le domaine de résolution inverse in-addr.arpa	539
4. Mécanisme de la résolution de noms	540
a. Exemple	541
5. Zones DNS	541
a. Enregistrement de zone (type SOA)	542
b. Enregistrements de ressources	542

c.	Zone de résolution inverse in-addr.arpa	542
6.	Les serveurs DNS sur Linux	543
a.	BIND	543
b.	Autres logiciels serveurs DNS	543
7.	Configuration de base d'un serveur primaire DNS BIND	543
a.	Le fichier named.conf	544
b.	Les fichiers de zone par défaut	546
c.	Exemple	546
8.	Configuration d'un serveur de cache ou transitaire	547
a.	Configuration du serveur de cache	547
b.	Configuration d'un serveur transitaire (forwarder)	548
9.	Suivi d'un serveur DNS BIND	548
a.	Rechargement de la configuration du serveur.	548
b.	Contrôle du fichier de configuration : named-checkconf	549
c.	La commande rndc.	550
10.	Test d'un serveur DNS BIND	551
a.	La commande host	551
b.	La commande dig.	552
C.	Création et gestion des zones DNS	554
1.	Fichier de zone de recherche	555
a.	Enregistrement de zone (type SOA)	555
b.	Enregistrements de ressources	556
c.	Exemple de fichier	558
2.	Fichier de zone de recherche inverse	558
a.	Déclaration de la zone dans named.conf.	558
b.	Enregistrement SOA	559
c.	Enregistrements de ressources	559
d.	Exemple de fichier	559
3.	Gestion de zones secondaires	560
a.	Déclaration de la zone secondaire dans named.conf	560
4.	Délégation de zone	560
5.	Contrôle d'un fichier de zone	561
6.	Tests d'un serveur DNS.	561
a.	La commande nslookup	562
b.	La commande dig.	563
D.	Sécuriser un serveur DNS	565
1.	Contrôle des clients autorisés	566
a.	L'option allow-query	566
b.	L'option blackhole.	567

2.	Utilisation d'un compte de service	568
3.	BIND en mode chroot jail	569
a.	Création de l'environnement nécessaire	569
b.	Création de l'environnement chroot jail	569
c.	Lancement du programme en mode chroot jail	570
4.	Serveurs DNS fractionnés (split DNS)	570
5.	Échange sécurisé entre serveurs DNS	571
6.	Contrôle des transferts de zone	571
7.	Transactions sécurisées TSIG	572
a.	Génération de clés de transaction d'hôtes	572
b.	Configuration de TSIG dans named.conf	573
8.	DNSSEC	574
9.	DANE	575
E.	Validation des acquis : questions/réponses	575
F.	Travaux pratiques	577
1.	Installation d'un serveur DNS de cache	577
2.	Installation d'un serveur DNS principal	585
3.	Installation d'un serveur DNS secondaire	589

Chapitre 10

Services HTTP

A.	Services HTTP	600
1.	Configuration de base d'un serveur Apache	600
a.	Compétences principales	600
b.	Éléments mis en œuvre	600
2.	Configuration HTTPS d'un serveur Apache	601
a.	Compétences principales	601
b.	Éléments mis en œuvre	601
3.	Serveur proxy et de cache Squid	601
a.	Compétences principales	601
b.	Éléments mis en œuvre	601
4.	Nginx serveur HTTP et reverse proxy	602
a.	Compétences principales	602
b.	Éléments mis en œuvre	602
B.	Remarques concernant la sécurité	602
1.	iptables	602
2.	firewalld	603
3.	SELinux	603

C. Configuration de base d'un serveur HTTP Apache	604
1. Fichier de configuration	605
a. Format du fichier de configuration	605
b. Directives globales et directives de section	606
c. Directives de base	606
d. Validation de la syntaxe	607
2. Démarrage et arrêt du serveur HTTP Apache	608
a. Arrêt/démarrage par <code>systemd</code>	608
b. Test du serveur HTTP Apache	610
c. Arrêt/démarrage ponctuel	610
3. Fichiers journaux	611
4. Les modules Apache	612
a. Directive de chargement d'un module	612
b. Liste des modules inclus et chargés	613
c. Configuration des modules	615
d. Configuration du module Perl	615
e. Configuration du module PHP	618
5. Contrôle des ressources allouées au serveur	621
6. Hôtes virtuels d'un serveur Apache	622
a. Organisation des hôtes virtuels	623
b. Hôtes virtuels sur adresse IP	623
c. Hôtes virtuels sur numéro de port	626
d. Hôtes virtuels sur nom d'hôte	626
7. Contrôle des droits d'accès utilisateurs	628
a. Section de déclaration d'un répertoire : <code>Directory</code>	628
b. Directive de contrôle d'accès : <code>Require</code>	628
c. Directives d'authentification	629
d. Méthode d'authentification locale : <code>AuthType Basic</code>	629
e. Authentification par annuaire LDAP	632
f. Contrôle d'accès par fichier <code>.htaccess</code>	632
D. Configuration HTTPS d'un serveur Apache	633
1. Cryptographie et certificats	633
a. Cryptographie symétrique	633
b. Cryptographie asymétrique	634
c. Les certificats numériques X.509	634
2. Fonctionnement d'une connexion HTTPS	634
3. Configuration SSL d'un serveur Apache	635
a. Génération d'un certificat autosigné	635
b. Chargement du module SSL	637

c.	Configuration des clés du serveur	638
d.	Activation du mode HTTPS	639
e.	Test du serveur HTTPS	640
f.	Authentification des clients par certificat	641
g.	Utilisation de SSL avec les hôtes virtuels	641
h.	Directives renforçant la sécurité des échanges du serveur	641
E.	Serveur proxy et de cache Squid	642
1.	Rôles des serveurs proxy	642
a.	Protection des clients	642
b.	Serveurs de cache	642
c.	Filtrage et journalisation	642
d.	Limites	643
2.	Configuration de base du serveur proxy Squid	643
a.	Le fichier de configuration squid.conf	644
b.	Gestion du cache	646
c.	Listes de contrôle d'accès	647
d.	Directives de contrôle d'accès : http_access	648
3.	Exemple de serveur Squid	648
a.	Configuration et démarrage du serveur	648
b.	Configuration et test du client	649
c.	Configuration et test d'un client interdit	650
d.	Configuration et test d'une URL interdite	651
F.	Nginx serveur HTTP et reverse proxy	652
1.	Nginx et les serveurs web	652
2.	Fichier de configuration	653
a.	Format du fichier de configuration	653
b.	Directives générales	654
c.	Règles de syntaxe	656
d.	Validation de la syntaxe	657
e.	Configuration par défaut de type Debian	657
f.	Démarrage et arrêt du serveur	658
3.	Les modules Nginx	659
a.	Chargement des modules	659
b.	Visualisation des modules	659
c.	Choix des modules	660
4.	Gestion des ressources	662
5.	Nginx et les expressions régulières	663
a.	Expressions régulières simples	664

6.	Hôtes virtuels	668
a.	Configuration globale.	668
b.	Configuration des hôtes virtuels	668
c.	Hôtes virtuels sur adresse IP/numéro de port.	668
d.	Hôtes virtuels sur nom d'hôte	669
7.	Les filtres d'URI : le bloc de type location	671
a.	Définition d'un bloc location de sélection d'URI	671
b.	Syntaxe	672
c.	Priorité de sélection.	672
d.	Exemples de sélection	673
e.	Bloc de location nommé	675
8.	Restrictions de l'accès utilisateur	675
a.	Contrôle par adresse IP	675
b.	Contrôle par authentification	677
c.	Contrôle par authentification locale.	679
d.	Choix de la portée de la restriction d'accès simple	679
e.	Directives d'authentification	680
f.	Création d'une base de compte locale	680
9.	Authentification par LDAP	681
a.	Utilisation de PAM	681
b.	Sous-requête	681
c.	Module LDAP	682
10.	Configuration de Nginx avec SSL	682
a.	Configuration d'un serveur virtuel SSL	682
b.	Optimisation d'un serveur SSL	684
11.	Gestion des pages dynamiques	685
a.	Les modules FastCGI	685
b.	Configuration de FastCGI	685
12.	Nginx en reverse proxy	686
a.	Reverse proxy	686
b.	Le module ngx_http_proxy	687
c.	Déclaration du serveur cible.	687
d.	Sélection des demandes à rediriger	688
13.	Répartition de charge	689
a.	Définition d'une grappe de serveurs.	690
b.	Utilisation d'une grappe de serveurs	691
G.	Validation des acquis : questions/réponses	691

H. Travaux pratiques	693
1. Serveur HTTP Apache avec deux hôtes virtuels	693
2. Serveur proxy HTTP Squid	701
3. Serveur HTTP Nginx.	705

Chapitre 11

Serveurs de fichiers

A. Serveurs de fichiers	714
1. Configuration d'un serveur Samba	714
a. Compétences principales	714
b. Éléments mis en œuvre	714
2. Configuration d'un serveur NFS.	714
a. Compétences principales	714
b. Éléments mis en œuvre	715
B. Configuration d'un serveur Samba	715
1. Configuration du serveur Samba	718
a. Les daemons Samba	718
b. Le fichier de configuration smb.conf	719
c. La commande testparm	720
d. Configuration globale	722
2. Partage de répertoire	722
3. Partage d'imprimantes	724
4. Modèles de sécurité	725
5. Gestion des comptes utilisateurs Samba	725
a. Authentification des utilisateurs Samba	725
b. Gestion des utilisateurs et des mots de passe Samba	726
c. Mapping des comptes utilisateurs Samba	727
d. Synchronisation avec les mots de passe Linux	727
6. Arrêt/démarrage du serveur Samba	727
7. Le client Samba	727
a. La commande smbclient.	728
b. Montage d'un partage SMB	728
8. Suivi de l'état du serveur Samba.	729
C. Configuration d'un serveur NFS	731
1. NFS version 4.	731
2. Le service rpcbind/portmapper	731
a. Principe de fonctionnement.	731
b. Sécurisation du service	731
3. Arrêt/démarrage du serveur NFS.	732

4.	Configuration des répertoires partagés	735
a.	Le fichier de déclaration des partages : /etc/exports	735
b.	Partage dynamique d'un répertoire	736
5.	Gestion des comptes utilisateurs clients	737
a.	Droits d'accès de l'utilisateur client	737
b.	Le cas particulier du super-utilisateur	738
6.	Suivi du serveur NFS	738
a.	Gestion des partages : exports	738
b.	showmount	739
c.	nfsstat	739
d.	rpcinfo	740
7.	Mise en œuvre du client NFS	741
a.	Montage d'un répertoire partagé NFS	741
b.	Affichage des partages des serveurs	743
D.	Validation des acquis : questions/réponses	743
E.	Travaux pratiques	745
1.	Configuration et utilisation d'un serveur Samba	745
2.	Configuration et utilisation d'un serveur NFS	750

Chapitre 12

Gestion des clients réseau

A.	Gestion des clients réseau	758
1.	Configuration DHCP	758
a.	Compétences principales	758
b.	Éléments mis en œuvre	758
2.	Authentification par PAM	758
a.	Compétences principales	758
b.	Éléments mis en œuvre	759
3.	Utilisation d'un client LDAP	759
a.	Compétences principales	759
b.	Éléments mis en œuvre	759
4.	Configuration d'un serveur OpenLDAP	759
a.	Compétences principales	759
b.	Éléments mis en œuvre	760
B.	Configuration DHCP	760
1.	Le protocole DHCP	760
a.	Recherche d'un serveur DHCP : DHCPDISCOVER	760
b.	Offre de bail par le serveur : DHCPOFFER	760

c.	Acceptation de l'offre ; DHCPREQUEST	760
d.	Accusé de réception du serveur ; DHCPACK	761
e.	Durée du bail	761
2.	Le serveur DHCP Linux	761
3.	Configuration du serveur DHCP	763
a.	Directives générales	763
b.	Paramètres optionnels transmis aux clients	764
c.	Déclaration d'une plage d'adresses	764
d.	Paramètres spécifiques à un client	765
e.	Paramètres spécifiques à un client BOOTP	766
f.	Suivi des baux DHCP	766
4.	Configuration du client	767
5.	Agent-relais DHCP	767
6.	DHCP et IP version 6	768
a.	Principes de DHCPv6	768
b.	Gestion des messages routeurs IPv6	768
C.	Authentification par PAM	769
1.	Le principe	769
2.	Les modules PAM	770
a.	Les types d'action de PAM	770
b.	Les piles de modules	770
c.	Les principaux modules PAM	770
3.	Configuration de PAM	771
a.	Structure des fichiers de configuration	772
b.	Enchaînement des modules	772
c.	Exemple	773
4.	Configuration PAM pour SSSD	774
a.	Configuration NSS	774
b.	Configuration PAM	775
D.	Configuration d'un serveur OpenLDAP	775
1.	Généralités	775
a.	Structure et terminologie	776
b.	Schéma	776
c.	Désignation des objets	777
d.	Authentification auprès d'un annuaire LDAP	777
e.	Le format LDIF	777
2.	Le serveur OpenLDAP	778
a.	Gestion du service	778
b.	Configuration du service d'annuaire	779

c.	Génération d'un mot de passe chiffré : slappasswd	780
d.	Contrôle de la configuration : slaptest	781
e.	Démarrage du serveur	781
f.	Utilitaires LDIF	781
g.	Indexation de l'annuaire	783
E.	Utilisation d'un client LDAP	784
1.	Fichier de configuration du client	784
2.	Interrogation de l'annuaire : ldapsearch	784
3.	Gestion du mot de passe : ldappasswd	787
4.	Ajout d'objets dans un annuaire avec ldapadd	788
5.	Modification d'objets : ldapmodify	789
6.	Suppression d'objets : ldapdelete	790
7.	Outils graphiques	791
F.	Validation des acquis : questions/réponses	791
G.	Travaux pratiques	793
1.	Configuration et utilisation d'un serveur DHCP	793
2.	Configuration et utilisation d'un serveur OpenLDAP	796

Chapitre 13

Services e-mail

A.	Services e-mail	806
1.	Utilisation des serveurs de messagerie	806
a.	Compétences principales	806
b.	Éléments mis en œuvre	806
2.	Gestion de la distribution des e-mails	806
a.	Compétences principales	806
b.	Éléments mis en œuvre	806
3.	Gestion de l'accès aux boîtes e-mail	807
a.	Compétences principales	807
b.	Éléments mis en œuvre	807
B.	Utilisation des serveurs de messagerie	807
1.	Le protocole SMTP	807
a.	Syntaxe du protocole	807
b.	Exemple	808
2.	Les principaux serveurs de messagerie	808
a.	sendmail	808
b.	Exim	809
c.	Postfix	809

3.	Configuration de base de Postfix	809
a.	Gestion des comptes de messagerie	809
b.	Alias de messagerie	809
c.	Le fichier de configuration de Postfix	810
d.	Paramètres actifs	811
e.	La commande postfix	812
f.	Test de fonctionnement du serveur	812
4.	La commande mail	813
5.	Configuration de Postfix pour TLS	814
6.	Gestion de domaines virtuels	814
a.	Définition des domaines virtuels	814
b.	Gestion des comptes de messagerie des domaines virtuels	815
7.	Gestion de quotas	815
C.	Gestion de la distribution des e-mails	815
1.	Formats de stockage des messages	815
a.	Le format mbox	816
b.	Le format maildir	817
c.	Utilisation du format maildir par Postfix	817
2.	procmail	818
a.	Paramétrage de Postfix	818
b.	Configuration de procmail	818
3.	Sieve	819
a.	Composants d'un filtre Sieve	819
b.	La structure if	819
c.	Les commandes d'action	820
d.	Les critères de sélection	820
e.	Les opérateurs de comparaison	821
f.	L'extension vacation	821
g.	Exemple	821
D.	Gestion de l'accès aux boîtes e-mail	822
1.	Le protocole POP3	822
2.	Le protocole IMAP4	822
3.	Serveurs courier imap et courier pop	823
a.	Format de stockage des messages	823
b.	Configuration des services	823
c.	Validation de l'authentification	823

4. Le serveur Dovecot	823
a. Configuration	824
b. Visualisation de la configuration courante : doveconf	824
c. La commande doveadm	825
E. Validation des acquis : questions/réponses	826
F. Travaux pratiques	828
1. Configuration et utilisation d'un serveur Postfix	828

Chapitre 14

Sécurité du système

A. Sécurité du système	842
1. Configuration d'un routeur	842
a. Compétences principales	842
b. Éléments mis en œuvre	842
2. Gestion des serveurs FTP	842
a. Compétences principales	842
b. Éléments mis en œuvre	843
c. Shell sécurisé (SSH)	843
d. Compétences principales	843
e. Éléments mis en œuvre	843
3. Tâches de sécurité	843
a. Compétences principales	843
b. Éléments mis en œuvre	844
4. OpenVPN	844
a. Compétences principales	844
b. Éléments mis en œuvre	844
B. Configuration d'un routeur	844
1. Configuration d'un serveur Linux en tant que routeur	844
a. Activation du routage	845
b. La table de routage	845
c. Gestion des routes statiques	846
d. Modifier la table de routage : ip route	846
e. Modifier la table de routage : route	847
2. iptables	848
a. Les tables	849
b. Les chaînes	849
c. Les cibles (targets)	849
d. Les critères de sélection	850
e. Le traitement des règles	850

3.	Administration d'un pare-feu avec iptables	851
a.	Stratégies de chaînes	851
b.	Création de règles	851
c.	Gestion des règles	853
d.	Gestion des flux retour	854
e.	Exemple de configuration	854
4.	Gestion du NAT (Network Address Translation)	855
a.	Principe de la traduction d'adresses NAT	855
b.	Configuration NAT d'un routeur iptables	855
c.	Connexion d'un réseau privé à un réseau public	856
5.	Sauvegardes et restauration des règles de filtrage	856
a.	Sauvegarde des règles courantes	856
b.	Restauration des règles de filtrage	857
C.	Gestion des serveurs FTP	857
1.	Le protocole FTP	857
a.	Principes de fonctionnement	857
b.	Modes FTP actif et FTP passif	857
2.	Les clients FTP	858
a.	Les clients FTP graphiques	858
b.	Le client FTP en ligne de commande	858
c.	Mode anonyme	859
d.	Mode compte utilisateur	859
3.	Le serveur FTP Pure-FTPd	859
a.	Options de fonctionnement	859
4.	Le serveur FTP vsftpd	860
a.	Configuration du serveur FTP	860
b.	Liste d'utilisateurs autorisés ou interdits	861
5.	Le serveur FTP ProFTPD	861
D.	Shell sécurisé (SSH)	861
1.	Utilisations de OpenSSH	861
a.	Configuration du serveur OpenSSH	862
b.	Chiffrement des communications	862
2.	Gestion des authentifications	862
a.	Authentification par mot de passe et empreinte numérique	862
b.	Authentification par clés	863
c.	Création de la paire de clés sur le client	863
d.	L'agent SSH	866

3.	Confidentialité des communications	867
a.	Session interactive avec SSH	867
b.	Copie de fichiers	867
c.	Utilisation d'applications dans des tunnels SSH	868
d.	Renvoi de sessions X11 via SSH	868
E.	Tâches de sécurité	868
1.	Commandes de test et de surveillance	868
a.	La commande nc	869
b.	La commande nmap	869
2.	Les systèmes IDS (Intrusion Detection System)	869
a.	Techniques d'analyse	869
b.	Sources d'information	870
3.	Fail2Ban	870
4.	Snort	870
a.	Les composants	870
b.	Gestion des sources d'information	871
c.	Gestion des alertes	871
5.	OpenVAS	871
a.	Le serveur OpenVAS	871
b.	Les clients OpenVAS	871
c.	Base de données de vulnérabilités	872
F.	OpenVPN	872
1.	Les principes d'OpenVPN	872
a.	Authentification	872
b.	Confidentialité	872
c.	Types de fonctionnement réseau	872
2.	Création d'un tunnel point-à-point	872
a.	Authentification par clé partagée	872
b.	Fichiers de configuration	873
c.	Mise en œuvre du tunnel VPN	874
G.	Validation des acquis : questions/réponses	877
H.	Travaux pratiques	879
1.	Configuration d'un pare-feu Linux	879
	Tableau des objectifs	887
	Index	889