

Douglas Comer

TCP / IP

Architecture, protocoles, applications

Troisième édition



2.004-8-1

2-004-8-1

Douglas Comer

TCP/IP

Architecture, protocoles, applications

Troisième édition

Traduit de l'américain par Jean-Alain Hernandez,
Bruno Joachim et René Joly



InterEditions

Sommaire

Préface

xxiii

Avant-propos

xxvii

Chapitre 1	Introduction et présentation générale	1
1.1	Plaidoyer pour l'interconnexion des systèmes	1
1.2	Internet et TCP/IP	2
1.3	Les services d'un internet	3
1.3.1	Services de niveau application d'un internet	4
1.3.2	Services de niveau réseau d'un internet	6
1.4	Historique et perspectives d'Internet	7
1.5	L'IAB : comité chargé de la coordination d'Internet	10
1.6	La nouvelle structure de L'IAB	11
1.7	L'ISOC	13
1.8	Les RFC	13
1.9	Standardisation des Protocoles TCP/IP	14
1.10	Évolutions et techniques futures	14
1.11	Organisation de l'ouvrage	15
1.12	Résumé	16
1.13	Pour en savoir plus	17
1.14	Exercices	17
Chapitre 2	Principaux réseaux englobés dans un internet	18
2.1	Introduction	18
2.2	Concepts fonctionnels de base des réseaux de transmission de données	19
2.3	Les grands réseaux (WAN) et les réseaux locaux (LAN)	21
2.3.1	L'adressage physique des réseaux	22

2.4	Le réseau Ethernet	22
2.4.1	Réseau Ethernet à câble fin (<i>Thin Ethernet</i>)	25
2.4.2	Réseau Ethernet à paires torsadées (<i>Twisted pair Ethernet</i>)	27
2.4.3	La connectique Ethernet	28
2.4.4	Propriétés d'un réseau Ethernet	28
2.4.5	Détection de collision et reprise	29
2.4.6	Capacité de transmission d'Ethernet	30
2.4.7	Les adresses Ethernet	30
2.4.8	Format d'une trame Ethernet	31
2.4.9	Extension d'un réseau Ethernet avec des répéteurs	33
2.4.10	Extension d'un réseau Ethernet avec des ponts	33
2.5	Le réseau FDDI	35
2.5.1	Propriétés d'un réseau FDDI	35
2.5.2	Double boucle contrarotative	36
2.5.3	Format d'une trame FDDI	38
2.6	Technique ATM	39
2.6.1	Taille d'une cellule ATM	39
2.6.2	ATM : services réseaux en mode connecté	39
2.7	Le réseau ARPANET	40
2.7.1	L'adressage ARPANET	43
2.8	L'action réseau de la NSF	44
2.8.1	Le réseau NSFNET fédérateur initial	44
2.8.2	Le second réseau NSFNET fédérateur (1988-1989)	45
2.8.3	Le réseau NSFNET fédérateur de 1989 à 1990	47
2.9	Le réseau ANSNET	47
2.10	Vers un grand réseau fédérateur (VBNS)	48
2.11	Autres réseaux susceptibles d'offrir un support à TCP/IP	49
2.11.1	Le réseau X25NET	49
2.11.2	Le réseau téléphonique et le protocole <i>Dial-up IP</i>	50
2.11.3	Les réseaux IBM Token Ring et proNET	51
2.11.4	Les réseaux radio par paquets	51
2.12	Résumé	52
2.13	Pour en savoir plus	52
2.14	Exercices	53
Chapitre 3	Concepts de base et modèle d'un internet	54
3.1	Introduction	54
3.2	Interconnexion de niveau application	54
3.3	Interconnexion de niveau réseau	55
3.4	Propriétés d'un internet	56
3.5	Architecture d'un internet	57
3.6	Interconnexion au moyen de routeurs	58

3.7	Le point de vue de l'utilisateur	59
3.8	Tous les réseaux sont équivalents	60
3.9	Les questions sans réponse	61
3.10	Résumé	61
3.11	Pour en savoir plus	62
3.12	Exercices	62
Chapitre 4	Les adresses Internet	63
4.1	Introduction	63
4.2	Identificateurs universels	63
4.3	Les trois principales classes d'adresses IP	64
4.4	Adresses et points d'accès aux réseaux	65
4.5	Adresse réseau et adresse de diffusion	66
4.6	Adresse de diffusion limitée	66
4.7	Identificateur « 0 » signifiant « cet objet »	67
4.7.1	Adressage de sous-réseaux et multidestination	67
4.8	Faiblesses de l'adressage Internet	68
4.9	Notation décimale pointée	69
4.10	Adresse de rebouclage	70
4.11	Résumé des adresses particulières	70
4.12	Autorité gérant l'adressage Internet	71
4.13	Un exemple	72
4.14	L'ordonnancement des données sur Internet	74
4.15	Résumé	75
4.16	Pour en savoir plus	76
4.17	Exercices	76
Chapitre 5	Mappage des adresses IP et des adresses physiques (ARP)	77
5.1	Introduction	77
5.2	La résolution des adresses	77
5.3	Les types d'adresses physiques	78
5.4	Résolution d'adresses par mise en relation directe	78
5.5	Résolution d'adresses par mise en relation dynamique (ARP)	79
5.6	Mémoire cache de résolution d'adresses	81
5.7	Les améliorations du protocole ARP	81
5.8	ARP et les autres protocoles	82
5.9	Implémentation du logiciel ARP	82
5.10	Encapsulation et identification des datagrammes ARP	84
5.11	Format des datagrammes ARP	84
5.12	Résumé	86
5.13	Pour en savoir plus	86
5.14	Exercices	87

Chapitre 6	Détermination d'une adresse IP au démarrage (RARP)	88
6.1	Introduction	88
6.2	Le protocole de résolution inverse d'adresse (RARP)	89
6.3	Déroulement des transactions RARP	91
6.4	Fonctions des serveurs RARP	92
6.5	Résumé	92
6.6	Pour en savoir plus	93
6.7	Exercices	93
Chapitre 7	Protocole IP : les datagrammes	94
7.1	Introduction	94
7.2	Internet : un réseau virtuel	94
7.3	Architecture et philosophie d'un internet	95
7.4	Les couches de services d'un internet	95
7.5	Service de remise des datagrammes	95
7.6	À propos du protocole IP	96
7.7	Le datagramme IP	96
7.7.1	Format d'un datagramme	97
7.7.2	Type de service et degré de priorité d'un datagramme	98
7.7.3	Encapsulation du datagramme	99
7.7.4	Taille du datagramme, MTU réseau et fragmentation	100
7.7.5	Réassemblage des fragments	103
7.7.6	Contrôle de la fragmentation	103
7.7.7	Durée de vie d'un datagramme	105
7.7.8	Renseignements complémentaires dans l'en-tête du datagramme	106
7.8	Options d'un datagramme IP	106
7.8.1	Option enregistrement de route	107
7.8.2	Option routage défini par la source	109
7.8.3	Option horodatage	110
7.8.4	Traitement des options lors de la fragmentation	112
7.9	Résumé	112
7.10	Pour en savoir plus	112
7.11	Exercices	113
Chapitre 8	Protocole IP : routage des datagrammes	114
8.1	Introduction	114
8.2	Routage des datagrammes dans un internet	114
8.3	Remise directe et indirecte	116
8.3.1	Remise directe des datagrammes	116
8.3.2	Remise indirecte des datagrammes	116
8.4	Routage géré par des tables de routage	118
8.5	Routage par sauts successifs	119
8.6	Routage par défaut	121
8.7	Routage d'ordinateur à ordinateur	121

8.8	Algorithme de routage IP	121
8.9	Routage par les adresses IP	122
8.10	Gestion des datagrammes entrant	124
8.11	Élaboration des tables de routage	125
8.12	Résumé	126
8.13	Pour en savoir plus	126
8.14	Exercices	127
Chapitre 9	Protocole IP : messages d'erreur et de supervision (ICMP)	128
9.1	Introduction	128
9.2	Protocole ICMP	128
9.3	Compte rendu d'erreur et correction d'erreur	129
9.4	Remise des messages ICMP	130
9.5	Format des messages ICMP	131
9.6	Test d'accessibilité et d'état (<i>ping</i>)	132
9.7	Les messages d'écho	133
9.8	Compte rendu de destination inaccessible	133
9.9	Congestion et contrôle du flux des datagrammes	135
9.10	Demande de limitation de production	136
9.11	Demande de modification de route par les routeurs	136
9.12	Détection de routes circulaires ou excessivement longues	138
9.13	Compte rendu de problème de paramètre	139
9.14	Synchronisation des horloges et estimation du temps de transit	140
9.15	Demande d'information et réponse	141
9.16	Obtention d'un masque de sous-réseau	141
9.17	Résumé	142
9.18	Pour en savoir plus	143
9.19	Exercices	143
Chapitre 10	Extensions pour le sur-adressage et le sous-adressage	145
10.1	Introduction	145
10.2	Rappel de quelques faits	145
10.3	Réduire le nombre de réseaux	146
10.4	Les routeurs transparents	147
10.5	Proxy ARP	148
10.6	Le sous-adressage	150
10.7	La souplesse du sous-adressage	152
10.8	Réalisation du sous-adressage avec masques	153
10.9	La représentation des masques de sous-réseaux	154
10.10	Le routage en présence de sous-réseaux	155
10.11	L'algorithme de routage à sous-réseaux	156
10.12	Un algorithme de routage unifié	157
10.13	Gestion des masques de sous-réseaux	157
10.14	Diffusion sur les sous-réseaux	159
10.15	Adressage de sur-réseau	159

10.16	Effet du sur-adressage sur le routage	160
10.15	Résumé	162
10.16	Pour en savoir plus	163
10.17	Exercices	163
Chapitre 11	Structuration en couches de protocoles	165
11.1	Introduction	165
11.2	Nécessité d'avoir plusieurs protocoles	165
11.3	Les couches conceptuelles de logiciels de communication	167
11.4	Fonctionnalités des couches	169
11.4.1	Le modèle de référence à sept couches de l'ISO	170
11.5	X.25 et modèle OSI	170
11.5.1	Le modèle TCP/IP de structuration en couches	172
11.6	Différences entre structurations X.25 et TCP/IP	173
11.6.1	Fiabilité au niveau liaison vs fiabilité de bout en bout	174
11.6.2	Localisation de l'intelligence et des prises de décision	174
11.7	Les principes de la structuration en couches	175
11.7.1	Structuration en couches dans un environnement TCP/IP	175
11.8	Structuration en couches en présence de sous-réseaux	177
11.9	Deux frontières importantes du modèle TCP/IP	179
11.9.1	La limitation d'adressage de haut niveau	179
11.9.2	Limites du système d'exploitation	180
11.10	Les inconvénients de la structuration en couches	180
11.11	Le principe de base du multiplexage et du démultiplexage	181
11.12	Résumé	182
11.13	Pour en savoir plus	183
11.14	Exercices	183
Chapitre 12	Protocole de datagramme utilisateur (UDP)	184
12.1	Introduction	184
12.2	Identifier la destination finale	184
12.3	Le protocole de datagramme utilisateur (UDP)	185
12.4	Format des messages UDP	186
12.5	Pseudo-en-tête UDP	187
12.6	Encapsulation et couches de protocoles	188
12.7	La structuration en couches et le calcul du total de contrôle UDP	190
12.8	Multiplexage, démultiplexage et ports UDP	190
12.9	Numéros de port réservés et non réservés	191
12.10	Résumé	193

12.11	Pour en savoir plus	193
12.12	Exercices	194

Chapitre 13 Transport fiable en mode connecté (TCP) 195

13.1	Introduction	195
13.2	Nécessité d'un service de remise fiable en mode connecté	195
13.3	Propriétés des services de remise fiable	196
13.4	Assurer la fiabilité	198
13.5	Le concept de fenêtre glissante	198
13.6	Le protocole de contrôle de transmission (TCP)	202
13.7	Ports, connexions et extrémités de connexions	203
13.8	Ouvertures actives et passives	205
13.9	Segments, flots et numéros de séquence	205
13.10	Taille de fenêtre variable et contrôle de flux	206
13.11	Format des segments TCP	207
13.12	Les données hors bande	209
13.13	Option de taille maximale de segment	209
13.14	Calcul du total de contrôle TCP	211
13.15	Accusés de réception et retransmissions	212
13.16	Temporisations et retransmissions	213
13.17	Échantillonnage précis du temps de boucle	215
13.18	Algorithme de KARN et augmentation des temporisations	216
13.19	Adaptation à de grandes variations de délais	217
13.20	Gérer la congestion	218
13.21	Établissement d'une connexion TCP	221
13.22	Numéros de séquence initiaux	222
13.23	Libération d'une connexion TCP	222
13.24	Réinitialisation d'une connexion TCP	224
13.25	Automate à nombre d'états fini de TCP	224
13.26	Remise forcée de données	225
13.27	Numéros de port TCP réservés	226
13.28	Performances de TCP	226
13.29	Syndrome de la fenêtre stupide et petits paquets	228
13.30	Éviter le syndrome de la fenêtre stupide	229
13.30.1	Éviter le syndrome du côté récepteur	229
13.30.2	Accusés de réception retardés	230
13.30.3	Éviter le syndrome côté émetteur	230
13.31	Résumé	232
13.32	pour en savoir plus	233
13.33	Exercices	233

Chapitre 14 Routage : système central, pairs et algorithmes (GGP) 235

14.1	Introduction	235
14.2	L'origine des tables de routage	236
14.3	Routage à partir d'informations partielles	237

14.4	Architecture initiale et système central d'Internet	239
14.5	Les routeurs du système central	240
14.6	De l'architecture du système central aux réseaux fédérateurs équivalents	242
14.7	Propagation automatique des informations de routage	245
14.8	Routage à vecteur de distance (Bellman-ford)	245
14.9	Le protocole de passerelle à passerelle (GGP)	247
14.10	Format des messages GGP	248
14.11	Le routage à état de liaison (SPF)	249
14.12	Les protocoles SPF	251
14.13	Résumé	251
14.14	Pour en savoir plus	252
14.15	Exercices	252
Chapitre 15	Routage : systèmes autonomes (EGP)	253
15.1	Introduction	252
15.2	Augmenter la complexité du modèle architectural	253
15.3	Un concept fondamental : les sauts supplémentaires	254
15.4	Le concept de système autonome	256
15.5	Le protocole de routeur externe	258
15.6	En-tête des messages EGP	259
15.7	Messages EGP d'acquisition de voisin	260
15.8	Messages EGP d'accessibilité de voisin	261
15.9	Messages EGP de demande d'informations	262
15.10	Messages EGP de mise à jour du routage	263
15.11	Évaluation des distances du point de vue du récepteur	265
15.12	Les principales restrictions d'EGP	266
15.13	Problèmes techniques	268
15.14	Distribution de l'architecture d'un internet	268
15.15	Au-delà des systèmes autonomes	269
15.16	Résumé	269
15.17	Pour en savoir plus	270
15.18	Exercices	270
Chapitre 16	Routage dans un système autonome (RIP, OSPF, Hello)	272
16.1	Introduction	272
16.2	Routes intérieures statiques et dynamiques	272
16.3	Le protocole d'informations de routage (RIP)	275
16.3.1	Résolution du problème de la convergence lente	278
16.3.2	Format des messages RIP	280
16.3.3	Les conventions d'adressage RIP	281
16.3.4	La transmission des messages RIP	282
16.4	Le protocole Hello	282

16.5	Combinaison de RIP, Hello et EGP	284
16.6	Le protocole SPF ouvert (OSPF)	285
16.6.1	Format des messages OSPF	287
16.6.2	Format des messages Hello OSPF	287
16.6.3	Format des messages OSPF de description de base de données	288
16.6.4	Format des messages OSPF de demande d'état de lien	289
16.6.5	Messages OSPF de mise à jour d'état de lien	290
16.7	Routage à partir d'informations partielles	291
16.8	Résumé	292
16.9	Pour en savoir plus	292
16.10	Exercices	292
Chapitre 17	L'adressage multipoint (IGMP)	295
17.1	Introduction	295
17.2	Diffusion au niveau physique	295
17.3	Diffusion multipoint au niveau physique	296
17.4	La diffusion multipoint au niveau IP	297
17.5	Adresses de diffusion multipoint au niveau IP	298
17.6	Mise en correspondance des adresses multipoint IP et multipoint Ethernet	298
17.7	Étendre IP pour prendre en compte la diffusion multipoint	299
17.8	Protocole Internet de gestion multipoint	300
17.9	Mise en œuvre d'IGMP	301
17.10	Transitions d'état d'appartenance à un groupe	302
17.11	Format des messages IGMP	303
17.12	Affectation des adresses de diffusion multipoint	303
17.13	Propagation des informations de routage	304
17.14	Le programme <i>Mrouted</i>	304
17.15	Résumé	307
17.16	Pour en savoir plus	307
17.17	Exercices	308
Chapitre 18	TCP/IP et réseaux ATM	309
18.1	Introduction	309
18.2	Le matériel ATM	310
18.3	Les grands réseaux ATM	310
18.4	Vue logique d'un réseau ATM	311
18.5	Les deux modèles de connexion ATM	312
18.5.1	Circuits virtuels commutés (CVC)	312
18.5.2	Circuits virtuels permanents (CVP)	312
18.6	Chemins, circuits et identificateurs	313
18.7	La cellule ATM	314
18.8	Couches d'adaptation ATM (AAL)	314
18.8.1	AAL1 (<i>ATM Adaptation Layer 1</i>)	315
18.8.2	AAL5 (<i>ATM Adaptation Layer 5</i>)	315

18.9	Convergence, segmentation et réassemblage avec l'AAL5	316
18.10	Encapsulation de datagrammes et taille MTU IP	317
18.11	Type de paquet et multiplexage	318
18.12	Mise en relation d'adresses IP dans un réseau ATM	319
18.13	Concept de sous-réseau logique IP	320
18.14	Gestion de la connexion	321
18.15	Mise en relation des adresses dans un LIS	322
18.16	Format d'un paquet ATMARP	322
18.16.1	Format des champs de longueur d'adresse ATM	323
18.16.2	Codes opération utilisés avec le protocole ATMARP	324
18.17	Utilisation de paquets ATMARP pour trouver une adresse	324
18.17.1	Circuits virtuels permanents	325
18.17.2	Circuits virtuels commutés	325
18.18	Gestion de la base de données du serveur	326
18.19	Expiration des informations ATMARP dans un serveur	326
18.20	Expiration des informations dans un ordinateur ou un routeur	327
18.21	Résumé	327
18.22	Pour en savoir plus	328
18.23	Exercices	328
Chapitre 19	Le modèle d'interaction client-serveur	331
19.1	Introduction	331
19.2	Le modèle client-serveur	331
19.3	Exemple simple : Le serveur d'écho UDP	332
19.4	Le service d'horodate	333
19.4.1	Représentation des date et heure	334
19.4.2	Dates locale et universelle	334
19.5	Complexité des serveurs	335
19.6	Serveur RARP	336
19.7	Les alternatives au modèle client-serveur	337
19.8	Résumé	338
19.9	Pour en savoir plus	339
19.10	Exercices	339
Chapitre 20	L'interface des sockets	340
20.1	Introduction	340
20.2	Le paradigme des entrées/sorties et des accès réseau d'Unix	341
20.3	Enrichir Unix avec des E/S réseau	341
20.4	Le concept de socket	342
20.5	Création d'un socket	343

20.6	Héritage et terminaison des sockets	344
20.7	Spécification des adresses locales	345
20.8	Connexion des sockets avec l'adresse de destination	346
20.9	Émission d'informations sur un socket	347
20.10	Réception d'informations sur un socket	349
20.11	Allocation des adresses de socket local et distant	350
20.12	Demander et définir des options de socket	351
20.13	Définition de la taille de la file d'attente associée à un serveur	352
20.14	Comment un serveur accepte une connexion	352
20.15	Serveurs gérant plusieurs services	353
20.16	Demander et définir les noms des ordinateurs	354
20.17	Demander et définir le nom de domaine interne d'un ordinateur	355
20.18	La bibliothèque de procédures réseau d'Unix BSD	355
20.19	Procédures de conversion en représentation réseau standard	357
20.20	Procédures de manipulation d'adresses	358
20.21	Accéder au système de noms de domaine	359
20.22	Obtenir des informations relatives aux ordinateurs	361
20.23	Obtenir des informations relatives aux réseaux	362
20.24	Obtenir des informations relatives aux protocoles	362
20.25	Obtenir des informations relatives aux services réseau	363
20.26	Un exemple de client	363
20.27	Un exemple de serveur	366
20.28	Résumé	369
20.29	Pour en savoir plus	369
20.30	Exercices	369
Chapitre 21	Amorçage et autoconfiguration (BOOTP, DHCP)	371
21.1	Introduction	371
21.2	Nécessité d'une alternative à RARP	372
21.3	Utiliser IP pour déterminer une adresse IP	373
21.4	La stratégie de retransmission de BOOTP	373
21.5	Format des messages BOOTP	374
21.6	La procédure de démarrage en deux temps	375
21.7	La zone réservée aux constructeurs	376
21.8	Nécessité d'une configuration dynamique	377
21.9	Configuration dynamique	378
21.10	Affectation dynamique d'adresses IP	379
21.11	Obtenir plusieurs adresses	380
21.12	États d'acquisition des adresses	380
21.13	Résiliation anticipée	381
21.14	Renouvellement de bail	382
21.15	Format des messages DHCP	383
21.16	Options DHCP et types de messages	384
21.17	Surcharge d'option	385

21.18	DHCP et les noms de domaine	385
21.19	Résumé	386
21.20	Pour en savoir plus	386
21.21	Exercices	387
Chapitre 22	Le système de noms de domaine (DNS)	388
22.1	Introduction	388
22.2	Des noms de machines	388
22.3	Un espace de noms « à plat »	389
22.4	Les noms hiérarchiques	390
22.5	Délégation d'autorité pour le choix des noms	391
22.6	Responsabilité d'un sous-domaine	391
22.7	Noms de domaine des internets TCP/IP	392
22.8	Noms de domaines officiels et officieux d'Internet	393
22.9	Éléments nommés et syntaxe des noms	395
22.10	Résolution des noms en adresses	397
22.11	Résolution des noms de domaine	399
22.12	Traduction efficace	400
22.13	Utilisation de caches : clé de l'efficacité	401
22.14	Format des messages du serveur de noms de domaine	402
22.15	Structure des noms condensés	405
22.16	Abréviation des noms de domaine	405
22.17	Résolution inverse	406
22.18	Demandes de références	407
22.19	Types d'objets et enregistrements de ressources	407
22.20	Obtenir la responsabilité d'un sous-domaine	409
22.21	Résumé	410
22.22	Pour en savoir plus	410
22.23	Exercices	410
Chapitre 23	Applications : la connexion à distance (TELNET, rlogin)	412
23.1	Introduction	412
23.2	Traitement informatique à distance	412
23.3	Le protocole TELNET	413
23.4	Prendre en compte l'hétérogénéité	416
23.5	Transmission des fonctions de contrôle au site distant	417
23.6	Obliger un serveur à lire une fonction de contrôle	419
23.7	Les options de TELNET	420
23.8	Négociation des options de TELNET	421
23.9	Rlogin (Unix BSD)	422
23.10	Résumé	423
23.11	Pour en savoir plus	423
23.12	Exercices	424

Chapitre 24	Applications : accès et transfert de fichiers (FTP, TFTP, NFS)	425
24.1	Introduction	425
24.2	Accès et transfert de fichiers	425
24.3	Accès partagé en ligne	426
24.4	Le partage par transfert de fichiers	427
24.5	FTP : protocole de transfert de fichiers standard de TCP/IP	428
24.6	Caractéristiques du protocole FTP	428
24.7	Modèle de traitement de FTP	429
24.8	Allocation des numéros de port TCP	430
24.9	FTP du point de vue de l'utilisateur	431
24.10	Un exemple de session FTP anonyme	432
24.11	TFTP : protocole simplet de transfert de fichiers	434
24.12	NFS : système de fichiers en réseau	436
24.13	Mise en œuvre de NFS	437
24.14	RPC : appel de procédure distante XDR : représentation de données	437
24.15	Résumé	438
24.16	Pour en savoir plus	438
24.17	Exercices	439
Chapitre 25	Applications : le courrier électronique (822, SMTP, MIME)	440
25.1	Introduction	440
25.2	Le courrier électronique	440
25.3	Noms de boîtes aux lettres et alias	442
25.4	Expansion des alias et réexpédition du courrier	442
25.5	Relations entre l'interconnexion des réseaux et le courrier	444
25.6	Les standards du service de courrier électronique de TCP/IP	445
25.7	Adresses électroniques	446
25.8	Adresses de pseudo-domaines	448
25.9	SMTP : protocole simple de transfert de messages	448
25.10	MIME : extension au courrier électronique pour les données non-ASCII	451
25.11	Messages MIME multiples	452
25.12	Résumé	453
25.13	Pour en savoir plus	454
25.14	Exercices	454
Chapitre 26	Applications : administration d'un internet (SNMP, SNMPv2)	456
26.1	Introduction	456
26.2	Niveau d'action des protocoles d'administration de réseaux	456
26.3	Modèle architectural	458

26.4	Architecture des protocoles d'administration	459
26.4.1	Protocole standard d'administration de réseaux	459
26.4.2	Définition standard des informations d'administration	459
26.5	Exemples de variables MIB	460
26.6	Structure des informations d'administration de réseaux	461
26.7	Définitions formelles utilisant ASN.1	461
26.8	Structure et représentation des noms d'objets MIB	462
26.9	Protocole simple d'administration de réseaux (SNMP)	467
26.9.1	Recherche par nom dans les tables	469
26.10	Structure des messages SNMP	469
26.11	Exemple de message SNMP sous forme codée	471
26.12	Résumé	472
26.13	Pour en savoir plus	473
26.14	Exercices	473
Chapitre 27	Synthèse des dépendances entre protocoles	474
27.1	Introduction	474
27.2	Dépendances entre protocoles	474
27.3	Accès des programmes d'application	476
27.4	Résumé	477
27.5	Pour en savoir plus	477
27.6	Exercices	477
Chapitre 28	Sécurité d'un internet et conception de gardes-barrières	479
28.1	Introduction	479
28.2	La protection des ressources	480
28.3	Nécessité d'une politique de l'information	481
28.4	Communication, coopération et méfiance mutuelle	482
28.5	Mécanismes de sécurité dans un internet	483
28.5.1	Mécanismes d'authentification	483
28.5.2	Mécanismes de confidentialité	484
28.6	Bastions et accès à l'internet	485
28.7	Connexions multiples et maillons les plus faibles	485
28.8	Implémentation d'un garde-barrière et matériel haute vitesse	486
28.9	Filtres au niveau paquet	487
28.10	Sécurité et spécification de filtrage de paquets	488
28.11	Conséquences pour les clients de la restriction des accès	489
28.12	Accéder à des services à travers un garde-barrière	490
28.13	Les détails d'une architecture de garde-barrière	491
28.14	Réseau souche	492

28.15	Autre implémentation d'un garde-barrière	492
28.16	Monitoring et connexions	494
28.17	Résumé	494
28.18	Pour en savoir plus	495
28.19	Exercices	495
Chapitre 29	L'évolution de TCP/IP (IPng, IPv6)	497
29.1	Introduction	497
29.2	Pourquoi modifier TCP/IP et Internet ?	498
29.2.1	Nouvelles technologies en informatique et communications	498
29.2.2	Nouvelles applications	498
29.2.3	Augmentation de taille et de trafic	498
29.2.4	Nouvelles politiques	499
29.3	Les raisons de changer IPv4	499
29.4	Vers une nouvelle version d'IP	500
29.5	Nom du futur IP	500
29.6	Caractéristiques d'IPv6	501
29.7	Forme générale d'un datagramme IPv6	502
29.8	Format de l'en-tête de base IPv6	502
29.9	En-têtes d'extension	504
29.10	Analyse d'un datagramme IPv6	505
29.11	Fragmentation et réassemblage IPv6	506
29.12	Conséquence de la fragmentation de bout en bout	508
29.13	Routage de la source IPv6	508
29.14	Options d'IPv6	508
29.15	Taille de l'espace d'adressage d'IPv6	510
29.16	Notation hexadécimale pointée IPv6	510
29.17	Trois types d'adresses IPv6 de base	511
29.18	Diffusion VS Multipoint	512
29.19	Choix d'implémentation et diffusion simulée	512
29.20	Affectation de l'espace d'adressage IPv6	513
29.21	Codage des adresses IPv4 et transition	513
29.22	Fournisseurs d'accès, clients et hiérarchie des adresses	514
29.23	Hiérarchie supplémentaire	515
29.24	Résumé	515
29.25	Pour en savoir plus	516
29.26	Exercices	516
Annexe 1	Guide thématique des RFC	518
Annexe 2	Glossaire des termes et abréviations	561
Bibliographie		591
Index		601