
Table des matières

Préface	1
Chapitre 1. Introduction	5
Croissance des réseaux informatiques	5
Complexité des réseaux informatiques	6
Maîtrise de la complexité	6
Concepts et terminologie	7
Organisation du livre	7
Résumé	8
Chapitre 2. Origines et outils d'observation	9
Partage de ressources	9
Croissance de l'Internet	10
Outils d'observation de l'Internet	13
Interprétation d'une réponse PING	13
Trace d'une route	15
Résumé	16

Partie I. Transmission de données

Chapitre 3. Supports de transmission	19
Fils de cuivre	19
Fibres de verre	21
Ondes radio	22
Satellites	22
Satellites géostationnaires	22
Satellites à orbite basse	23
Constellations de satellites à orbite basse	24
Micro-ondes	24
Communication infrarouge	25

Faisceau laser	25
Résumé	25
Chapitre 4. Communication locale asynchrone (RS-232)	27
Communication asynchrone	27
Représentation électrique des éléments binaires	28
Normes de communication	29
Rapidité de modulation, cadrage et erreurs	31
Communication asynchrone duplex	32
Limitations dues au matériel	33
Bande passante et transmission binaire	34
Effet du bruit dans les communications	34
Impact sur les réseaux de données	35
Résumé	36
Chapitre 5. Communication à longue distance (porteuses, modulation et modems)	37
Envoi de signaux sur de longues distances	37
Modulation et démodulation (modems)	40
Circuits de données analogiques spécialisés	41
Autres types de modems	42
Fréquences porteuses et multiplexage	44
Technologies à large bande et en bande de base	45
Multiplexage en longueur d'onde	45
Étalement de spectre	46
Multiplexage temporel	46
Résumé	47

Partie II. Transmission par paquets

Chapitre 6. Paquets, trames et détection d'erreurs	51
Concept des paquets	51
Paquets et multiplexage temporel	53
Paquets et trames matérielles	54
Octets de bourrage	55
Erreurs de transmission	57
Bits de parité et vérification de parité	57
Probabilités, mathématiques et détection d'erreurs	58
Détection d'erreurs par total de contrôle	59
Détection d'erreurs par code de redondance cyclique (CRC)	60

Combinaison d'éléments de calcul de CRC	62
Erreurs groupées	63
Format de trame et mécanismes de détection d'erreurs	64
Résumé	65
Chapitre 7. Technologies et topologies des réseaux locaux	67
Communication directe point à point	67
Canaux de communication partagés	69
Importance des LAN et localisation de référence	70
Topologies des réseaux locaux	71
Topologie en étoile	71
Topologie en anneau	72
Topologie en bus	72
A propos des topologies multiples	73
Exemple de réseau en bus : Ethernet	73
Historique d'Ethernet	73
Partage d'un bus Ethernet	73
Réseaux CSMA	74
Détection de collisions et algorithme de reprise (CSMA/CD)	75
Réseaux locaux sans fil et CSMA/CA	76
Autre exemple de réseau en bus : LocalTalk	78
Exemple de réseau en anneau : Token Ring d'IBM (anneau à jeton)	78
Autre exemple de réseau en anneau : FDDI	80
Exemple de réseau en étoile : ATM	82
Résumé	83
Chapitre 8. Adressage physique et identification du type de trame	85
Identification d'un destinataire	85
Adresses et filtrage des paquets	86
Format d'une adresse physique	88
Diffusion généralisée	89
Diffusion restreinte	90
Adresse de diffusion restreinte	91
Identification du contenu des paquets	92
En-tête et format de trame	92
Exemple de format de trame	93
Trames sans auto-identification	95
Analyseurs de réseau, adresses physiques et types de trame	97
Résumé	98

Chapitre 9. Câblage, topologie physique et matériel d'interface des réseaux locaux	101
Débit des réseaux locaux et vitesse des ordinateurs	101
Matériel d'interface réseau	102
Connexion d'une carte d'interface réseau	104
Câblage Ethernet d'origine : Ethernet épais	104
Connexions multiplexées	106
Câblage Ethernet fin	107
Câblage Ethernet en paires torsadées	108
Avantages et inconvénients des divers schémas de câblage	109
Paradoxe de la topologie	111
Cartes d'interface et schémas de câblage	112
Schémas de câblage et autres technologies de réseau	113
Résumé	114
 Chapitre 10. Extension des LAN : modems pour fibres, répéteurs, ponts et commutateurs	115
Limitation en distance et conception des réseaux locaux	115
Extension à l'aide de fibres optiques	116
Répéteurs	117
Ponts	120
Filtrage des trames	121
Comportement d'un réseau qui inclut des ponts	122
Planification d'un réseau muni de ponts	122
Utilisation de ponts entre bâtiments	123
Utilisation des ponts sur de longues distances	124
Ponts formant une boucle	126
Arbre recouvrant distribué	127
Commutation	128
Combinaison de commutateurs et de hubs	129
Ponts et commutateurs utilisés dans d'autres technologies	129
Résumé	130
 Chapitre 11. Technologies de connexion numérique à longue distance	133
Téléphonie numérique	133
Communication synchrone	135
Circuits numériques	136
Normes téléphoniques	137
Terminologie et débit	138
Circuits de capacité inférieure	139

Circuits numériques de capacité intermédiaire	139
Circuits de grande capacité	140
Normes pour les canaux optiques	141
Canaux concaténés	141
SONET et SDH	142
Boucle locale d'abonné	143
RNIS	143
Technologie ADSL	144
Autres technologies DSL	147
Technologies des modems pour câbles	148
Communication montante	150
Système HFC	151
Système FTTC	152
Cas particuliers	152
Résumé	153
Chapitre 12. Technologies des réseaux à longue distance et routage	155
Définitions	155
Commutateurs de paquets	156
Organisation d'un réseau à longue distance	157
Stockage temporaire avant propagation	158
Adressage physique dans un WAN	158
Propagation vers le prochain nœud	159
Principe d'indépendance de la source	160
Adressage hiérarchique et routage	161
Routage dans un WAN	162
Routes par défaut	163
Calcul des tables de routage	164
Calcul du plus court chemin dans un graphe	165
Algorithmes de routage distribué	167
Routage basé sur un vecteur de distance	168
Routage basé sur l'état des liens	169
Exemples de technologies de WAN	169
ARPANET	169
X.25	170
Relais de trames	170
SMDS	171
ATM	171
Résumé	172

Chapitre 13. Réseaux publics et privés, services et performances	175
Réseaux publics, réseaux privés	175
Réseaux privés virtuels	177
Types de service	178
Durée et persistance des connexions	179
Exemples de services	181
Adresses et identificateurs de connexion	182
Caractéristiques de performances des réseaux	183
Délai	183
Débit	184
Relation entre délai et débit	185
Produit délai-débit	186
Résumé	187
Chapitre 14. Protocoles et modèles en couches	189
Nécessité des protocoles	189
Suites de protocoles	190
Plan de conception des protocoles	191
Modèle de référence à sept couches	191
Couche 1 : Physique	192
Couche 2 : Liaison de données	192
Couche 3 : Réseau	192
Couche 4 : Transport	192
Couche 5 : Session	192
Couche 6 : Présentation	192
Couche 7 : Application	193
Piles logicielles	193
Fonctionnement du logiciel structuré en couches	194
En-têtes multiples imbriqués	195
Justification scientifique de la structuration en couches	196
Techniques utilisées par les protocoles	196
Remise en séquence	197
Élimination des paquets dupliqués	198
Retransmission des paquets perdus	198
Répétitions dues à des délais excessifs	199
Contrôle de flux	200
Prévention de la congestion	202
Conception des protocoles	204
Résumé	205

Partie III. Interconnexion de réseaux

Chapitre 15. Interconnexion de réseaux : concepts, architecture et protocoles	209
Raisons de l'interconnexion	209
Concept de service universel	210
Service universel dans un environnement hétérogène	210
Interconnexion de réseaux	211
Connexion de réseaux physiques à l'aide de routeurs	211
Architecture d'un interréseau	212
Fourniture d'un service universel	213
Réseau virtuel	213
Protocoles pour l'interconnexion	213
Importance de l'interconnexion et de TCP/IP	215
Couches et protocoles TCP/IP	215
Couche 1 : Physique	216
Couche 2 : Interface réseau	216
Couche 3 : Interréseau	216
Couche 4 : Transport	216
Couche 5 : Application	216
Hôtes, routeurs et protocoles	216
Résumé	217
Chapitre 16. Adresses IP (Internet Protocol)	219
Adressage d'un réseau virtuel	219
Schéma d'adressage IP	220
Hiérarchie d'adressage dans IP	221
Classes d'adresse IP	221
Calcul de la classe d'une adresse	223
Notation décimale pointée	224
Classes et notation décimale pointée	224
Division de l'espace d'adressage	225
Attribution des adresses IP	226
Exemple d'adressage	226
Adresses IP spéciales	227
Adresse du réseau	227
Adresse de diffusion dirigée	227
Adresse de diffusion limitée	228
Adresse de bouclage	228
Résumé des adresses IP spéciales	229

Adresses de diffusion (Unix BSD)	229
Routeurs et adresses IP	230
Hôtes multiconnectés	231
Résumé	231
Chapitre 17. Résolution des adresses IP (ARP)	233
Adresses de protocole et remise de paquets	233
Résolution d'adresse	234
Techniques de résolution d'adresse	235
Résolution d'adresse par recherche dans une table	235
Résolution d'adresse par relation directe	237
Résolution d'adresse par échange de messages	238
Protocole de résolution d'adresse	239
Remise des messages ARP	240
Format des messages ARP	240
Envoi d'un message ARP	241
Identification des trames ARP	242
Mise en cache des réponses ARP	242
Traitement d'un message ARP entrant	243
Structuration en couches et adressage	244
Résumé	245
Chapitre 18. Propagation des datagrammes IP	247
Service sans connexion	247
Paquets virtuels	248
Datagrammes IP	248
Propagation d'un datagramme IP	249
Adresses IP et table de routage	250
Masque IP et propagation des datagrammes	251
Adresse de destination et adresse de prochain saut	252
Remise au mieux	252
Format de l'en-tête d'un datagramme IP	253
Résumé	254
Chapitre 19. Encapsulation, fragmentation et réassemblage des datagrammes IP	257
Datagrammes et trames	257
Encapsulation	257
Transmission à travers un interréseau	258
MTU, taille d'un datagramme et encapsulation	260

Réassemblage	261
Identification d'un datagramme	262
Perte d'un fragment	262
Fragmentation d'un fragment	263
Résumé	263
Chapitre 20. Nouvelle version d'IP (IPv6)	265
Le succès d'IP	265
Justification des changements	266
IPng, IPv6	267
Caractéristiques d'IPv6	267
Format du datagramme IPv6	268
En-tête de base IPv6	268
Traitement des en-têtes IPv6 multiples	270
Fragmentation, réassemblage et MTU de chemin	270
Justification des en-têtes multiples	272
Adressage IPv6	273
Notation hexadécimale à deux points	274
Résumé	274
Chapitre 21. Protocole ICMP	277
Remise au mieux et détection des erreurs	277
Protocole ICMP	278
Transport des messages ICMP	280
Utilisation des messages ICMP pour tester l'accessibilité	281
Utilisation d'ICMP pour obtenir la trace d'une route	282
Utilisation d'ICMP pour déterminer la MTU de chemin	283
Résumé	284
Chapitre 22. Protocole TCP	285
Un transport fiable	285
Protocole TCP	286
Service TCP offert aux applications	286
Service de bout en bout et datagrammes	287
Fiabilité	288
Perte de paquets et retransmissions	288
Retransmission adaptative	290
Délais de retransmission	290
Mémoires tampons, contrôle de flux et fenêtres	291

Etablissement et rupture d'une connexion en trois étapes	293
Contrôle de congestion	294
Format d'un segment TCP	294
Résumé	295
 Partie IV. Applications réseau 	
Chapitre 23. Interaction client-serveur	299
Fonctionnalité fournie par le logiciel d'application	300
Fonctionnalité fournie par l'interréseau	300
Etablissement du contact	301
Modèle client-serveur	301
Caractéristiques des clients et des serveurs	302
Programme serveur et ordinateur de classe serveur	302
Requêtes, réponses et sens du flux de données	303
Protocoles de transport et interaction client-serveur	303
Services multiples sur un ordinateur	304
Identification d'un service particulier	305
Copies multiples d'un serveur pour un même service	305
Création dynamique d'un serveur	306
Protocoles de transport et communication non ambiguë	307
Transport orienté connexion et transport sans connexion	307
Service accessible à l'aide de plusieurs protocoles	308
Interactions complexes entre client et serveur	308
Interactions et interdépendances	309
Résumé	310
Chapitre 24. Interface sockets	311
Interface de programmation d'applications	311
L'API sockets	312
Sockets et bibliothèques de sockets	312
Communication par sockets et E/S sous Unix	313
Sockets, descripteurs et E/S de réseau	314
Paramètres et API sockets	315
Procédures mises en œuvre dans l'API sockets	315
Procédure socket	315
Procédure close	315
Procédure bind	316
Procédure listen	317

Procédure accept	318
Procédure connect	318
Procédures send, sendto, sendmsg	319
Procédures recv, recvfrom, recvmsg	320
Sockets et procédures read et write	321
Autres procédures de sockets	321
Sockets, threads et héritage	322
Résumé	323
Chapitre 25. Exemple de client et de serveur	325
Communication orientée connexion	325
Exemple de service	325
Arguments en ligne de commande	326
Séquence d'appels de procédures de sockets	326
Code C du client	327
Code C du serveur	330
Service de flot et réceptions multiples	332
Procédures de sockets et blocage	332
Taille du code et compte rendu d'erreurs	333
Utilisation du client avec un autre service	333
Utilisation d'un autre client pour tester le serveur	334
Résumé	334
Chapitre 26. Système de noms de domaine (DNS)	335
Structure des noms d'ordinateurs	336
Structure géographique	337
Noms de domaine à l'intérieur d'une entreprise	338
Modèle client-serveur pour DNS	339
Hiérarchie de serveurs DNS	340
Architecture des serveurs	341
Localisation de référence et serveurs multiples	342
Liens entre serveurs	342
Résolution d'un nom	343
Optimisation des performances du système DNS	344
Types d'entrées DNS	345
Alias et type CNAME	346
Conséquence des types multiples	346
Abréviations et DNS	347
Résumé	347

Chapitre 27. Courrier électronique (e-mail)	349
Principes de la messagerie électronique	349
Boîtes aux lettres et adresses	350
Format d'un message de courrier électronique	351
Copies	353
Extension MIME	353
Courrier électronique et programmes d'application	355
Transfert du courrier	355
Protocole SMTP	356
Optimisation pour des destinataires multiples	356
Diffusion et propagation du courrier	357
Passerelles de messagerie	358
Listes de diffusion automatisées	359
Relais de messagerie et adresses e-mail	359
Accès aux boîtes aux lettres	361
Connexions commutées et protocole POP	362
Résumé	363
 Chapitre 28. Transfert de fichiers et accès distant	 365
Transfert de données et traitement réparti	365
Sauvegarde des résultats intermédiaires	366
Transferts de fichiers généralisés	366
Transferts interactifs et par lots	367
Protocole FTP	368
Modèle général et interface utilisateur de FTP	368
Commandes FTP	369
Connexions et droits d'accès	370
Accès anonyme aux fichiers	371
Sens des transferts	371
Extension des noms de fichiers	372
Conversion des noms de fichiers	372
Changement de répertoire et contenu de liste	373
Types de fichiers et modes de transfert	373
Exemple d'utilisation de FTP	374
Sorties FTP détaillées	377
Interaction client-serveur sous FTP	378
Connexions FTP	378
Connexion de données et fin de fichier	379
Protocole TFTP	379

Protocole NFS	380
Résumé	381
Chapitre 29. Pages Web et navigateurs	383
Interface de navigation	383
Hypertexte et hypermédia	384
Représentation d'un document	384
Format et représentation HTML	385
Exemple de balises de formatage HTML	386
Titres	387
Listes	387
Images graphiques intégrées à une page Web	388
Identification d'une page	389
Liens hypertexte entre un document et un autre	390
Interaction client-serveur	391
Transfert d'un document Web (HTTP)	392
Architecture d'un navigateur	392
Clients optionnels	393
Utilisation de caches dans les navigateurs Web	394
Résumé	395
Chapitre 30. Documents Web dynamiques et technologie CGI	397
Types de documents Web	398
Avantages et inconvénients	398
Mise en œuvre de documents dynamiques	400
Norme CGI	401
Résultat d'un programme CGI	401
Exemple de programme CGI	402
Paramètres et variables d'environnement	403
Information d'état	404
Information d'état à long terme	405
Information d'état à court terme	406
Formulaires et interaction	409
Résumé	409
Chapitre 31. Documents Web actifs et technologie Java	411
Ancienne technique de mise à jour en continu	411
Documents actifs et surcharge du serveur	413
Représentation et conversion de documents actifs	413

Technologie Java	415
Langage de programmation Java	415
Environnement d'exécution	416
Paquetages de Java	418
Outils graphiques	419
Utilisation d'éléments graphiques Java sur un ordinateur donné	420
Interpréteurs Java et navigateurs	421
Compilation d'un programme Java	421
Exemple d'applet	422
Invocation d'une applet	424
Exemple d'interaction avec un navigateur	424
Erreurs et traitement des exceptions	426
Alternatives et variantes	426
Résumé	427
Chapitre 32. RPC et le middleware	429
Programmation de clients et de serveurs	429
Appel de procédure distante	430
Modèle RPC	432
Stubs de communication	433
Représentation externe des données	435
Technologies de middleware	435
ONC RPC	436
DCE/RPC	436
MSRPC	436
CORBA	437
MSRPC2	437
COM/DCOM	437
Résumé	438
Chapitre 33. Administration de réseau (SNMP)	439
Administration d'un interréseau	439
Danger des erreurs cachées	440
Logiciel d'administration de réseau	441
Administrateurs et agents	441
Protocole SNMP	442
Modèle "aller chercher-enregistrer"	442
MIB et noms d'objets	443
Types de variables MIB	444

Variables MIB correspondant à des tableaux	444
Résumé	445
Chapitre 34. Sécurité dans les réseaux	447
Politiques de sécurité dans un réseau	447
Différents aspects de la sécurité	448
Responsabilité et contrôle	449
Mécanismes permettant d'assurer l'intégrité	449
Contrôle d'accès et mots de passe	450
Cryptage et confidentialité	450
Cryptage par clé publique	451
Authentification par signature numérique	451
Filtrage de paquets	452
Principe des gardes-barrière sur l'Internet	453
Résumé	454
Chapitre 35. Initialisation et configuration	457
Amorçage	457
Démarrage du logiciel de protocole	458
Paramètres du protocole	458
Configuration du protocole	459
Exemple d'éléments à configurer	459
Exemple de configuration à l'aide d'un fichier sur disque	460
Nécessité de configurer automatiquement le protocole	461
Méthodes de configuration automatique du protocole	461
Détermination des adresses	462
Protocoles utilisés lors de l'amorçage	463
..... Protocole BOOTP	463
Affectation automatique d'adresses	465
Protocole DHCP	466
Optimisation de DHCP	467
Format des messages DHCP	468
DHCP et noms de domaine	468
Résumé	469

Partie V. Annexe

Glossaire	473
Index	499