

INFORMATION NUMÉRIQUE
Traitement, interprétation, communication

Pierre Rolin - Laurent Toutain
Géraldine Texier - Olivier Paul - Claude Chaudet

Les réseaux

Principes fondamentaux

2^e édition

101010101

1010101011 01010101

1010101011

01010101

Lavoisier
hermes

Index

Symboles

802.16, 68

A

ABM (*synchronous balanced mode*),
83, 86

Abonné, 26

Accept, 174

Accusé de réception, 8

Acheminement, 38

Acquittement, 71, 72, 85
négatif, 10

Adaptateur réseau, 40

Adjacence, 133

Administration, 96
du réseau, 33

Adressage, 103
hiérarchique, 104, 107

Adresse, 3, 13, 15, 27, 169, 170, 171
destination, 114
de groupe, 133
IP, 15
non routable, 109
du service, 22
source, 114

ADSL, 68, 161

AELE (Association européenne de
libre échange), 50

Afnor, 48, 50

AfriNIC, 99

Agrégation, 108, 109

Aire, 95, 124, 136

Algorithme, 25

Amplitude, 59

Annonce, 142

Annuaire, 2, 15

ANSI (American National
Standards Institute), 50

APNIC (Asia Pacific Network
Information Center), 99

Application, 35
cliente, 147
élastique, 166
multimédia, 166
serveur, 147
temps réel, 154

Arbre, 124
couvrant, 125

Arc, 126

ARIN (American Registry
for Internet Numbers), 99

ARINC, 80

ARP (*address resolution protocol*),
29, 102

ASCII, 36

ATM, 37, 65

Atténuation, 56, 62

Automate, 89

B

Backbone, 14

Bande
de fréquence, 54
passante, 54

- BCP (*best current practice*), 98
 BER (*bit error rate*), 63, 67
 BGP (*border gateway protocol*), 138
 Bind, 169, 173
 Bit
 alterné, 73, 90
 erroné, 63
 de parité, 65
 Bloc, 14, 68
 de données, 22
 BNC (connecteur), 55
 Boîte noire, 2
 Boucle, 125
 double, 17
 locale, 106
 loopback, 106
 simple, 17
 Bourrage, 111
 Broadcast, 28
 Bruit, 55
 électromagnétique, 56
 BSI (British Standard Institute), 50
 Buffer, 81
- C**
- C (langage), 166
 Câble coaxial, 55
 Canal de communication, 55, 145, 149
 CCIR (Comité consultatif international des radiocommunications), 48
 CCITT (Comité consultatif international télégraphique et téléphonique), 49
 CDMA, 40
 CEF (Comité électrotechnique français), 50
 CEI (Commission électrotechnique internationale), 47, 48
 Cellule, 30
 CEN (Comité européen de normalisation), 49
 CENELEC (Comité européen de normalisation électrotechnique), 49
 CEPT (Conférence européenne des postes et télécommunications), 49
 Certifier, 26
 Chaîne, 17
 Champ, 42
 de contrôle, 61
 de comptage, 61
 Checksum, 114
 Chemin, 38, 119, 124
 Chiffrement, 31, 32
 Chronogramme, 8, 13, 71
 CIDR (*classless internet domain routing*), 104, 107
 Circuit, 13
 virtuel, 37
 Client, 3, 169, 173
 Client-serveur, 166
 Close, 172, 175
 Coaxial, 39
 Codage, 31, 39
 4B/5B, 58
 8B/10B, 58
 64B/66B, 58
 Manchester, 58, 61
 Code
 de caractères, 36
 de contrôle, 84
 de correction, 67
 de détection, 64
 de redondance cyclique, 65, 84
 Reed-Solomon, 68
 Cœur de réseau, 14
 Commande, 84

- Communication spatiale, 68
 - Commutateur, 21
 - Commutation, 38
 - Compression, 31
 - Concaténation, 32
 - Confidentialité, 138
 - Confirmation, 32
 - Congestion, 161
 - Connectathon, 97
 - Connecteur
 - LC, 55
 - SC, 55
 - Connectivité, 38
 - Connexion, 158
 - multipoint
 - centralisée, 28
 - décentralisée, 28
 - point à point, 28
 - TCP, 158
 - Contexte, 12, 167
 - Contrôle
 - de congestion, 159
 - d'erreur, 37, 38
 - de flux, 37, 38, 80, 84, 87
 - Convergence, 125
 - Coprocasseur, 40
 - Correction, 6
 - des erreurs, 152
 - Couche, 20, 21, 24
 - de communication, 8
 - liaison, 53
 - Coupleur, 40
 - CRC (code à redondance cyclique), 65, 101
 - CSMA, 40
- D**
- DAB (*digital audio broadcasting*), 49
 - Datagramme, 4, 111, 149, 167, 171
 - Déassemblage, 45
 - Débit, 40, 55
 - nominal, 40
 - offert, 40
 - Délai, 8
 - d'acheminement, 4, 5, 68
 - d'aller-retour, 154
 - Délimitation, 60, 61
 - Déséquencement, 5
 - Destination, 119
 - Détection
 - d'erreur, 66
 - de perte, 84, 86
 - DF (*don't fragment*), 112
 - Diagramme temporel, 8, 71
 - DiffServ, 111, 117
 - Diffusion, 28
 - unidirectionnelle, 28
 - Dijkstra (algorithme), 126, 133
 - Disconnect* (DISC), 85
 - DNS (*directory name server*), 101
 - DNS (*domain name serveur*), 104
 - Donnée utile, 61
 - Durée
 - d'aller-retour, 78
 - de vie, 112, 116
- E**
- Éclatement, 28
 - ECMA, 51
 - ECN (*explicit congestion notification*), 111
 - Efficacité, 79
 - EGP (*exterior gateway protocol*), 138
 - Élément actif, 27

Encapsulation, 40
 En-tête, 40, 42
 Entité, 21, 27
 homologue, 24, 27
 protocolaire, 21
 Enveloppe, 3, 6, 31, 40
 protocolaire, 40, 42
 Environnement bruyant, 56
 Équipement, 26
 hétérogène, 19
 Erreur, 62
 État de liens, 133
 Ethernet, 40, 61, 65, 101, 102, 111
 802.3x, 80
 optique, 70
 Étoile, 17, 124
 ETS (European Telecommunication Standards), 49
 ETSI (European Telecommunication Standard Institute), 49, 97
 EWOS, 51

F

Facilités, 22
 Facteur d'échelle, 104
 Fanion, 61, 62, 83
 Fenêtre, 81, 160
 de congestion, 160, 162
 de réception, 161
 FIB (*forwarding information base*), 122, 133
 Fibre
 monomode, 56
 multimode, 56
 optique, 55
 File, 82
Finite state automaton (FSA), 89
 Format, 42

Forum, 51
Forwarding, 101
 Fragment, 7
 Fragmentation, 32, 37, 102, 111, 148
 réassemblage, 38
Frame reject (FRMR), 85
 Fréquence, 54, 59
 FYI (*for your information*), 98

G

Gestion, 96
 Go back n, 76, 85, 86
 Goulet d'étranglement, 160, 161
 Graphe acyclique, 126
 Groupage, 32
 GSM, 49

H

HDLC, 61, 65, 80, 83, 84
 Hello, 135
 Hertz, 54
 Hertzien, 39
 Hexadécimal, 43
Hop, 121
 HTML, 36
 http, 15, 36, 95
 https, 15

I

IAB (Internet Architecture Board), 51, 95
 IANA (Internet Assigned Number Authority), 98, 137

ICANN (Internet Corporation for Assigned Names and Numbers), 98

ICMP (*internet control message protocol*), 103, 112, 113, 115

ICP, 42

Identifiant, 15, 27, 82, 104, 167

Identificateur de connexion, 27, 42

Identification, 37, 112

IEEE

- 802.3, 102
- 802.11, 102

IESG (Internet Engineering Steering Group), 52, 95, 97

IETF (Internet Engineering Task Force), 52, 95

IGMP (Internet Group Message Protocol), 103

IGP (*interior gateway protocol*), 138

IHL (*internet header length*), 110

Implantation, 26

Indication, 32

- d'erreur, 77

Information numérique, 53

Inondation, 135

Intégrité, 14

Interaction, 13, 30

Interconnexion, 19

- irrégulière, 17
- régulière, 17
- totale, 17

Interface, 105

Interfonctionnement, 48

Interopérer, 19

IP, 99

IPv4, 104, 169

IPv6, 104, 117

ISO, 19, 47, 48

ISOC (Internet Society), 51, 95

J

Java, 166

JTC, 49

K

KeepAlive, 143

L

LACNIC, 99

LAPB, 83

LED, 55

Lettre, 3, 4, 7

Lettregramme, 4

Liaison de données, 39

Lien, 14

Link state, voir État de lien

Linux, 101

LIR, 107

Listen, 174

LLC (*logical link control*), 102

Longest prefix match, 108

LSA (*link state advertisement*), 135

M

MAC, 40, 101

Mécanisme réactif, 80

Mémoire tampon, 161

Message, 14, 25

Métrique, 124, 134, 138

MF (*more fragments*), 112

MIB (*management information base*), 33
 Minuteur, 71, 74, 86
 Mode connecté, 151
 Modèle de référence, 20
 Modélisation, 88
 Motif de synchronisation, 61
 MPLS, 37
 MT (*minimum trunk*), 112
 MTU (*maximum transmission unit*), 111
 Multicast, 28, 106, 133
 Multidomiciliation, 107
 Multiplexage, 28, 29

N

NAT (*network address translator*), 110
 N. DATA, 30
 Network, 30
 NIC (Network Information Center), 106
 Nœud, 14
 Nom de domaine, 15
 Normalisation, 46
 Norme, 47
 N_r , 76, 85, 86
 N_s , 76, 85, 86
 Numéro
 de réseau, 105
 de séquence, 158

O

Occupation du réseau, 75
 ONP (*open network provision*), 49
 Optique, 39

Ordinateur, 19
 OSI, 20
 OSPF, 135

P

PAC, 51
 Paire
 téléphonique, 39
 torsadée, 55
 Panne, 125, 133, 135
 Paquet, 14, 30
 fantôme, 157
 Paquet (PDU IP), 121
 Parallélisme, 5
Path vector, voir Vecteur de chemin
 PDU, 23, 25, 31, 40
Peer to peer entity, 26
Peering, 138
 Performance, 40
 Perte, 70
 PF, 85, 86
 PF_INET, 168
 Phase du signal, 59
PHB (per hop behavior), 111
 Physique, 39
Piggy-backing, 85, 86
 Pile
 d'entités protocolaires, 22
 de protocoles, 22
 Ping, 116
 Pipeline, 75, 86
 Plan
 d'adressage, 15, 138
 commande, 20
 communication, 20
 fonctionnel, 20
 gestion, 20
 de nommage, 15

Plug tests, 97
 Point d'accès, 22
 Polynôme, 65
 Port, 27, 146, 147, 168
 Portée du signal, 39
 Préambule, 61
 Préfixe, 104, 108, 122, 123
 Présentation, 36
 Prestataire, 3
 de services, 21, 31
 Preuve de protocole, 26
 Primitive, 21, 30
 de service, 33
 Prise, 39
 Processeur dédié, 40
 Processus, 21
 Produit bande passante x délai, 159
 Protocole, 4, 6, 10, 23, 25
 du bit alterné, 72
 préventif, 81
 réactif, 80
 de routage, 133
 Proxy, 110
 Python, 166

R

Racine de l'arbre, 126
 Rafale, 164
Receive
 not ready, 85
 ready, 85
 Recombinaison, 28
 Recv, 175
 Recvfrom, 171
 Réglementation, 49
 Reject, 85

Relais, 38
 Relayage, 38, 101, 118, 122, 123
 Rendement, 41
 Répétition sélective, 79
 Réponse, 84
 Reprise sur perte, 84
 Requête, 30
 Réseau, 38
 irrégulier, 17
 local, 40
 maillé, 17
 postal, 3
 téléphonique, 12
 RFC (*request for comments*), 96
 RIB (*routing information base*), 133
 RIPE NCC, 99
 RIR (Regional Internet Registry), 99,
 104, 137
 RJ 45, 55
 RNIS, 49
 Routage, 38, 118, 122
 dynamique, 125
 statique, 124
 Route, 124
 Routeur, 2, 21, 111, 123
 de bordure, 136, 139, 142
 désigné, 135
 intermédiaire, 111
 RS232, 80

S

SABM (*Set asynchronous balanced mode*), 85
 SAP, 22, 37, 101, 121, 146
 destinataire, 42
 Saturation, 80
 Saut, 121
 SDLC, 83

SDU, 22, 27, 31, 40
 Segment, 149
Send, 169, 175
 Séquencement, 4, 37, 38
 Serveur, 168, 173
 Service, 3, 21, 22, 24
 de communication, 7
 sur connexion, 12
 à datagramme, 37
 de transport, 4
 Session, 37
 Seuil d'évitement de congestion, 164
Shutdown, 176
 Signal, 54
 alternatif, 58
 SIP, 95
Slow start, 162
 SNAP, 102
 SOCK_DGRAM, 168
 Socket, 101, 168
 SOCK_STREAM, 173
 Sommet, 126
 SONET/SDH, 59
 Source, 119
 Sous-système, 21, 24
 Spécification, 6, 21, 40, 47
 Station, 26
Store and forward, 14
 Support, 39
 hertzien, 55
 physique, 57
 Symbole, 68
 Synchronisation, 58
 Système(s), 21
 autonome, 137
 d'exploitation réparti, 37
 ouvert, 19
 répartis, 19

T

T568, 55
 Table
 pour le relayage, 133
 de routage, 108, 121, 123
 Taille
 de la fenêtre, 81
 des messages, 14
 Taux d'erreur, 40
 T. CONNECT, 30, 175
 TCP (*transmission control protocol*), 38, 80, 101, 151, 172
 TCP/IP, 99
 TDMA, 40
 Technique formelle, 26
 Temporisateur, 153
 Temps
 d'aller-retour, 74
 d'émission, 74, 75
 de propagation, 74
 réel, 149
 de traitement, 74, 75
 de transit, 117
 Terminal, 19
 Tier, 138
 Topologie, 16, 17, 124, 133, 137
 ToS (*type of service*), 111
 Trace, 43, 45
 Traceroute, 116
 Trame, 30, 40, 84
 I, 84, 86
 d'information, 84
 non numérotée, 84, 85
 S, 84
 de supervision, 84, 85
 U, 84, 86
 Transcodage, 32
 Transition, 89
 Transmission fiable, 150, 152

Transparence, 62, 84
Transparent, 40
Transport, 37

U

UA (*Unnumbered acknowledgement*),
85
UDP (*user datagram protocol*), 38,
101, 149
 envoyer-recevoir, 167
UIT, 46, 48
Unité de services données, 22
URL (*universal resource locator*), 15
UTE, 50
Utilisateur, 24

V

Valence du signal, 55
Valeur binaire, 57

Vecteur de chemin, 139

Voie

de communication, 3, 7
globale simple, 17
multipoint ou diffusion, 16
point à point, 16
de transmission, 16

Voisin, 143

V_r , 76, 86

V_s , 76, 86

W

Web, 36

Wi-Fi, 40, 61, 67

X

X25, 83

XML, 101

XON/XOFF, 80

Le réseau internet a pris une place considérable aussi bien dans la vie quotidienne que dans le fonctionnement des entreprises, créant ainsi le substrat pour l'économie dite numérique. Aucun domaine n'échappe à l'usage des réseaux et, prochainement, grâce à l'internet des objets entre autres, les réseaux seront au plus près de nos activités. Internet est désormais le réseau intégrateur de tous les services tels que transmission de données, téléphonie, vidéo, loisirs, commerce, industrie du futur, objets connectés, *smart-grid*, etc.

Cet ouvrage d'introduction aux réseaux a pour principal objectif de mettre en évidence les principes de conception qui sont appliqués dans tous les systèmes communicants, tout en mettant l'accent sur les trois protocoles qui sont au cœur d'internet : TCP, UDP et IP.

Sont expliqués, illustrés et présentés en détail :

- le modèle en couche dit ISO/OSI ;
- les concepts d'entités homologues, de protocoles, de message, etc. ;
- les notions de rendement, débit utile, délai de transit, délai d'acheminement ;
- la problématique de l'adressage et différents modes de constructions ;
- les structures de messages (ou enveloppes protocolaires) et les mécanismes protocolaires dans le cas de LAP-B et de TCP/IP ;
- les mécanismes de routage ;
- le modèle client-serveur et la programmation de communications dans les langages C, Python et Java.

Cette nouvelle édition entièrement revue peut également servir de support « écrit » aux MOOC « Principe des réseaux de données » diffusé sur France Université Numérique, et « Digital Network Essentials » diffusé sur edX.org. Les exercices et travaux pratiques associés aux différents chapitres de l'ouvrage sont disponibles dans ces deux cours en ligne : ils permettent d'apprendre à utiliser un analyseur de réseau (outil indispensable aux techniciens du réseau) et à construire un schéma de réseau et son plan d'adressage. Des travaux dirigés permettent de vérifier la bonne compréhension des différentes notions décrites dans l'ouvrage.

Pratique, didactique et abondamment illustré, ce livre s'adresse aux étudiants et aux ingénieurs qui souhaitent s'initier aux principes des réseaux et à leurs mécanismes.

Pierre Rolin a été directeur de Télécom Sud Paris, adjoint au directeur de la recherche d'Orange Labs, il a enseigné dès 1980 les réseaux dans de nombreuses écoles en France dont Télécom Bretagne, ENSTA, INSTN, et à l'étranger.

Laurent Toutain est maître de conférences à Télécom Bretagne dans le département RSM (réseaux, sécurité, multimédia).

Géraldine Texier est maître de conférences à Télécom Bretagne dans le département RSM (réseaux, sécurité, multimédia).

Olivier Paul est maître de conférences à Télécom Sud Paris dans le département RST.

Claude Chaudet est maître de conférences à Télécom ParisTech au sein du département « Informatique et réseaux ».

