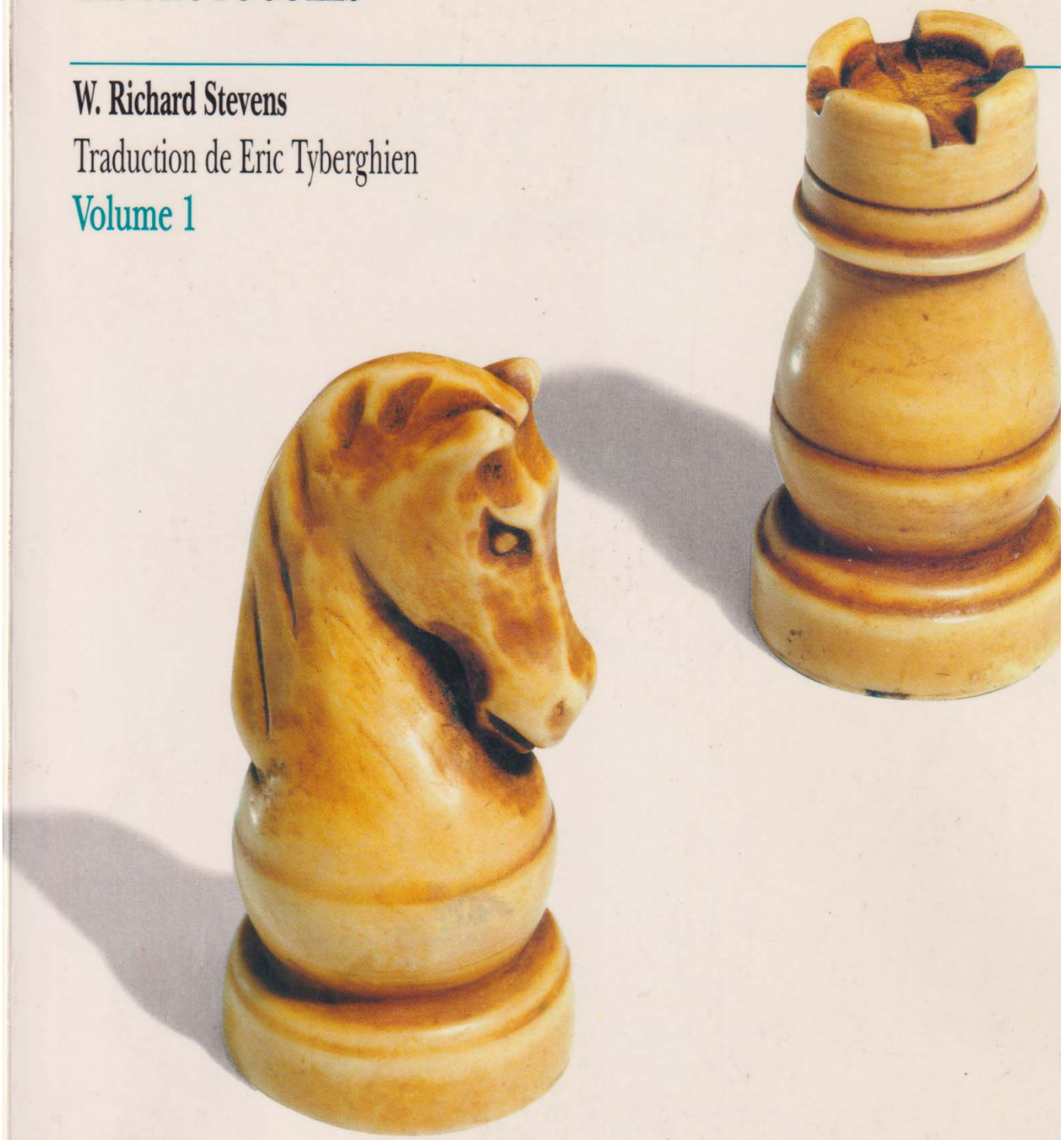
TCP/IP illustré

LES PROTOCOLES

W. Richard Stevens

Traduction de Eric Tyberghien

Volume 1



INTERNATIONAL™

W.R. STEVENS

TCP/IP Illustré

Les protocoles

Traduction de Eric TYBERGHIEN

INTERNATIONAL THOMSON PUBLISHING FRANCE
An International Thomson Publishing Company
e-mail : *contact@itp.fr*

Paris • Albany • Belmont • Bonn • Boston • Cincinnati • Detroit • Johannesburg
Londres • Madrid • Melbourne • Mexico • New York • Singapour • Toronto • Tokyo

Table des matières

Préface xiii

Chapitre 1. **Introduction** 1

1.1 Introduction 1
1.2 Organisation en couches 1
1.3 Stratification TCP/IP 6
1.4 Adresses Internet 7
1.5 Le Système de Noms de Domaines 9
1.6 Encapsulation 9
1.7 Démultiplexage 11
1.8 Modèle Client-Serveur 12
1.9 Numéros de ports 12
1.10 Processus de Standardisation 14
1.11 Les RFC 14
1.12 Standard, Services de base 15
1.13 L'Internet 16
1.14 Implémentations 16
1.15 Interfaces de programmation d'applications 17
1.16 Réseau de Test 18
1.17 Résumé 19

Chapitre 2	**La couche de liens**	**21**
2.1	Introduction	21
2.2	Ethernet et Encapsulation IEEE 802	21
2.3	Encapsulation à la remorque (trailer encapsulation)	23
2.4	SLIP : Serial Line IP (IP sur liaison série)	24
2.5	SLIP Compressé	24
2.6	PPP : Protocole Point à Point	26
2.7	Interface de bouclage (Loopback)	28
2.8	MTU	29
2.9	MTU de chemin (Path MTU)	30
2.10	Calcul de la vitesse de transfert des lignes séries	30
2.11	Résumé	32
Chapitre 3	**IP : Protocole Internet**	**33**
3.1	Introduction	33
3.2	En-tête IP	34
3.3	Routage IP	38
3.4	Adressage de sous-réseaux	42
3.5	Masque de sous-réseau	44
3.6	Cas particuliers d'adresses IP	45
3.7	Un exemple de sous-réseau	46
3.8	Commande ifconfig	48
3.9	Commande netstat	49
3.10	Le futur d'IP	50
3.11	Résumé	51
Chapitre 4	**ARP : Protocole de Résolution d'Adresse**	**53**
4.1	Introduction	53
4.2	Un exemple	54
4.3	Le Cache ARP	56
4.4	Format du Paquet ARP	56
4.5	Exemples ARP	57
4.6	Proxy ARP	60
4.7	ARP gratuit (gratuitous ARP)	62
4.8	Commande arp	64
4.9	Résumé	64
Chapitre 5	**RARP: Protocole de Résolution d'Adresse Inverse**	**67**
5.1	Introduction	67
5.2	Format du paquet RARP	67
5.3	Exemples RARP	68
5.4	Conception d'un serveur RARP	69
5.5	Résumé	70

Chapitre 6 ICMP : Protocole Internet de messages de contrôle 73

6.1 Introduction 73
6.2 Types de messages ICMP 74
6.3 Requête et réponse ICMP de masque d'adresse 76
6.4 Requête et réponse ICMP Timestamp (estampilles horaires) 78
6.5 Erreur ICMP port non accessibles (port unreachable) 81
6.6 Traitement des messages ICMP sur 4.4BSD 85
6.7 Résumé 87

Chapitre 7 Programme Ping 89

7.1 Introduction 89
7.2 Programme Ping 89
7.3 Option IP d'enregistrement de la route 95
7.4 Option IP estampille horaire (Timestamp) 100
7.5 Résumé 101

Chapitre 8 Le programme traceroute 103

8.1 Introduction 103
8.2 Opérations effectuées par le programme Traceroute 103
8.3 Sortie LAN 105
8.4 Sortie WAN 108
8.5 Option IP de routage de source 110
8.6 Résumé 116

Chapitre 9 Le routage IP 119

9.1 Introduction 119
9.2 Principes du routage 120
9.3 Erreurs ICMP "Host unreachable" et "Network unreachable" 126
9.4 Retransmettre ou ne pas retransmettre 127
9.5 Erreur de redirection ICMP 128
9.6 Messages ICMP de découverte de routeurs 132
9.7 Résumé 134

Chapitre 10 Protocoles de routage dynamiques 103

10.1 Introduction 137
10.2 Routage dynamique 137
10.3 Démons de routage Unix 138
10.4 RIP : Routing Information Protocol 139
10.5 RIP Version 2 146
10.6 OSPF : Open Shortest Path First 147
10.7 BGP : Border Gateway Protocol 148
10.8 CIDR : Classless Interdomain Routing 150
10.9 Résumé 151

Chapitre 15	**TFTP : Protocole trivial de transfert de fichiers**	**227**
15.1	Introduction	227
15.2	Protocole	227
15.3	Un exemple	229
15.4	Sécurité	230
15.5	Résumé	231
Chapitre 16	**BOOTP : Protocole Bootstrap**	**233**
16.1	Introduction	233
16.2	Format de paquet BOOTP	233
16.3	Un exemple	236
16.4	Conception d'un serveur BOOTP	238
16.5	BOOTP à travers un routeur	238
16.6	Information spécifique au vendeur	239
16.7	Résumé	240
Chapitre 17	**TCP : Le Protocole de contrôle de Transmission**	**243**
17.1	Introduction	243
17.2	Services TCP	243
17.3	En-tête TCP	245
17.4	Résumé	248
Chapitre 18	**Etablissement et terminaison d'une connexion TCP**	**249**
18.1	Introduction	249
18.2	Etablissement et terminaison d'une connexion	249
18.3	Timeout d'établissement de connexion	254
18.4	Taille maximum de segment	256
18.5	Semi-fermeture de TCP	258
18.6	Diagramme d'états de transitions de TCP	259
18.7	Segments de reset	266
18.8	Ouverture simultanée	269
18.9	Fermeture simultanée	271
18.10	Options TCP	272
18.11	Conception d'un serveur TCP	273
18.12	Résumé	280
Chapitre 19	**Flux de données interactif de TCP**	**283**
19.1	Introduction	283
19.2	Entrée interactive	283
19.3	Acquittements retardés	285
19.4	Algorithme de Nagle	287
19.5	Annonces de taille de fenêtre	292
19.6	Résumé	293

Chapitre 20	**Flux de données TCP en masse**	**295**
20.1	Introduction	295
20.2	Flux normal de données	295
20.3	Fenêtres glissantes	300
20.4	Taille de fenêtre	302
20.5	Flag PUSH	304
20.6	Démarrage lent	305
20.7	Débit de données en masse	306
20.8	Mode urgent	312
20.9	Résumé	316
Chapitre 21	**Timeout et retransmission de TCP**	**317**
21.1	Introduction	317
21.2	Exemple simple de timeout et de retransmission	318
21.3	Mesure du temps d'aller et retour	319
21.4	Un exemple de RTT	321
21.5	Exemple de congestion	326
21.6	Algorithme d'évitement de congestion	330
21.7	Algorithme de retransmission et de recouvrement rapides	332
21.8	Exemple de congestion (suite)	333
21.9	Métriques par route	336
21.10	Erreurs ICMP	337
21.11	Repaquettisation	340
21.12	Résumé	341
Chapitre 22	**Timer persistant de TCP**	**343**
22.1	Introduction	343
22.2	Exemple	343
22.3	Syndrome de la fenêtre stupide	345
22.4	Résumé	350
Chapitre 23	**Timer keepalive de TCP**	**351**
23.1	Introduction	351
23.2	Description	352
23.3	Exemples de keepalive	353
23.4	Résumé	357
Chapitre 24	**Perspectives d'évolution et performances de TCP**	**359**
24.1	Introduction	359
24.2	Découverte du MTU de chemin	360
24.3	Long fat pipes (" longs et larges tuyaux ")	364
24.4	Option d'échelle de fenêtre.	367
24.5	Option d'estampille horaire	369

24.6	PAWS : Protection contre le rebouclage de numéros de séquence	371
24.7	T/TCP : Une extension de TCP pour les transactions	372
24.8	Performance de TCP	375
24.9	Résumé	376
Chapitre 25	**SNMP : Simple Network Management Protocol**	**379**
25.1	Introduction	379
25.2	Le Protocole	380
25.3	Structure de l'information de gestion	383
25.4	Identificateurs d'objet	384
25.5	Introduction à la base d'information de gestion (MIB)	385
25.6	Identification d'instance	387
25.7	Exemples de cas simples	390
25.8	Base d'information de gestion (suite)	392
25.9	Exemples supplémentaires	402
25.10	TRAPS	405
25.11	ASN 1 et BER	406
25.12	SNMP version 2	407
25.13	Résumé	408
Chapitre 26	**Telnet et Rlogin : Connexion à distance.**	**409**
26.1	Introduction	409
26.2	Protocole Rlogin	411
26.3	Exemple de Rlogin	416
26.4	Protocole Telnet	421
26.5	Exemples de Telnet	426
26.6	Résumé	437
Chapitre 27	**FTP : Protocole de transfert de fichiers**	**439**
27.1	Introduction	439
27.2	Protocole FTP	439
27.3	Exemples de FTP	446
27.4	Résumé	459
Chapitre 28	**SMTP : Protocole Simple de transfert de courrier**	**461**
28.1	Introduction	461
28.2	Le protocole SMTP	462
28.3	Exemples SMTP	468
28.4	Evolutions de SMTP	472
28.5	Résumé	478

Chapitre 29	**NFS: Système de Fichiers en Réseau**	**481**
29.1	Introduction	481
29.2	Appels de procédures distantes (RPC)	481
29.3	XDR : Représentation des Données externes	485
29.4	Le translateur de ports (Port Mapper)	485
29.5	Protocole NFS	487
29.6	Exemples de NFS	494
29.7	Version 3 de NFS	499
29.8	Résumé	500
Chapitre 30	**Autres applications TCP/IP**	**503**
30.1	Introduction	503
30.2	Protocole Finger	503
30.3	Le protocole Whois	505
30.4	Archie, WAIS, Gopher, Veronica et WWW	506
30.5	Le système X Window	508
30.6	Résumé	512
Appendice A.	**Le programme `tcpdump`**	**513**
A.1	Filtre de paquets de BSD	513
A.2	Interface Réseau Tap de SunOS	515
A.3	Interface Pourvoyant aux Liaisons de Données de SVR4	516
A.4	Sortie de tcpdump	517
A.5	Considérations en matière de sécurité	518
A.6	Option Debug de Socket	518
Appendice B.	**Horloges des ordinateurs**	**521**
Appendice C.	**Le programme sock**	**525**
Appendice D.	**Solutions des Exercices sélectionnés**	**529**
Appendice E.	**Options configurables**	**549**
E.1	BSD/386 Version 1.0	549
E.2	SunOS 4.1.3	551
E.3	System V Release 4	553
E.4	Solaris 2.2	554
E.5	AIX 3.2.2	561
E.6	4.4BSD	563
Appendice F	**Disponibilité du code source**	**565**
Bibliographie		**569**
Index		**583**

Préface

INTRODUCTION

Ce livre décrit la série de protocoles liés à TCP/IP, mais adopte une approche différente des autres textes sur le sujet. Au lieu de juste décrire les protocoles et d'expliquer ce qu'ils font, nous utiliserons un outil de diagnostic du domaine public pour véritablement montrer les protocoles en action. Observer comment les protocoles opèrent dans des circonstances variées, procure une meilleure compréhension de la façon dont ils fonctionnent et pourquoi certaines décisions d'implémentation ont été prises. Cela procure également une vision de l'implémentation des protocoles, sans pour autant risquer de se perdre dans des milliers de lignes de code source.

Lorsque les protocoles réseaux furent développés entre les années 1960 et 1980, un *matériel* coûteux et spécialisé était nécessaire pour visualiser les paquets *" le long du fil "*. Une familiarité extrême avec les protocoles était également requise pour appréhender les paquets émis par le *matériel*. Les fonctionnalités des analyseurs matériels étaient limitées à celles que les concepteurs du *matériel* s'étaient contentés d'intégrer.

Aujourd'hui, tout a changé car il suffit de disposer d'une station reliée à un réseau local pour être capable d'en analyser le fonctionnement [Mogul 1990]. Une fois cette station connectée sur le réseau à analyser, un logiciel du domaine public (comme celui décrit dans l'Appendice A) peut y être exécuté et permettre d'observer ce qui " passe sur le fil ". Pour beaucoup, un analyseur réseau n'est rien d'autre qu'un outil de diagnostic de problèmes réseau alors qu'il s'agit également d'un outil puissant pour comprendre comment les protocoles réseaux opèrent, ce qui est le but de ce livre.

Cet ouvrage est destiné à tous ceux qui souhaitent comprendre comment les protocoles TCP/IP fonctionnent : les développeurs écrivant des applications réseaux, les administrateurs de systèmes chargés de maintenir des systèmes informatiques et des réseaux employant TCP/IP, et enfin les utilisateurs utilisant quotidiennement des applications TCP/IP.