



Ressources informatiques

Réseaux informatiques

Notions fondamentales

(Protocoles, Architectures,
Réseaux sans fil, Virtualisation,
Sécurité, IPv6...)

7^e édition

José DORDOIGNE

Fichiers complémentaires
à télécharger



Les éléments à télécharger sont disponibles à l'adresse suivante :

<http://www.editions-eni.fr>

Saisissez la référence ENI de l'ouvrage **RI7RES** dans la zone de recherche et validez. Cliquez sur le titre du livre puis sur le bouton de téléchargement.

Avant-propos

Chapitre 1

Présentation des concepts réseau

1. Historique	19
1.1 Début de l'informatique réseau	19
1.1.1 L'informatique centralisée	19
1.1.2 Le premier réseau informatique à grande échelle	21
1.1.3 Le développement d'une norme de fait : TCP/IP	23
1.1.4 L'informatique répartie	23
1.2 Réseaux hétérogènes	24
1.3 Réseaux informatiques actuels	25
1.4 Rencontre avec les réseaux informatiques	27
2. Principaux éléments d'un réseau	32
2.1 Client/Serveur	32
2.1.1 Principes	32
2.1.2 Définitions	32
2.1.3 Le système d'exploitation réseau	37
2.2 Point de vue matériel	45
2.2.1 L'interconnexion	45
2.2.2 Les protocoles de communication	45
3. Technologie des réseaux	46
3.1 Définition d'un réseau informatique	46
3.2 Topologies de réseaux informatiques	46
3.2.1 Le réseau personnel	47
3.2.2 Le réseau local	47

2 Réseaux informatiques

Notions fondamentales

3.2.3	Le réseau métropolitain.....	47
3.2.4	Le réseau étendu	47
3.3	Partage des ressources.....	48
3.3.1	Les services de fichiers.....	49
3.3.2	Les services de gestion électronique de documents.....	53
3.3.3	Les services de base de données	54
3.3.4	Les services d'impression.....	54
3.3.5	Les services de messagerie et de travail collaboratif	56
3.3.6	Les services d'application.....	57
3.3.7	Les services de stockage.....	59
3.3.8	Les services de sauvegarde.....	77
3.3.9	Les protocoles de réplication entre baies	81
3.3.10	WAAS et compression de flux	83
3.4	Virtualisation	86
3.4.1	Introduction.....	86
3.4.2	Quelques notions de virtualisation	87
3.4.3	Solutions de virtualisation types	90
3.4.4	Synthèse des technologies de virtualisation	93
3.5	Cloud computing	96
4.	Plan de continuité d'activité.....	99
4.1	Disponibilité	99
4.1.1	La fiabilisation lors du stockage	99
4.1.2	La fiabilisation des échanges.....	102
4.2	Confidentialité	103
4.2.1	La sécurisation du système de fichiers	103
4.2.2	La sécurisation des échanges.....	105
4.3	Redondance des données	106
4.3.1	La tolérance de panne	106
4.3.2	Le miroir de disques.....	109
4.3.3	Le miroir de contrôleurs et de disques	109
4.3.4	Les agrégats par bandes avec parité	111
4.3.5	La neutralisation des secteurs défectueux	114

4.4	Solutions de redondance serveur	114
4.4.1	La tolérance de panne	115
4.4.2	La répartition de charge réseau	116
4.4.3	La configuration des cartes réseaux en teaming	117
4.4.4	La virtualisation comme solution à part entière	119
4.5	Stratégie de sauvegardes	120
4.5.1	La sauvegarde complète	121
4.5.2	La sauvegarde incrémentale	121
4.5.3	La sauvegarde différentielle	122
4.6	Continuité et reprise d'activité en cas de sinistre	123
4.6.1	Les principes	123
4.6.2	Le plan de continuité d'activité (PCA)	123
4.6.3	Le plan de reprise d'activité (PRA)	124

Chapitre 2

Normalisation des protocoles

1.	Modèle OSI	127
1.1	Principes	128
1.2	Communication entre couches	129
1.3	Encapsulation et modèle OSI	131
1.4	Protocoles	134
1.5	Rôle des différentes couches	135
1.5.1	La couche Physique	135
1.5.2	La couche Liaison (ou Liaison de données)	135
1.5.3	La couche Réseau	136
1.5.4	La couche Transport	137
1.5.5	La couche Session	137
1.5.6	La couche Présentation	137
1.5.7	La couche Application	138
2.	Approche pragmatique du modèle en couches	138
2.1	Niveau 1 - couche Physique	139
2.2	Niveau 2 - couche Liaison de données	139

4 Réseaux informatiques

Notions fondamentales

2.3	Niveau 3 - couche Réseau.....	143
2.3.1	Les principes.....	143
2.3.2	L'adressage logique.....	144
2.3.3	La sortie du réseau logique.....	146
2.3.4	La transmission du datagramme sur l'inter-réseau....	147
2.3.5	L'aiguillage du datagramme sur le routeur.....	150
2.4	Niveau 4 - couche Transport.....	152
2.4.1	Le mode connecté TCP.....	152
2.4.2	Le mode non connecté UDP.....	154
2.5	Niveau 5 et supérieurs.....	154
3.	Normes et organismes.....	155
3.1	Types de normes.....	155
3.2	Quelques organismes de normalisation pour le réseau.....	155
3.2.1	American National Standards Institute (ANSI).....	155
3.2.2	Union internationale des télécommunications (UIT).....	157
3.2.3	Electronic Industries Alliance (EIA).....	158
3.2.4	Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE).....	158
3.2.5	ISO.....	160
3.2.6	Internet Engineering Task Force (IETF).....	160

Chapitre 3

Transmission des données couche Physique

1.	Rôle d'une interface réseau.....	161
1.1	Principes.....	161
1.2	Préparation des données.....	162
2.	Options et paramètres de configuration.....	162
2.1	Adresse physique.....	162
2.2	Interruption.....	165
2.3	Adresse d'entrée/sortie.....	166
2.4	Adresse de mémoire de base.....	166
2.5	Canal DMA (Direct Memory Access).....	166

2.6	Bus	166
2.6.1	Le bus PCI (Peripheral Component Interconnect)	167
2.6.2	Le bus PC Card	169
2.6.3	Le bus USB	170
2.6.4	Le bus IEEE 1394	173
2.7	Connecteurs de câble réseau	175
2.7.1	Le connecteur RJ45	175
2.7.2	Le connecteur BNC	176
2.7.3	Les connecteurs fibre optique	176
2.8	Débits	179
2.9	Autres interfaces réseau	179
3.	Amorçage à partir du réseau	181
3.1	Principes	181
3.2	Protocoles	181
3.2.1	La liaison entre adresses physique et logique	181
3.2.2	Le protocole BOOTP	182
3.2.3	Le protocole DHCP	182
3.2.4	PXE	183
3.2.5	Wake-On-LAN : WOL	185
4.	Codage des données	189
4.1	Types de données et signaux	189
4.1.1	Le signal analogique	189
4.1.2	Le signal numérique	190
4.1.3	Les utilisations	190
4.2	Codage des données	191
4.2.1	Le codage des données numériques en signaux analogiques	191
4.2.2	Le codage des données numériques en signaux numériques	192
4.2.3	Les codages en ligne	193
4.2.4	Les codages complets	194

6 Réseaux informatiques

Notions fondamentales

4.3	Multiplexage de signaux	195
4.3.1	Le système bande de base	195
4.3.2	Le système large bande	196
4.3.3	Le multiplexage	196
5.	Conversion des signaux	198
5.1	Définitions	198
5.2	Modem	199
5.3	Codec	200
6.	Supports de transmission	201
6.1	Supports limités	201
6.1.1	La paire torsadée	202
6.1.2	Le câble coaxial	209
6.1.3	La fibre optique	211
6.1.4	Les critères de choix des différents médias	215
6.2	Supports non limités	217
6.2.1	L'infrarouge	217
6.2.2	Le laser	218
6.2.3	Les ondes radio terrestres	218
6.2.4	Les ondes radio par satellites	219

Chapitre 4

Éléments logiciels de communication

1.	Configuration de la carte réseau	221
1.1	Configuration matérielle	221
1.2	Configuration logicielle	222
1.3	Spécifications NDIS et ODI	224
2.	Installation et configuration du pilote de carte réseau	226
2.1	Principes	226
2.2	Utilisation d'un outil fourni par le constructeur	226

2.3	Utilisation du système d'exploitation	228
2.3.1	Sous Windows 10 ou Windows Server 2016	229
2.3.2	Sous Linux Red Hat	231
2.3.3	Sous Mac OS X	235
2.3.4	Sur un smartphone Android	239
2.3.5	Tethering	245
2.3.6	Sur un iPhone	255
3.	Pile de protocoles	262
4.	Détection d'un problème réseau	264
4.1	Connectique physique réseau	264
4.1.1	Le type de câble	264
4.1.2	Le type de composants	265
4.2	Configuration logicielle réseau	266

Chapitre 5

Architecture réseau et interconnexion

1.	Topologies	267
1.1	Principes	267
1.2	Topologies standards	267
1.2.1	Le bus	267
1.2.2	L'étoile	268
1.2.3	L'anneau	269
1.2.4	L'arbre	270
1.2.5	Les topologies dérivées	270
1.2.6	Le cas des réseaux sans fil	272
2.	Choix de la topologie réseau adaptée	273
3.	Gestion de la communication	274
3.1	Sens de communication	274
3.1.1	Le mode simplex	274
3.1.2	Le mode half-duplex	275
3.1.3	Le mode full-duplex	275

3.2	Types de transmission	275
3.3	Méthodes d'accès au support	276
3.3.1	La contention	276
3.3.2	L'interrogation (polling)	278
3.3.3	Le jeton passant	278
3.4	Techniques de commutation	279
3.4.1	La commutation de circuits	279
3.4.2	La commutation de messages	280
3.4.3	La commutation de paquets	280
4.	Interconnexion de réseaux	282
4.1	Principes	282
4.2	Composants d'interconnexion et modèle OSI	283
4.3	Description fonctionnelle des composants	284
4.3.1	Le répéteur	284
4.3.2	Le pont	285
4.3.3	Le commutateur	294
4.3.4	Le routeur	306
4.3.5	La passerelle	320
4.4	Choix des matériels de connexion appropriés	321
4.4.1	Le répéteur	321
4.4.2	Le pont	322
4.4.3	Le commutateur	322
4.4.4	Le routeur	323
4.4.5	La passerelle	323
4.5	Exemple de topologie réseau locale sécurisée	323

Chapitre 6**Couches basses des réseaux locaux**

1. Couches basses et IEEE.	327
1.1 Différenciation des couches.	327
1.2 IEEE 802.1.	328
1.3 IEEE 802.2.	329
1.3.1 Les principes de Logical Link Control (LLC)	329
1.3.2 Les types de service.	330
2. Ethernet et IEEE 802.3.	330
2.1 Généralités.	330
2.2 Caractéristiques de couche Physique.	331
2.2.1 Les spécificités d'Ethernet.	331
2.2.2 Les spécificités de Fast Ethernet.	338
2.2.3 Le gigabit Ethernet.	340
2.2.4 Le 10 gigabit Ethernet.	341
2.2.5 Le 40/100 gigabit Ethernet.	342
2.2.6 Récapitulatif.	344
2.3 En-tête de trame Ethernet.	345
2.4 Les cartes hybrides Ethernet/SAN.	346
3. Token Ring et IEEE 802.5.	348
3.1 Configuration du réseau.	348
3.2 Autoreconfiguration de l'anneau.	352
4. Wi-Fi et IEEE 802.11.	353
4.1 Présentation.	353
4.2 Normes de couche Physique.	354
4.2.1 802.11b.	355
4.2.2 802.11a.	356
4.2.3 802.11g.	356
4.2.4 802.11n.	356
4.2.5 802.11ac.	357
4.2.6 802.11ad.	361
4.2.7 802.11ah - Wi-Fi HaLow.	362

4.2.8	802.11ax - High Efficiency WLAN (HEW)	363
4.3	Matériels	364
4.3.1	La carte réseau	364
4.3.2	L'équipement d'infrastructure	365
4.3.3	Les périphériques Wi-Fi	366
4.4	Architecture	367
4.5	Sécurisation	368
4.5.1	Introduction	368
4.5.2	WEP	370
4.5.3	WPA	371
4.6	Usages	374
4.7	En-tête de trame Wi-Fi	374
5.	Bluetooth et IEEE 802.15	375
5.1	Historique	376
5.2	Standardisation	377
5.3	Réseau Bluetooth	380
5.4	Classes d'équipements	381
6.	Autres technologies	382
6.1	Autres standards de l'IEEE	382
6.1.1	802.16	383
6.1.2	802.17	383
6.1.3	802.18	384
6.1.4	802.19	384
6.1.5	802.21	384
6.1.6	802.22	384
6.1.7	802.24	385
6.2	Infrared Data Association (IrDA)	385
6.2.1	Le protocole IrDA DATA	386
6.2.2	Le protocole IrDA CONTROL	388
6.3	Courant porteur en ligne (CPL)	389
6.3.1	Les principes	389
6.3.2	Le fonctionnement	392

7. L'univers des objets connectés, IoT	394
7.1 Introduction	394
7.2 Évolution des objets connectés	396
7.3 Accès aux objets connectés	398
7.4 Problèmes soulevés par les objets connectés.....	399

Chapitre 7

Protocoles des réseaux MAN et WAN

1. Interconnexion du réseau local	401
1.1 Usages du réseau téléphonique	401
1.2 Réseau numérique à intégration de services (RNIS)	403
1.2.1 Les principes.....	403
1.2.2 Le rapport au modèle OSI.....	404
1.2.3 Les types d'accès disponibles.....	405
1.3 Ligne spécialisée (LS)	406
1.3.1 Les principes.....	406
1.3.2 Les débits	406
1.4 Techniques xDSL	407
1.4.1 Les principes.....	407
1.4.2 Les différents services	407
1.4.3 Les offres "quadruple play"	410
1.5 Câble public	412
1.6 Plan très haut débit en France (THD).....	412
1.7 WiMAX.....	415
1.7.1 La boucle locale radio.....	415
1.7.2 La solution WiMAX	415
1.8 Réseaux cellulaires	417
1.8.1 Les principes.....	417
1.8.2 Les débuts.....	419
1.8.3 L'évolution vers le transport de données	420
1.8.4 Les nouvelles générations de téléphonie cellulaire.....	421

1.9	Fiber Distributed Data Interface (FDDI)	425
1.9.1	Les principes	425
1.9.2	La topologie	426
1.9.3	Le fonctionnement	427
1.10	Asynchronous Transfer Mode (ATM)	428
1.10.1	Les principes	428
1.10.2	Le relais de cellule	429
1.10.3	La régulation du trafic	429
1.10.4	Les types de services	430
1.10.5	La topologie et les débits	431
1.11	Synchronous Optical Network (SONET) et Synchronous Digital Hierarchy (SDH)	432
1.11.1	L'historique	432
1.11.2	Les caractéristiques de SDH	433
1.11.3	Les débits	433
1.12	X.25	434
1.13	Relais de trame	436
1.14	MPLS	437
1.14.1	Origine	437
1.14.2	Les principes	438
1.14.3	Le circuit virtuel et l'étiquetage	439
1.14.4	Le routage	439
2.	Accès distant et réseaux privés virtuels	440
2.1	Utilisation et évolution	440
2.2	Protocole d'accès distant	440
2.3	Réseau privé virtuel	441
2.3.1	L'établissement de la connexion	441
2.3.2	L'authentification	442
2.3.3	Le chiffrement	443
2.4	Les clients légers et l'accès distant	443

Chapitre 8**Protocoles des couches moyennes et hautes**

1. Principales familles de protocoles	445
1.1 IPX/SPX.....	445
1.1.1 L'historique.....	445
1.1.2 Les protocoles.....	446
1.2 NetBIOS	447
1.2.1 L'historique.....	447
1.2.2 Les principes.....	447
1.2.3 Les noms NetBIOS	449
1.3 TCP/IP.....	452
1.3.1 L'historique.....	452
1.3.2 La suite de protocoles	453
1.3.3 Le rapport au modèle OSI.....	454
1.3.4 L'adoption en entreprise	454
2. Protocole IP version 4.....	455
2.1 Principes	455
2.2 Adressage.....	455
2.2.1 L'adresse IPv4.....	455
2.2.2 Le masque.....	456
2.2.3 Les classes d'adresses	457
2.2.4 Les adresses privées	459
2.2.5 Les adresses APIPA.....	460
2.3 L'adressage sans classe	460
2.3.1 Les principes.....	460
2.3.2 La notation CIDR	461
2.3.3 Le rôle du masque en réseau	462
2.3.4 La décomposition en sous-réseaux.....	468
2.3.5 La factorisation des tables de routage	475
3. Protocole IP version 6.....	477
3.1 Introduction	477
3.2 Principes	478

3.3	Structure d'une adresse IP	479
3.3.1	Catégories d'adresses	479
3.3.2	Portée d'une adresse	480
3.3.3	Adresse unicast	481
3.3.4	Formalisme	482
3.3.5	Identifiant EUI-64	484
3.3.6	Adresses réservées	486
3.3.7	Décomposition des plages par l'IETF	488
3.3.8	Découpage des catégories	491
3.3.9	Autoconfiguration des adresses IPv6	496
3.4	Tunnels	499
3.4.1	Introduction	499
3.4.2	Types de tunnels	500
3.5	Organismes d'attribution d'adresses	505
3.6	En-tête IPv6	507
4.	Autres protocoles de couche Internet	508
4.1	Internet Control Message Protocol (ICMP)	508
4.2	Internet Group Management Protocol (IGMP)	511
4.3	Address Resolution Protocol (ARP) et Reverse Address Resolution Protocol (RARP)	512
4.4	Internet Protocol Security (IPsec)	513
4.5	Liste des numéros de protocoles de couche Internet	514
5.	Voix sur IP (VoIP)	514
5.1	Principes	514
5.2	Quelques définitions importantes	515
5.3	Avantages	517
5.4	Fonctionnement	519
5.4.1	Le protocole H323	519
5.4.2	Les éléments terminaux	519
5.4.3	Les applications	520
6.	Protocoles de transport TCP et UDP	521
6.1	Transmission Control Protocol (TCP)	521
6.2	User Datagram Protocol (UDP)	522

7. Couche applicative TCP/IP	522
7.1 Services de messagerie	522
7.1.1 Simple Mail Transfer Protocol (SMTP)	522
7.1.2 Post Office Protocol 3 (POP3)	524
7.1.3 Internet Message Access Protocol (IMAP)	525
7.2 Services de transfert de fichier	526
7.2.1 HyperText Transfer Protocol (HTTP)	526
7.2.2 File Transfer Protocol (FTP) et Trivial FTP (TFTP) ...	530
7.2.3 Network File System (NFS)	534
7.3 Services d'administration et de gestion réseau	536
7.3.1 Domain Name System (DNS)	536
7.3.2 Dynamic Host Configuration Protocol v.4 (DHCPv4) .	548
7.3.3 Telnet	561
7.3.4 Network Time Protocol (NTP)	562
7.3.5 Simple Network Management Protocol (SNMP)	565

Chapitre 9

Principes de sécurisation d'un réseau

1. Compréhension du besoin en sécurité	573
1.1 Garanties exigées	573
1.2 Dangers encourus	574
1.2.1 La circulation des données	574
1.2.2 Les protocoles Réseau et Transport	575
1.2.3 Les protocoles applicatifs standards	575
1.2.4 Les protocoles de couches basses	576
1.2.5 Le risque au niveau logiciel	576
2. Outils et types d'attaques	577
2.1 Ingénierie sociale	577
2.2 Écoute réseau	582
2.3 Analyse des ports	583
2.4 Codes malveillants	585
2.5 Programmes furtifs	586

2.6	Ransomware	588
3.	Notions de sécurisation sur le réseau local	588
3.1	Services de la sécurité	588
3.1.1	Le contrôle d'accès au système	589
3.1.2	La gestion des habilitations	589
3.1.3	L'intégrité	590
3.1.4	La non-répudiation	590
3.2	Authentification	591
3.2.1	L'identification	591
3.2.2	L'authentification par mot de passe	595
3.2.3	L'authentification avec support physique	596
3.2.4	L'authentification par caractéristique humaine	596
3.3	Confidentialité	597
3.3.1	Le chiffrement à clés symétriques	598
3.3.2	Le chiffrement à clés asymétriques	599
3.4	Protection des données utilisateur	602
3.4.1	Protection de l'amorçage du disque	604
3.4.2	Chiffrement des disques locaux	608
3.4.3	Chiffrement des disques USB	611
4.	Sécurisation de l'interconnexion de réseaux	613
4.1	Routeur filtrant	613
4.2	Translateur d'adresse	614
4.3	Pare-feu	615
4.4	Proxy	616
4.5	Zone démilitarisée	617

Chapitre 10**Dépannage du réseau**

1. Méthode d'approche	619
2. Exemples de diagnostic de couches basses	620
2.1 Matériels	621
2.1.1 Le testeur de câbles	621
2.1.2 Le réflectomètre	622
2.1.3 Le voltmètre	623
2.2 Analyse de trames	623
2.3 Autres problèmes avec Ethernet	624
2.3.1 L'unicité d'adresse MAC	625
2.3.2 La configuration physique de la carte réseau	625
2.3.3 Les paramètres de communication	625
2.4 IPX et Ethernet	626
2.5 Autres problèmes avec Token Ring	626
2.5.1 Le conflit de configuration	626
2.5.2 La configuration de la carte Token Ring	627
2.5.3 La connexion aux équipements	628
2.6 Autres problèmes avec FDDI	628
3. Utilisation des outils TCP/IP adaptés	629
3.1 Principes	629
3.2 Exemples d'utilisation des outils	629
3.2.1 arp	629
3.2.2 ping	631
3.2.3 tracert/traceroute	633
3.2.4 ipconfig/ifconfig	633
3.2.5 netstat	636
3.2.6 nbtstat	639
3.2.7 nslookup	641
4. Outils d'analyse des couches hautes	644
4.1 Analyse de requêtes applicatives	644
4.2 Analyse de requêtes web	645

Annexes

1. Conversion du décimal (base 10) vers le binaire (base 2).....	649
1.1 Vocabulaire utilisé	649
1.2 Conversion à partir de la base 10.....	650
2. Conversion du binaire (base 2) vers le décimal (base 10).....	651
3. Conversion de l'hexadécimal (base 16) vers le décimal (base 10) ..	653
4. Conversion de l'hexadécimal (base 16) vers le binaire (base 2)	654
5. Glossaire	656