

Jean-Luc Montagnier

Pratique des **réseaux** d'entreprise

Avec huit études de cas détaillées

- ▶ *Câblage et matériels d'interconnexion*
- ▶ *Réseaux locaux et réseaux étendus*
- ▶ *Choix d'architectures et dimensionnement*
- ▶ *Solutions d'administration*

E Eyrolles

BIBLIOTHEQUE DU CERIST

J
K
L
M
N
O

BIBLIOTHEQUE DU CERIST

PRATIQUE DES RÉSEAUX D'ENTREPRISE

Réseaux et télécoms

G. PUJOLLE. – **Les réseaux.**

N°8967, 2^e édition, 1997, 920 pages.

J.-L. MELIN. – **Pratique des réseaux ATM.**

Collection Informatiques Magazine. N°8970, 1997, 280 pages.

J.-G. RÉMY, J. CUEUGNIET, C. SIBEN. – **Systèmes de radiocommunications avec les mobiles.**

N°5230, 2^e édition, 1996, 668 pages.

O. ITÉANU, M. VORMES. – **Le nouveau marché des télécoms.**

Conseils juridiques pratiques pour l'entreprise.

N°9029, 1998, 304 pages.

Internet – Intranet – Java

F. ALIN, D. LAFONT, J.-F. MACARY. – **Le projet intranet.**

Du choix des solutions à leur mise en œuvre en entreprise

Collection Fi SYSTEM. N°9038, 2^e édition, 1998, 340 pages.

A. LEFEBVRE. – **Web client-serveur. Le triomphe du client léger.**

Collection INFORMATIQUES MAGAZINE. N°9039, 1998, 250 pages.

A. FENYŐ, F. LE GUERN, S. TARDIEU. – **Raccorder son réseau d'entreprise à l'Internet.**

N°8951, 1997, 520 pages + CD-Rom Unix/PC/Mac.

O. BOUILLANT. – **Messageries électroniques.**

N°8883, 1998, 392 pages.

C. BONNET, J.-F. MACARY. – **Technologies push.**

Collection INFORMATIQUES MAGAZINE. N°8991, 1997, 240 pages.

J.-F. SU SBIELLE. – **Téléphonie sur l'Internet.**

N°8926, 1996, 312 pages.

C. LELOUP. – **Moteurs d'indexation et de recherche.**

Environnements client-serveur, Internet et intranet.

N°8976, 1998, 288 pages + CD-Rom PC.

C. NICOLAS, C. AVARE, F. NAJMAN. – **Java client-serveur.**

JDK 1.1, Java Beans, JDBC, Corba/RMI, Marimba Castanet.

Collection Fi SYSTEM. N°8938, 1998, 760 pages + CD-Rom PC/Unix.

J. GUÉRIN, M. PETREMANN. – **La face cachée d'HTML.**

HTML 3.2 et 4.0 - Dynamic HTML - Feuilles de style.

N°8930, 1998, 360 pages + CD-Rom PC/Mac.

N. MCFARLANE. – **Le guide du programmeur JavaScript.**

Netscape JavaScript 1.2, Microsoft JScript 3.0 et le standard ECMAScript.

N°9034, 1998, 512 pages.

187 2623

PRATIQUE DES RÉSEAUX D'ENTREPRISE

Jean-Luc MONTAGNIER

DEUXIÈME ÉDITION 1998
Troisième tirage 1999

 **Eyrolles**

ÉDITIONS EYROLLES
61, Bld Saint-Germain
75240 Paris Cedex 05
www.editions-eyrolles.com

BIBLIOTHEQUE DU CERIST

7429



Le code de la propriété intellectuelle du 1^{er} juillet 1992 interdit en effet expressément la photocopie à usage collectif sans autorisation des ayants droit. Or, cette pratique s'est généralisée notamment dans les établissements d'enseignement, provoquant une baisse brutale des achats de livres, au point que la possibilité même pour les auteurs de créer des œuvres nouvelles et de les faire éditer correctement est aujourd'hui menacée.

En application de la loi du 11 mars 1957, il est interdit de reproduire intégralement ou partiellement le présent ouvrage, sur quelque support que ce soit, sans autorisation de l'Éditeur ou du Centre Français d'exploitation du droit de Copie, 20, rue des Grands Augustins, 75006 Paris.

© Éditions Eyrolles, 1996, 1998, ISBN 2-212-09031-5

Préface de la première édition

La technique informatique évolue et les applications d'aujourd'hui sont de plus en plus complexes. Quelles sont ces principales évolutions ? Il me semble que le développement d'applications fonctionnant en mode client-serveur peut être cité comme l'une des principales d'entre elles. Après la période originelle, où les « serveurs » étaient le siège exclusif de la capacité de traitement et de stockage des données, après une phase transitoire, où les « clients » (les postes bureautiques) ont supporté de plus en plus d'applications, parfois développées de façon anarchique, vient maintenant un temps où les traitements et les données peuvent être répartis. A tel point qu'il est désormais difficile d'imaginer, pour toute nouvelle application importante, un fonctionnement purement centralisé. Probablement, le mode client-serveur marquera tous les développements à venir, d'autant plus qu'il est soutenu, conceptuellement, par l'approche objet.

Si le mode client-serveur peut être vu comme une évolution majeure dans les techniques de développement, le *groupware* (ou travail coopératif) peut être présenté comme une évolution des activités bureautiques. La répartition des tâches ne se fait plus ici verticalement, selon une hiérarchie, mais horizontalement, entre domaines fonctionnels différents mais liés.

L'extrapolation du *groupware*, généralement conçu comme échange et traitement d'informations à l'intérieur d'une organisation, c'est l'EDI (Échange de Données Informatisé) et évidemment, Internet. Ici, l'information sort de son cadre habituel pour être communiquée à des fournisseurs, des clients, des prospects, des administrations, des partenaires ou, tout simplement, à des individus.

Enfin, de façon parfois plus discrète mais peut-être également plus irréversible, le stockage et le transport de l'information sous un format numérique se généralisent. Ceci est acquis dans le domaine des données administratives ou de gestion (l'informatique !), des processus industriels (machines à commandes numériques, robotique), du son (CD audio, DCC et MD), et de certains moyens de transport (trains à grande vitesse, avions). La transformation est en cours dans le domaine de la téléphonie (Numéris), de l'image fixe (Photo-CD), de l'image animée (Vidéo-CD), de l'automobile (carburant,

suspension, sécurité, guidage), de l'électroménager, et de la connaissance au sens large (base de données, CD-Rom...).

La conséquence de ces changements est que le nombre des équipements traitant l'information augmente, que leur localisation se diversifie, et que les liens à mettre en œuvre doivent être à la fois plus nombreux et plus efficaces.

A cet égard, l'évolution des réseaux informatiques est comparable à celle de l'informatique elle-même. Des tendances lourdes se manifestent mais il est parfois difficile de les identifier de prime abord. De multiples technologies sont proposées, des produits apparaissent sans cesse et les versions se multiplient. Les organismes de normalisation compétents sont plus prompts à entériner des standards qu'à proposer des normes. Le tout forme un ensemble hétérogène et peu coordonné. Cela tient sûrement au fait que ce secteur industriel est jeune, que les acteurs sur le marché sont encore nombreux, et que les besoins des utilisateurs sont très divers.

L'objet de cet ouvrage est précisément de présenter ces technologies en les replaçant dans leur contexte et en essayant de tracer des perspectives. Mais il ne s'arrête pas là. En effet, c'est une chose de connaître les moyens dont on dispose, c'en est une autre de savoir les choisir et les utiliser dans une situation donnée. Là apparaît la richesse de ce travail qui évoque souvent la problématique du choix et montre l'application des technologies dans différentes conditions. La troisième partie, en particulier, aidera tous ceux qui ont ou auront à bâtir des solutions au travers de cas réels.

Il serait illusoire de croire que l'évolution dans le domaine des réseaux informatiques va s'arrêter ou, même, se ralentir. Il m'apparaît cependant que les concepts majeurs, on pourrait dire les postulats, sont en train de s'établir. En ce qui concerne la structure des ordinateurs, et excepté les architectures parallèles, tout ne repose-t-il pas encore sur le modèle établi par Von Neumann ? Certes, ce modèle a été développé, optimisé et enrichi, mais il est encore valide. Aujourd'hui, nous avons les moyens d'interconnecter des machines au sein d'un bâtiment, d'un campus, d'une ville, d'un pays, et même de la planète. Certains sont apparus récemment ou sont encore très perfectibles mais ils commencent à couvrir le vaste champ des besoins. On pourra augmenter les débits, décupler la puissance des équipements, accroître le nombre de niveaux hiérarchiques dans les réseaux, travailler sur la redondance ou dissocier davantage structure logique et structure physique, on utilisera toujours les concepts ici présentés. Il nous reste donc à les assimiler.

Bertrand Morelle

Métropole Télévision - M6

Préface de la seconde édition

Internet, le réseau des réseaux, entre progressivement dans nos habitudes de consommateurs.

Intranet, Extranet, reflets d'une utilisation privée ou semi-privée, au sein d'une entreprise, des technologies d'Internet, sont des acronymes qui figureront bientôt dans le *Petit Larousse*.

En attendant, la problématique pour les entreprises françaises se complexifie et l'élaboration d'un schéma directeur global se justifie de façon cruciale.

Dans les années 70-80, les applications étaient centralisées sur des « mainframes » liées par des réseaux point à point. Des équipes d'exploitation étaient en place et maîtrisaient parfaitement leur environnement de sauvegarde, d'évolution des capacités de stockage et mémoire. Le transfert des applications, d'un environnement de validation à l'exploitation proprement dite, avec les équipes en charge des développements, était formalisé. Les langages de programmation étaient peu nombreux ; leur méthodologie bien connue.

La gestion des droits d'accès, les principes d'authentification, les audits étaient administrés de façon centralisée, et ainsi perçus comme plus simples dans ce mode de maîtrise.

Dans tous les cas, les gourous du « système » étaient présents pour régler tous les problèmes et répondre aux questions.

Fin des années 80, début des années 90, un premier bouleversement survient. L'acquisition du poste de travail individuel par les utilisateurs, le réseau local Ethernet, le protocole TCP/IP ouvrent la voie royale.

Les concepts de client-serveur, de base de données relationnelle, les applications réparties, le groupware, la messagerie deviennent des réalités opérationnelles dans l'entreprise. Les équipes de la bureautique deviennent le contact privilégié des utilisateurs. La répartition des moyens, les évolutions rapides (Windows, processeur,

commutation...) placent les directions informatiques au pied du mur. La démarche sécuritaire est laissée pour compte.

Au milieu des années 90, le phénomène Internet (qui n'en était pas un !) submerge la France.

L'interface unifiée (le *browser*), les forums électroniques (les *News*), la messagerie (e-mail), les moteurs de recherche perfectionnés sont les nouveaux outils qui font table rase de nos anciennes applications.

Comme il était difficile de réaliser des profits sur un réseau « gratuit » par nature, les réseaux Intranet et Extranet ont été inventés pour vendre ces outils (et les services complémentaires qui vont avec) à des clients solvables : les entreprises.

Le dilemme de nos décideurs informatiques devient flagrant devant cette avalanche de technologies nouvelles.

Le choix doit également porter sur les machines, les Operating System (Unix, NT), les SGBDR (Oracle, SQL Server, Informix...), les technologies réseaux locaux (commutation Ethernet 10 ou 100, ATM avec Lan Emulation et MPOA, les réseaux logiques), les technologies sur les réseaux étendus (multiplexeurs TDM, Frame Relay, ATM), les browsers (Netscape, Microsoft), l'intégration voix/données, les applications multimédias...

Soufflons un peu et prenons du recul dans nos démarches !

Les exigences et les contraintes de nos systèmes d'information actuels sont-elles si différentes de celles des années 70 ?

Les méthodologies de développement avec la programmation objet, scripts CGI, Java, active/X demeurent.

Les nouvelles applications devront passer en exploitation avec les mêmes contraintes et exigences de qualité (serveurs de validation, procédures formalisées avec les équipes chargées de leur exploitation). Les serveurs sont plus nombreux et répartis, tout comme le sont les postes de travail, mais il faut toujours sauvegarder ses données, mettre à jour les OS, les drivers, gérer l'espace disque.

Les contraintes de sécurité sont d'actualité et me semblent être un des aspects majeurs dans la démarche. La confidentialité, l'intégrité des informations sont les enjeux de notre système d'information et de notre système économique. Elles doivent être prises en compte très en amont dans tout projet.

Seul, le réseau ne saurait régler la problématique de sécurité. Il s'agit, avant tout, d'une approche globale portant à la fois sur les applications, les bases de données, les serveurs, les postes de travail, les OS. Les moyens existent (contrôle d'accès, antivirus,

garde-barrière, authentification unique et non multiple, audits, sauvegardes, sensibilisation, chiffrement) mais l'organisation adéquate doit être associée.

Dans le domaine des réseaux et des télécommunications, l'infrastructure, le précâblage deviennent la pierre angulaire et la première étape de la démarche.

Les techniques de commutation Ethernet 10 ou 100 mb/s, de cellules avec ATM, commutation IP, commutation de trames, et celle liée au GigabitEthernet devront être adaptées aux besoins réels de l'entreprise et non pas satisfaire à des effets de mode dans les séminaires.

L'ouverture du marché français en ce qui concerne les réseaux étendus dans le domaine de la voix et de la donnée sera source de gains importants en termes de coûts, mais également de souplesse, d'adaptation et de débits disponibles. Nous devons être vigilants quant au niveau de prestations offertes et négocier des indicateurs pertinents pour suivre cette évolution.

Ces techniques nouvelles liées aux réseaux ne dispenseront pas de mettre en place une métrologie, une administration de réseau, une formation des exploitants, ni de réaliser une analyse préalable pour identifier la typologie des utilisateurs, celles des flux, la volumétrie...

Tout est affaire de bon sens et les directions informatiques devront initier une démarche simple et pragmatique.

L'Internet, l'Intranet, l'Extranet sont des briques supplémentaires dans le système d'information. Il faudra faire cohabiter nos applications client-serveur, nos logiciels métiers, nos applications site central, nos bases de données centrales ou réparties, une administration de réseau hétérogène, des protocoles propriétaires (SNA) ou plus ouverts (TCP/IP), des niveaux de sécurité plus ou moins perfectibles.

Le livre de Jean-Luc Montagnier est un condensé d'expériences acquises sur le terrain auprès de grandes sociétés et de petites structures, et d'astuces pratiques.

Ce livre ne se veut pas exhaustif dans la description des technologies dans le domaine des réseaux locaux ou étendus mais, à mon avis, doit devenir une référence quotidienne pour tout architecte et exploitant.

Gilles Grasland

Aérospatiale

BIBLIOTHEQUE DU CERIST

Table des matières

PREMIÈRE PARTIE PRINCIPES TECHNIQUES 1

1.	LE CÂBLAGE	3
1.1	PRÉSENTATION.....	4
1.2	LES DIFFÉRENTS SYSTÈMES DE CÂBLAGE	4
1.2.1	Le câblage cuivre coaxial	5
1.2.2	Le câblage cuivre paires torsadées	5
1.2.3	Le câblage fibre optique	11
1.3	LES CÂBLES CUIVRE	12
1.3.1	Le câble coaxial	13
1.3.2	Le câble en paires torsadées	14
1.3.3	Le choix d'un type de câble.....	17
1.3.4	Le câblage catégorie 5	19
1.3.5	Les évolutions à venir.....	23
1.4	LES PERTURBATIONS.....	24
1.4.1	La nature des signaux parasites	24
1.4.2	Les sources de perturbations	25
1.4.3	Les types de protection.....	27
1.5	LES CÂBLES EN FIBRE OPTIQUE	28
1.5.1	Principes de fonctionnement	29
1.5.2	Les différents types de fibres.....	30
1.6	LE CHEMINEMENT DES CÂBLES	33
1.6.1	Les cheminements principaux	33
1.6.2	Le cheminement en bureau.....	34
1.7	LA CONNECTIQUE.....	37
1.7.1	Le positionnement des prises.....	38
1.7.2	La connectique en local technique	40
1.7.3	Les adaptateurs	41
1.8	LES RÉSEAUX DE TERRE ET DE MASSE	42
1.8.1	Principes techniques	43

1.8.2	Caractéristiques du réseau de terre	43
1.8.3	Caractéristiques du réseau de masse.....	43
1.8.4	Raccordement des câbles blindés et écrantés	44
1.9	DÉMARCHE	45
1.9.1	Les règles d'ingénierie	46
2.	LES RÉSEAUX LOCAUX.....	49
2.1	PRINCIPES DE BASE	50
2.1.1	La normalisation	50
2.1.2	L'adresse MAC	51
2.1.3	Les méthodes d'accès	52
2.1.4	Les topologies.....	53
2.1.5	Le codage des signaux.....	54
2.1.6	Principe de fonctionnement d'un réseau local.....	58
2.1.7	Présentation des principaux réseaux locaux	59
2.2	LES RÉSEAUX ETHERNET	61
2.2.1	Principes de fonctionnement	63
2.2.2	Les réseaux Ethernet en bus	66
2.2.3	Les réseaux Ethernet en étoile	66
2.2.4	Le Fast Ethernet.....	68
2.2.5	Le Gigabit Ethernet	70
2.2.6	Les réseaux Ethernet commutés	71
2.3	LES RÉSEAUX TOKEN-RING	74
2.3.1	Les composants	75
2.3.2	Principes de fonctionnement	77
2.3.3	Mise en œuvre	79
2.3.4	Les réseaux Token-Ring commutés	82
2.4	LES AUTRES RÉSEAUX LOCAUX	83
2.4.1	Le 100bVG AnyLAN	84
2.4.2	Les réseaux Ethernet isochrones	85
2.5	LES MATÉRIELS	86
2.5.1	Les cartes utilisateur	86
2.5.2	Les concentrateurs	87
2.5.3	Les commutateurs.....	91
2.5.4	Les serveurs de terminaux	92
2.5.5	Les matériels de raccordement	92
3.	L'INTERCONNEXION DES RÉSEAUX LOCAUX	95
3.1	PRÉSENTATION.....	96
3.2	LES PONTS.....	96
3.2.1	Principes de fonctionnement	97
3.2.2	Acheminement des trames.....	98
3.2.3	L'algorithme du <i>spanning tree</i>	99
3.2.4	Le mécanisme du <i>source routing</i>	100
3.3	LES COMMUTATEURS	102

3.4	LES ROUTEURS	103
3.4.1	Principe de fonctionnement du routage	106
3.4.2	Fonctions évoluées	108
3.5	LA TRANSLATION DE TRAMES	109
3.6	COMPARAISON DES TECHNIQUES D'INTERCONNEXION	112
3.7	MATÉRIELS ET MISE EN ŒUVRE	113
3.7.1	Les ponts	113
3.7.2	Les routeurs	114
3.7.3	Comparaison	115
3.8	LA COUCHE LIAISON	116
3.8.1	Type des trames LLC	117
3.8.2	Format des trames LLC	118
4.	LES PROTOCOLES ASSOCIÉS AUX RÉSEAUX LOCAUX.....	121
4.1	INTRODUCTION	122
4.2	TCP/IP.....	123
4.2.1	Principes	124
4.2.2	L'adressage IP	128
4.3	IPX	131
4.4	DECNET.....	134
4.5	NETBIOS.....	135
4.6	APPLETALK	136
4.7	MISE EN ŒUVRE DE L'ADRESSAGE	137
4.8	LES PROTOCOLES DE ROUTAGE	140
4.8.1	Principes	140
4.8.2	Exemple du protocole OSPF	142
4.8.3	Mise en œuvre de OSPF et comparaison avec RIP	144
4.9	ÉLABORATION D'UN PLAN D'ADRESSAGE.....	146
4.9.1	Adressage IP.....	147
4.9.2	Adressage IPX et Decnet.....	149
4.9.3	Politique d'affectation des adresses.....	149
4.10	ORGANISATION DES COUCHES PROTOCOLAIRES	150
5.	LES RÉSEAUX HAUTS DÉBITS	151
5.1	PRÉSENTATION.....	152
5.2	LES RÉSEAUX FDDI.....	153
5.2.1	Les composants	154
5.2.2	Principe de fonctionnement	156
5.2.3	Mise en œuvre	158
5.2.4	FDDI-II.....	160
5.3	LES RÉSEAUX ATM	162
5.3.1	La commutation des cellules	163
5.3.2	Organisation des protocoles	164
5.3.3	Le traitement des cellules	165

5.3.4	La couche AAL (avis I.362 et I.363).....	167
5.3.5	La signalisation et l'adressage.....	169
5.3.6	Mise en œuvre.....	172
5.3.7	Les réseaux virtuels sur ATM.....	173
5.4	LES RÉSEAUX NUMÉRIQUES SYNCHRONES.....	175
5.5	LES RÉSEAUX SMDS.....	180
5.5.1	Description des protocoles mis en œuvre.....	180
6.	LES RÉSEAUX DE TÉLÉCOMMUNICATIONS.....	185
6.1	PRÉSENTATION.....	186
6.1.1	Principes de base.....	186
6.1.2	Technologies mises en œuvre.....	189
6.2	LE NIVEAU PHYSIQUE.....	191
6.2.1	Exemple de la norme EIA-232-D.....	192
6.2.2	Exemple de la norme X.21.....	194
6.2.3	Interfaces les plus courantes.....	196
6.3	LE PROTOCOLE HDLC.....	197
6.3.1	Principes de fonctionnement.....	199
6.4	LE PROTOCOLE PPP.....	202
6.4.1	Principes de fonctionnement.....	203
6.4.2	Les options.....	205
6.5	LES SYSTÈMES D'ADRESSAGE DE LA COUCHE RÉSEAU.....	206
6.5.1	Principe de l'adressage NSAP (ITU X.213 / ISO 8348).....	206
6.5.2	Format des adresses NSAP.....	208
6.5.3	L'adressage X.121.....	210
6.6	LES RÉSEAUX X25.....	211
6.6.1	Principe de fonctionnement.....	211
6.6.2	Les différents types de paquets.....	213
6.6.3	Les autres modes d'accès aux réseaux X25.....	215
6.7	LE RELAIS DE TRAMES (Q.922).....	216
6.7.1	Format des trames.....	216
6.7.2	Extension de la norme.....	218
6.8	LES ÉQUIPEMENTS.....	219
6.8.1	Les multiplexeurs.....	219
6.8.2	Les techniques liées au multiplexage.....	221
6.8.3	Les commutateurs.....	221
6.9	LES ACCÈS DSL.....	222
7.	INTRODUCTION AUX RÉSEAUX TÉLÉPHONIQUES.....	225
7.1	PRÉSENTATION.....	226
7.1.1	Les autocommutateurs.....	226
7.1.2	Techniques de numérisation de la voix.....	228
7.1.3	La signalisation.....	229

7.2	LE RNIS	231
7.2.1	Les composants	231
7.2.2	Structure en couches et normalisation	234
7.2.3	Le niveau physique du protocole D.....	234
7.2.4	La transmission des signaux sur le bus.....	237
7.2.5	Détails techniques de l'accès de base.....	239
7.2.6	Le niveau 2 du protocole D (avis I.440/Q.920 et I.441/Q.921).....	243
7.2.7	Le niveau 3 du protocole D (avis I.450 et I.451).....	244
7.3	LE RÉSEAU SÉMAPHORE	245
7.3.1	L'architecture du réseau sémaphore.....	246
7.3.2	Les composants du réseau sémaphore	247
7.3.3	L'interface d'accès pour l'utilisateur	250
7.3.4	Récapitulatif de la terminologie	251
7.4	PRÉSENTATION DU RÉSEAU PUBLIC	252
7.4.1	Les composants du réseau téléphonique.....	252
7.4.2	Le raccordement des abonnés.....	253
7.4.3	L'adressage téléphonique	254
7.5	LA TÉLÉPHONIE SANS FIL	256
7.5.1	La téléphonie mobile étendue.....	258
7.5.2	La téléphonie mobile rapprochée	259
7.5.3	Comparaisons	260
7.6	LES RÉSEAUX SATELLITES	260

DEUXIÈME PARTIE : CONCEPTION D'ARCHITECTURES..... 263

8.	ARCHITECTURES DES RÉSEAUX LOCAUX.....	265
8.1	LES PRINCIPAUX TYPES D'ARCHITECTURES	266
8.1.1	Terminologie	266
8.1.2	L'architecture distribuée.....	267
8.1.3	L'architecture centralisée	268
8.2	ARCHITECTURES PHYSIQUES DU MODÈLE DISTRIBUÉ	271
8.3	ARCHITECTURES PHYSIQUES DU MODÈLE CENTRALISÉ	273
8.3.1	Conception d'un réseau Token-Ring.....	274
8.3.2	Conception d'un réseau Ethernet simple	275
8.4	LA SÛRETÉ DE FONCTIONNEMENT	275
8.4.1	Conception d'un réseau Token-Ring redondant.....	276
8.4.2	Conception d'un réseau Ethernet redondant.....	277
8.4.3	La redondance de routeurs.....	279
8.5	CONCEPTION D'UN RÉSEAU FÉDÉRATEUR DE SITE	282
8.6	LES ARCHITECTURES BASÉES SUR DES COMMULATEURS.....	284
8.6.1	Les commutateurs.....	284
8.6.2	Les réseaux virtuels	286
8.6.3	Exemples d'architecture	287

8.7	L'EXTENSION DES RÉSEAUX VIRTUELS SUR ATM	290
8.7.1	Les composants de LANE	290
8.7.2	Principe de fonctionnement de LANE.....	291
8.7.3	L'interconnexion des réseaux virtuels.....	294
8.7.4	L'interconnexion des réseaux virtuels par MPOA	294
8.8	EXEMPLES PRATIQUES.....	296
8.8.1	Raccordement d'un équipement à un concentrateur.....	296
8.8.2	Raccordement de deux concentrateurs en fibre optique	297
9.	ARCHITECTURES DES RÉSEAUX LONGUES DISTANCES ...	299
9.1	PRÉSENTATION.....	300
9.2	LES PRINCIPAUX TYPES D'ARCHITECTURES	301
9.2.1	Les réseaux centralisés	301
9.2.2	Les réseaux hiérarchiques.....	302
9.2.3	Les réseaux maillés.....	302
9.2.4	Les réseaux répartis	303
9.3	LES RÉSEAUX DE TRANSPORT	303
9.3.1	Les lignes spécialisées	303
9.3.2	Les réseaux X25	304
9.3.3	Le RNIS	305
9.3.4	Les autres réseaux de transport.....	306
9.4	LA TARIFICATION EN FRANCE.....	307
9.4.1	Principe de tarification du réseau Transfix.....	307
9.4.2	Principe de tarification du réseau Transpac.....	308
9.4.3	Principe de tarification du RTC.....	309
9.4.4	Principe de tarification du réseau Numéris.....	310
9.5	LES DIFFÉRENTS TYPES DE FLUX	312
9.5.1	Les flux de type conversationnel.....	312
9.5.2	Les flux de type transactionnel.....	313
9.5.3	Les flux de type transfert de fichiers	314
9.5.4	Les flux clients-serveurs.....	314
9.6	DÉMARCHE POUR LA CONCEPTION D'UN RÉSEAU	316
9.6.1	Identification des applications	316
9.6.2	Estimation de la volumétrie	317
9.6.3	Dimensionnement des liens	319
9.6.4	Choix du réseau de transport	321
9.6.5	Choix des matériels	322
10.	LES OUTILS D'ADMINISTRATION.....	325
10.1	COMPOSANTS ET PRINCIPES	326
10.1.1	Description.....	326
10.1.2	Le modèle OSI.....	328
10.1.3	La MIB	332
10.1.4	Les protocoles liés à l'administration	335

10.2	LES OUTILS	338
10.2.1	Les plates-formes d'administration réseau	339
10.2.2	Les <i>proxy-agents</i>	344
10.2.3	Les sondes RMON.....	345
10.2.4	Les analyseurs réseaux	347
11.	CONCEPTION D'UNE SOLUTION D'ADMINISTRATION.....	351
11.1	PRÉSENTATION.....	352
11.2	DÉMARCHE	352
11.2.1	Phase d'expression des besoins	353
11.2.2	Identification et sélection des services	353
11.2.3	Choix des outils	357
11.3	SPÉCIFICATIONS TECHNIQUES	358
11.3.1	Niveau de service requis.....	358
11.3.2	Représentation graphique	358
11.3.3	Définition des événements.....	359
11.3.4	Traitement des alarmes	359
11.3.5	Stratégie de la surveillance par interrogation	361
11.3.6	Indicateurs et tableaux de bord	365
11.3.7	Redondance des plates-formes	367
11.3.8	Configuration des équipements	368
11.3.9	Trafic engendré par les flux de service.....	369
11.4	ORGANISATION DE L'EXPLOITATION.....	370
TROISIÈME PARTIE ÉTUDES DE CAS.....		373
12.	ÉTUDES D'ARCHITECTURES DE RÉSEAUX LOCAUX.....	375
12.1	AVERTISSEMENT	376
12.2	ÉTUDE DE CAS N° 1 : RÉSEAU DE CAMPUS	376
12.2.1	Présentation du contexte	376
12.2.2	Architecture du réseau fédérateur.....	377
12.2.3	Premier scénario : architecture centralisée sans redondance.....	378
12.2.4	Deuxième scénario : architecture centralisée avec redondance.....	380
12.2.5	Troisième scénario : architecture distribuée	381
12.2.6	Étude des cas particuliers	383
12.2.7	Comparaison et conclusion.....	385
12.3	ÉTUDE DE CAS N° 2 : UN SITE DE 6 000 PERSONNES.....	386
12.3.1	Présentation du contexte	386
12.3.2	Orientations techniques et justification des choix	387
12.3.3	Description de l'architecture	389
12.3.4	Conclusion	391
12.4	ÉTUDE DE CAS N° 3 : SCHÉMA DIRECTEUR.....	392
12.4.1	Présentation du contexte	392
12.4.2	Méthodologie de l'étude.....	394

12.4.3	Contenu de l'étude préliminaire	394
12.4.4	Analyse de l'existant	396
12.4.5	Orientations techniques	397
12.4.6	Conception des réseaux d'étage	397
12.4.7	Conception des réseaux d'interconnexion	400
12.4.8	Description de l'architecture	402
12.5	ÉTUDE DE CAS N° 4 : ROUTEURS ET COMMULATEURS	406
12.5.1	Présentation du contexte	406
12.5.2	Analyse de l'existant	407
12.5.3	Orientations techniques	407
12.5.4	Solution n° 1 : « Routeur <i>collapsed backbone</i> »	409
12.5.5	Solution n° 2 : « Commutateurs et un routeur fédérateur »	410
12.5.6	Solution n° 3 : « Commutateur <i>collapsed backbone</i> »	411
12.5.7	Impact des différentes solutions sur le câblage	413
12.5.8	Choix d'une solution d'administration	414
12.5.9	Comparaison des solutions	414
12.6	ÉTUDE DE CAS N° 5 : CRÉATION D'UN RÉSEAU DE A À Z	416
12.6.1	Présentation du contexte	416
12.6.2	Déroulement du projet	416
12.6.3	Étude de l'architecture du câblage	417
12.6.4	Étude de l'architecture du réseau	421
12.6.5	Appel d'offres	423
12.6.6	Mise en place du câblage et recette	424
12.6.7	Mise en place du réseau et recette	428
13.	ÉTUDES D'ARCHITECTURES DE RÉSEAUX D'INTERCONNEXION	431
13.1	ÉTUDE DE CAS N° 1 : INTERCONNEXION SIMPLE	432
13.1.1	Contexte et champ de l'étude	432
13.1.2	Analyse de l'existant	432
13.1.3	Élaboration des hypothèses de travail	436
13.1.4	Choix des équipements d'extrémité	438
13.1.5	Choix des supports de communication	440
13.1.6	Conclusion	443
13.2	ÉTUDE DE CAS N° 2 : ÉVOLUTION D'UN RÉSEAU X25	444
13.2.1	Présentation du contexte et démarche	444
13.2.2	Analyse des flux prévisionnels	445
13.2.3	Estimation de la volumétrie	446
13.2.4	Dimensionnement des liens	448
13.2.5	Choix du support	449
13.3	ÉTUDE DE CAS N° 3 : RÉSEAU HIÉRARCHIQUE	453
14.	LES SERVICES	457
14.1	PRÉSENTATION	458
14.2	LE POSTE DE TRAVAIL	458

14.2.1 Les cartes réseau 458
14.2.2 Les cartes et les couches réseau 458
14.3 LES SERVEURS BUREAUTIQUES 460
14.3.1 Principes 460
14.3.2 Les annuaires 461
14.3.3 Les services de noms 462
14.4 LES SERVICES DE MESSAGERIE 463
14.5 LES PASSERELLES DE COMMUNICATION 463
14.6 L'ADMINISTRATION BUREAUTIQUE 464
14.7 LA NORMALISATION 466

ANNEXES 469

LES NORMES ET LES STANDARDS 471

GLOSSAIRE 497

BIBLIOGRAPHIE 511

SITES WEB SUR L'INTERNET 513

INDEX 519