

Contenu de la matière :

Chapitre 1 : Notions sur la transmission de données

Chapitre 2 : Les réseaux locaux

Chapitre 3 : Réseau Ethernet

Chapitre 4 : Réseau Token Ring et Token Bus

Chapitre 5 : Les réseaux locaux de 2^e génération (Fast Ethernet, gigabit Ethernet, FDDI et DQDB)

Chapitre 6 : La commutation dans les LAN

Chapitre 7 : Les réseaux locaux sans fils (WIFI)

Chapitre 8 : Le protocole TCP/IP

Mode d'évaluation : CC 40% ; Examen 60%

6 Références

[1] Claude Servin Réseaux et Télécom cours avec 129 exercices corrigés, 2^e édition, © Dunod, Paris, 2003, 2006 ISBN 2 10 049148

[2] Daniel Dromard & Dominique Seret Architecture des réseaux cours avec exercices corrigés, 2^e édition, collection Synthex ISBN : 978-2-7440-7385-4
ISSN : 1768-7616 © 2009 Pearson Education France

Chapitre 2 : Les réseaux locaux (Architecture)

Les Principaux Organismes

Classification des réseaux

Le modèle OSI, Modèle IEEE

Les Principaux composants d'un réseau

Ce chapitre décrit comment se formalisent les notions d'empilement de couches de protocoles et de services. Nous abordons également les modifications qu'il a fallu apporter au modèle initial pour décrire la structure des réseaux locaux (LAN), aujourd'hui les plus utilisés dans les entreprises ou même chez les particuliers. Nous introduisons ensuite l'architecture de communication utilisée dans Internet, connue sous le nom d'*architecture TCP/IP* ou encore de *pile TCP*. Enfin, nous évoquons comment normes et standards sont élaborés par les organismes internationaux.

5.6.2 La classification des réseaux

Le langage courant distingue les réseaux selon différents critères. La classification traditionnelle, fondée sur la notion d'étendue géographique, correspond à un ensemble de contraintes que le concepteur devra prendre en compte lors de la réalisation de son réseau. Généralement, on adopte la terminologie suivante :

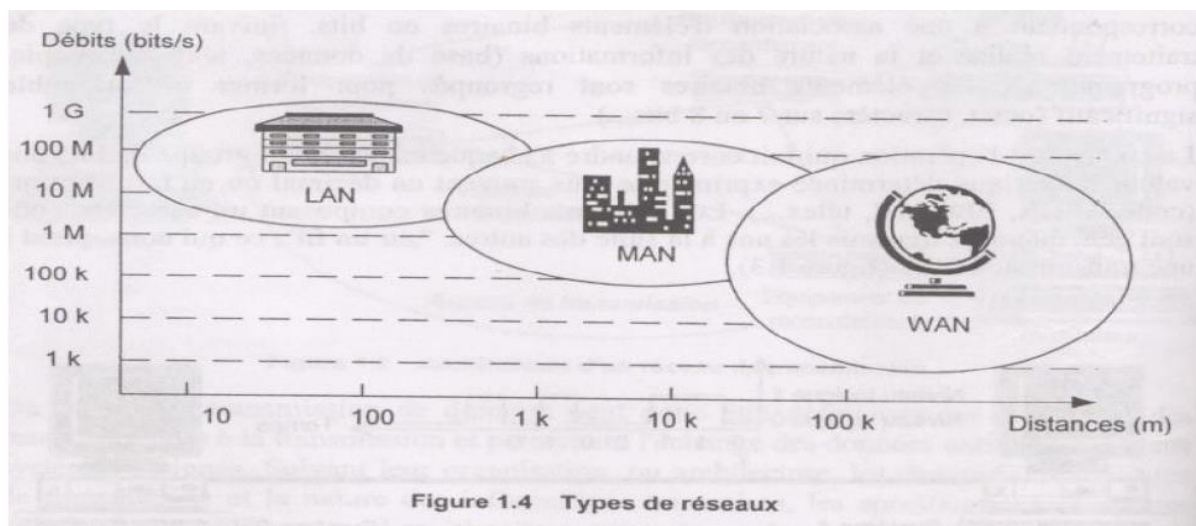
– **LAN** (*Local Area Network*), réseau local d'étendue limitée à une circonscription géographique réduite (bâtiment...), ces réseaux destinés au partage local de ressources informatiques (matérielles ou logicielles) offrent des débits élevés de 10 Mbit/s à 10 Gbit/s.

– **MAN** (*Metropolitan Area Network*), d'une étendue de l'ordre d'une centaine de kilomètres,

les MAN sont généralement utilisés pour fédérer les réseaux locaux ou assurer la desserte informatique de circonscriptions géographiques importantes (réseau de campus).

– **WAN** (*Wide Area Network*), ces réseaux assurent généralement le transport d'information sur de grandes distances. Lorsque ces réseaux appartiennent à des opérateurs, les services sont offerts à des abonnés contre une redevance. Les débits offerts sont très variables, de quelques kbit/s à quelques Mbit/s.

D'autres classifications, plus proches des préoccupations quotidiennes, peuvent être adoptées. Le critère organisationnel prédomine. Le réseau est accessible à tous moyennant une redevance d'usage, il est alors dit public ; s'il ne l'est qu'à une communauté d'utilisateurs appartenant à une même organisation, il est alors dit privé.



Les réseaux se différencient, aussi, selon les modes de diffusion de l'information (figure 5.36).

On distingue trois modes :

– La source diffuse ses informations vers des stations réceptrices. La relation est unidirectionnelle de 1 à N (réseau de diffusion). Les réseaux de radiodiffusion constituent un exemple de ce type de réseau. Les réseaux locaux sont aussi assimilés à cette catégorie.

- À l'inverse, un ensemble de stations peut envoyer les informations à un seul destinataire. La relation est aussi unidirectionnelle, mais de N à 1 (réseaux de collecte). Les réseaux de télémesure constituent un exemple de ce mode de fonctionnement.
- D'une manière plus générale, un abonné d'un réseau désire pouvoir atteindre tous les autres abonnés ou une partie de ceux-ci. Le réseau doit établir une relation de 1 à 1 parmi N . Ces réseaux de mise en relation sont dits **réseaux de commutation**, le réseau téléphonique (RTC) en est un exemple.

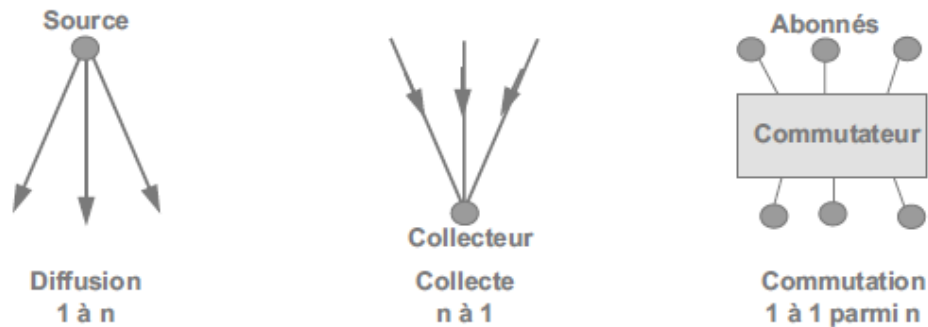


Figure 5.36 La classification selon les modes de diffusion de l'information.

5.6.3 La topologie physique des réseaux

La topologie d'un réseau décrit la manière dont les nœuds sont connectés. Cependant, on distingue la **topologie physique**, qui décrit comment les machines sont raccordées au réseau, de la **topologie logique** qui renseigne sur le mode d'échange des messages dans le réseau (**topologie d'échange**).

Les topologies de base

Les topologies de base sont toutes des variantes d'une liaison point à point ou multipoint (figure 5.38).



Figure 5.38 Les modes de liaisons élémentaires.

La plus simple des topologies de base, le **bus**, est une variante de la liaison multipoint. Dans ce mode de liaison, l'information émise par une station est diffusée sur tout le réseau. Le réseau en bus est aussi dit **réseau à diffusion** (figure 5.39). Dans ce type de topologie, chaque station accède directement au réseau, d'où des problèmes de conflit d'accès (contentions ou collisions) qui nécessitent de définir une politique d'accès. Celle-ci peut être centralisée ou distribuée comme dans les réseaux locaux.

Les réseaux en bus sont d'un bon rapport performance/prix. Ils autorisent des débits importants (>100 Mbit/s sur 100 m). Il est possible d'y insérer une nouvelle station sans perturber les communications en cours.

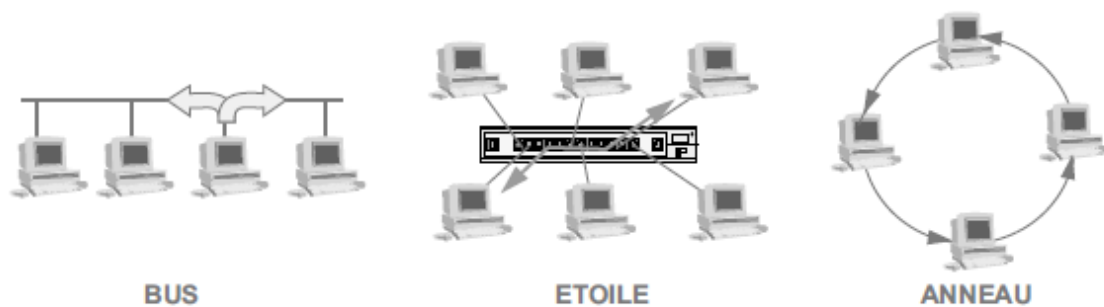


Figure 5.39 Les topologies de base.

La topologie étoile est une variante de la topologie en point à point. Un nœud central émule n liaisons point à point (figure 5.39). Tous les nœuds du réseau sont reliés à un nœud central commun : le concentrateur. Tous les messages transitent par ce point central. Le concentrateur est actif, il examine chaque message reçu et ne le retransmet qu'à son destinataire. Cette topologie correspond, par exemple, au réseau téléphonique privé d'une entreprise où le commutateur téléphonique met en relation les différents postes téléphoniques de l'installation. La topologie étoile autorise des dialogues entre nœuds très performants. La défaillance d'un poste n'entraîne pas celle du réseau, cependant le réseau est très vulnérable à celle du nœud central.

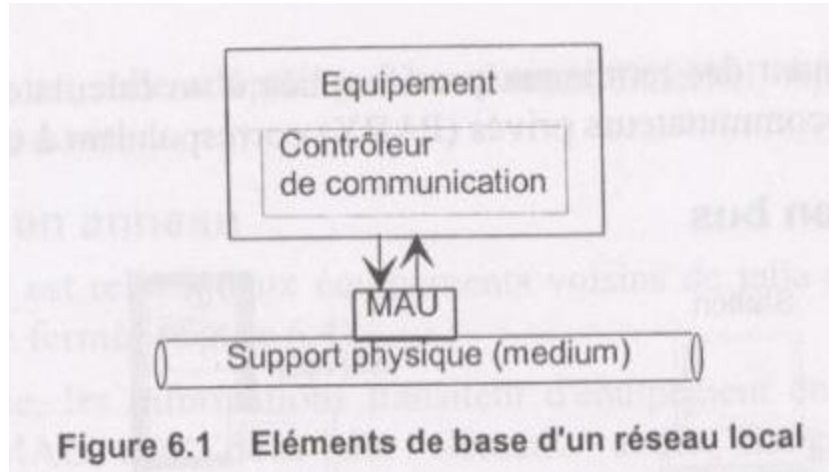
Dans la topologie en anneau, chaque poste est connecté au suivant en point à point (figure 5.39). L'information circule dans un seul sens, chaque station reçoit le message et le régénère. Si le message lui est destiné, la station le recopie au passage (au vol). Ce type de connexion autorise des débits élevés et convient aux grandes distances (régénération du signal par chaque station). L'anneau est sensible à la rupture de la boucle. On peut remédier aux conséquences d'une rupture de l'anneau en réalisant un double anneau.

Le Tableau suivant présente une comparaison succincte des topologies, en ne retenant que les topologies de base : bus, étoile et anneau.

Topologie	Avantages	Inconvénients
Bus	Diffusion aisée de messages. Insertion de stations sans interrompre le trafic.	Collision de messages. Limitation des distances (atténuation)
Étoile	Diffusion aisée par le concentrateur. Conflit d'accès réglé par le concentrateur. Insertion de stations sans interrompre le trafic, mais nécessite généralement une reconfiguration du concentrateur.	Sensibilité à la défaillance du concentrateur. Nombre de stations limité par le nombre de ports disponibles. Performances liées à la puissance de calcul du nœud.
Anneau	Liaison point à point, ce qui facilite l'utilisation de la fibre optique. Régénération du signal par chaque station, ce qui augmente la portée du réseau.	Diffusion difficile. L'insertion de stations rompt l'anneau. Complexité du coupleur (retrait et insertion d'information).

TOPOLOGIE DES RESEAUX LOCAUX

Chaque équipement informatique est relié au support physique (câble coaxial, fibre optique...) par l'intermédiaire d'un contrôleur de communication (généralement une carte d'interface réseau) et d'une unité de raccordement au support (MAU : *Medium Access Unit*) qui correspond à l'interface physique (figure 6.1).



La topologie représente la manière dont les équipements sont reliés entre eux par le support physique. Son choix et l'implantation d'un réseau local s'appuient sur :

- le bilan des équipements informatiques existants ;
- la disposition géographique des équipements et des locaux ;
- l'analyse des besoins immédiats et futurs ;
- les coûts d'investissement et de maintenance.

Le choix du support, lié au débit, influe sur le choix de la topologie. Les normes introduisent des incompatibilités entre certaines architectures et certains supports de transmission.

3- SUPPORTS ET PLAN DE CÂBLAGE D'ETHERNET

Historiquement, la première solution rencontrée est un plan de câblage en bus et le support utilisé un câble coaxial. Les équipements raccordés doivent respecter entre eux une contrainte de distance minimale. La nomenclature, sous la forme **XBase n**, décrit le débit du réseau et le support : X exprime le débit en Mbit/s, Base indique une transmission en bande de base, et n renseigne sur le type de câble. Les câblages initialement utilisés sont le 10 Base 5 et le 10 Base 2 :

- 10 Base 5 est un câble coaxial de 500 m maximum par segment, avec une transmission en bande de base et un débit de 10 Mbit/s. Il est à l'origine du produit Ethernet.
- 10 Base 2 est un câble coaxial plus fin donc plus maniable, de 180 m maximum par segment, avec une transmission en bande de base et un débit de 10 Mbit/s.

Le câblage

➤ Généralités

Les réseaux locaux utilisent tous les types de support : les câbles cuivre (coaxial, paires torsadées), les supports optiques (fibre optique) et les supports hertziens (réseaux sans fil). Le câble coaxial a longtemps été utilisé (réseaux de type Ethernet), mais il est aujourd'hui remplacé par la

paire torsadée moins chère et plus facile d'installation. La fibre optique est essentiellement réservée aux réseaux haut débit et à l'interconnexion de réseaux. La figure 16.9 présente une synthèse des différentes caractéristiques des câbles.

Type de câble	Immunité Électromagnétique	Débit courant	Distance	Utilisation
Coaxial	Bonne	10 Mbit/s	2 500 m par brin de 500 m	Ethernet, en environnement perturbé ou confidentiel.
Paires torsadées UTP	Faible	10 à 100 Mbit/s	100 m d'un élément actif	Ethernet sur paires torsadées.
Paires torsadées FTP	Moyenne	10 à 100 Mbit/s	100 m d'un élément actif	Ethernet paires torsadées, Token Ring.
Fibre optique	Excellente	100 à 1 Gbit/s	De quelques km à une centaine de km	FDDI (100 Mbit/s), Gigabit Ethernet...

Figure 16.9 Les différents câbles mis en œuvre dans les réseaux locaux.

La normalisation dans le domaine des câbles est effectuée par le groupe ISO/IEC JTC1/ SC25/WG3 au niveau international et par des organismes nationaux comme l'EIA/TIA (Electronic Industries Association/Telecommunications Industries Association), aux États-Unis.

Les principales catégories de câbles définies sont les suivantes :

- Catégorie 3 (10BaseT) ;
- Catégorie 4 (10BaseT et Token-Ring 16 Mbit/s) ;
- Catégorie 5 (10BaseT, Token-Ring 16 Mbit/s) ;
- Catégorie 5e (Type R évolué, pour une largeur de bande de 100 MHz) ;
- Catégorie 6 (pour une largeur de bande de 200 MHz) ;
- Catégorie 7 (pour une largeur de bande de 600 MHz).

Catégorie	Classe	Impédance	Fréquence max.	Applications
3	C	100-120 Ω	16 MHz	Token Ring 4 Mbit/s 10 Base T Fast Ethernet 100 VG AnyLAN 100 Base T4
4	D	100 Ω	20 MHz	Token Ring 16 Mbit/s
5	D	100 Ω	100 MHz	100 Base Tx ATM 155 Mbit/s ATM 622 Mbit/s (Draft) 1000 Base T (Cat 5E)
6	E	100 Ω	250 MHz	1000 Base Tx ATM 1,2 Gbit/s (Draft)

Figure 16.11 Les catégories de paires torsadées.

Les câbles de catégorie 5 sont aujourd'hui les plus installés. Les dernières installations concernent essentiellement la catégorie 6, alors qu'un câble UTP catégorie 6a vient d'être défini, il autorise un débit de 10 Gbit/s sur 100 m. La figure 16.12 représente les différents constituants participant à la réalisation physique d'un

câblage en paires torsadées. Un local technique (local de brassage) abrite une armoire technique ou armoire de brassage. Celle-ci accueille les éléments actifs (hub, MAU ou *Medium Access Unit*), parfois les serveurs (salle réseau). Le pré câblage consiste à « tirer » des câbles entre le panneau de brassage et les prises murales. Pour raccorder une station, il suffit de connecter celle-ci à la prise murale par un cordon dit de raccordement. À l'autre extrémité, au panneau de brassage, on tire une jarretière (cordon de raccordement ou de brassage) entre la prise RJ45 du panneau de brassage correspondant à la prise murale à raccorder et un port de l'élément actif. Chaque point de raccordement pouvant constituer une désadaptation d'impédance et engendrer des ondes stationnaires, il est impératif de veiller à la qualité de tous ces éléments et de vérifier qu'ils sont qualifiés pour le type de réseau mis en œuvre

Le câble est posé dans des goulottes et alimente les différents bureaux. Le raccordement physique de la station au coaxial utilise une prise BNC (voir figure 5.10). Si le branchement d'un nouvel équipement est très facile à pratiquer, ce type de câblage présente toutefois deux inconvénients : la longueur maximale est facilement atteinte dans un bâtiment, et la coupure du bus empêche le fonctionnement du réseau.



Figure 5.10 Connecteurs (a) BNC et (b) RJ45.

Dès les années 1990, on a recours au câblage en étoile (voir figure 5.11), dans lequel toutes les stations sont branchées sur un « concentrateur », ou *hub*, qui retransmet sur l'ensemble de ses ports tout signal reçu sur un port quelconque. La topologie logique reste celle d'un bus et le fonctionnement de l'accès par CSMA/CD est inchangé. Le support le plus courant fut alors la paire torsadée : 10 Base T (T pour *Twisted pair*) est une paire torsadée de 100 m par segment, transmettant en bande de base à un débit de 10 Mbit/s. La prise RJ45 remplace dans ce cas le connecteur BNC (voir figure 5.10). On peut aussi utiliser une fibre optique 10 Base F (*F* pour *Fiber*) de 2,5 km, transmettant en bande de base à 10 Mbit/s. Certains concentrateurs ont plusieurs ports pour raccorder des paires torsadées et un port pour raccorder une fibre optique, par exemple.

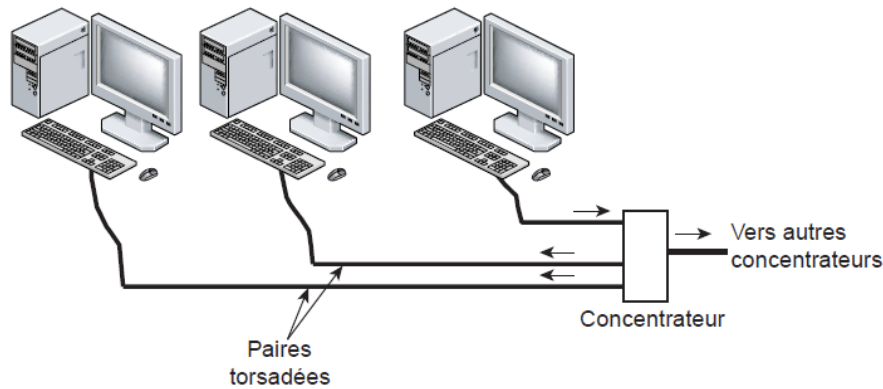


Figure 5.11 Câblage en étoile autour d'un concentrateur (hub).

TERMINOLOGIE EMPLOYÉE

Dans la suite, nous utilisons la notation (i) pour signifier « de niveau i », afin de ne pas alourdir inutilement les définitions et les notations employées.

- Une **couche** est un ensemble homogène destiné à accomplir une tâche ou à rendre un service
- *Service (i)*. Capacité que possède la couche (i) et les couches inférieures à celle-ci, fournie aux entités ($i + 1$), à la frontière entre la couche (i) et la couche ($i + 1$). Les services sont invoqués par des *primitives*, spécifiques du service.
- *Primitive*. Demande de service par une entité de niveau supérieur à une entité de niveau inférieur.

- *Protocole (i)*. Ensemble de règles et de formats déterminant les caractéristiques de communication des entités (i) lorsqu'elles effectuent les fonctions nécessaires à l'exécution du service (i). Le protocole utilise des unités de données appelées *PDU(i)* [*Protocol Data Unit(i)*].

Normalisation dans les télécommunications et les réseaux

Dans des domaines techniques comme les réseaux et les télécommunications, la normalisation répond aussi bien aux attentes des consommateurs qu'aux besoins des fabricants. D'un côté, elle offre aux utilisateurs la garantie que deux produits aux fonctions identiques mais de fabricants différents puissent fonctionner correctement ensemble. De l'autre, les industriels peuvent espérer toucher un plus grand nombre de consommateurs grâce à la normalisation de leurs produits. En effet, toute solution propriétaire provoque la réticence des utilisateurs et des entreprises à dépendre d'un seul fournisseur pour leur approvisionnement : dans

la mesure où certains équipements sont vitaux pour la survie même de l'entreprise, la continuité du service passe par la possibilité de disposer de plusieurs sources indépendantes d'approvisionnement.

Différents organismes de normalisation édictent des avis qui couvrent tous les aspects d'un équipement : aspects électriques, mécaniques, interconnexion...

Les principaux organismes internationaux de normalisation regroupent des représentants des industriels, des administrations, des utilisateurs : **l'ISO** (*International Standardization Organization*), **l'ITU** (*International Telecommunications Union* : appelé auparavant **CCITT**) le **CEI** (Comité Electrotechnique International),

... On trouve également divers groupements de constructeurs comme : l'ECMA (*European Computer Manufacturer*), l'EIA (*Electronic Industries Association*)... Dans Internet, **l'IAB** (*Internet Architecture Board*) définit la politique du réseau à long terme alors que **l'IETF** (*Internet Engineering Task Force*) s'occupe de l'homogénéité des solutions et publie les RFC (*Request For Comments*). Une norme passe par plusieurs étapes : le résultat des compromis entre les différentes parties s'exprime dans un document brouillon (*draft*). La forme stable du document est publiée sous forme de *draft proposable*. Le *Draft International Standard* est la forme quasiment définitive. Il constitue une base de travail pour les industriels. Enfin, l'IS (*International Standard*) est la forme définitive du document. L'organisme considéré publie la forme finale, en utilisant une référence qui dépend de son domaine d'application

L'IEEE (*Institute for Electricity and Electronics Engineers*), une société américaine, a constitué un comité d'études au début des années 1980 (le groupe 802, essentiellement des constructeurs américains). L'objectif est alors de développer des standards pour la transmission de messages à haut débit entre systèmes informatiques, à travers un support partagé par ces systèmes et indépendant de leur architecture. Ce comité a publié une série de standards nommés 802.*n*. L'ISO a ensuite repris les travaux du groupe 802 et les a référencés sous le numéro 802.*n* (le *n* des références ISO est identique au *n* utilisé dans les références de l'IEEE). La modélisation de l'IEEE redéfinit les niveaux 1 et 2 du modèle OSI pour les réseaux locaux. Cette modélisation spécifie les services rendus à la couche supérieure et la façon d'implanter les niveaux 1 et 2. La figure 4.3 montre la correspondance entre les couches 1 et 2 du modèle OSI et les couches du modèle IEEE. Nous remarquons que, par rapport au modèle OSI, l'architecture normalisée dans les réseaux locaux découpe la couche Liaison en deux sous-couches : MAC (*Medium Access Control*) et LLC (*Logical Link Control*).

Organismes de normalisation et consortiums

ADSL Forum :

<http://www.adsl.com>

ANSI (American National Standards

Institute) :

<http://www.ansi.org>

ATM Forum :

<http://www.atmforum.com>

DAVIC (Digital Audio-Visual Council) :

<http://www.davic.org>

DMTF (Desktop Management Task Force) :

<http://www.dmtf.org>

ECMA (European Computer Manufacturers

Association) :

www.ecma-international.org

ECTF (Enterprise Computer Telephony

Forum) :

<http://www.ectf.org>

ETSI (European Telecommunications

Standards Institute) :

<http://www.etsi.org>

Eurescom (European Institute for

Research and Strategic Studies in

Telecommunications) :

<http://www.eurescom.de>

Gigabit and 10 Gigabit Ethernet Alliance :

<http://www.10gea.org>

IEC (International Electrotechnical Commission) :

<http://www.iec.ch>

IEEE (Institute of Electrical and Electronics

Engineers) :

<http://standards.ieee.org/>

IETF (Internet Engineering Task Force) :

<http://www.ietf.org>

Internet Society :

<http://info.isoc.org>

ISO (International Standardization

Organization) :

<http://www.iso.ch>

ITU (International Telecommunication

Union) :

<http://www.itu.ch>

JPEG (Joint Photographic Experts Group) :

<http://www.jpeg.org>

NMF (Network Management Forum) :

<http://www.nmf.org>

OMG (Object Management Group) :

<http://www.omg.org>

Open Group :

<http://www.rdg.opengroup.org>

TIA (Telecommunications Industry

Association) :

<http://www.industry.net/tia>

TINA-C (Telecommunication Information

Networking Architecture Consortium) :

<http://www.tinac.com>

W3C (World-Wide Web Consortium) :

<http://www.w3.org>

Documents normatifs

Normes ANSI. Ces documents ne sont pas en libre accès mais peuvent être achetés en ligne (paiement par carte de crédit) : <http://www.ansi.org>

RFC (Request For Comments). Spécifications des protocoles Internet éditées par l'IETF. Peuvent être consultées librement sur plusieurs sites, dont certains offrent un moteur de recherche par mots-clés :

<http://ds.internic.net/ds/dspg1intdoc.html>

On peut également se procurer les RFC *via* le serveur de messagerie **ds.internic.net**.

Par exemple, pour recevoir la RFC 1932 à sa propre adresse e-mail, il suffit d'envoyer à

l'adresse **mailserv@ds.internic.net** un message dont le contenu est : *document-by-name rfc 1932*

Internet Drafts. Documents de travail de l'IETF. Peuvent être consultés librement sur plusieurs sites, dont certains offrent un moteur de recherche par mots-clés : <http://www.ietf.org/ids.by.wg>

Avis de l'UIT-T (ITU Recommendations). Ces documents ne sont pas en libre accès mais peuvent être achetés en ligne (paiement par carte de crédit) : <http://www.itu.int/ITU-T/onlineforms/request-docs.html>

Modèle OSI (Open System Interconnection)

La compatibilité (l'interopérabilité) entre équipements hétérogènes (constructeurs, fonctions ou générations de matériels différents...) implique des

normes d'interconnexion définissant le comportement de chaque équipement vis-à-vis des autres. Tout équipement (ou ensemble d'équipements) à interconnecter est un *système ouvert* (un ordinateur, un terminal, un réseau...), s'il respecte des normes d'interconnexion. Le modèle OSI est une architecture abstraite de communication, décrit dans la norme X.200 de l'ITU. Il est composé de sept couches, chacune remplissant une partie bien définie des fonctions permettant l'interconnexion.

Une **couche** est un ensemble homogène destiné à accomplir une tâche ou à rendre un service. L'approche en couche garantit une évolutivité facile du système. La prise en compte d'une nouvelle technologie ne remet en cause que la couche concernée. Le modèle de référence est une architecture en couches.

Définition

Au sens du modèle OSI, modèle pour l'interconnexion des systèmes ouverts, on appelle système réel l'ensemble constitué d'un ou plusieurs ordinateurs, logiciels et périphériques associés capables d'effectuer des traitements informatiques et de s'échanger des informations (normes ISO IS7498, NF 27498). Un système est dit ouvert si les communications entre les divers constituants s'effectuent conformément au modèle de référence (OSI).

2.1 DIFFÉRENTES COUCHES DU MODÈLE OSI

La figure suivante montre les SDU et PDU de toutes les couches du modèle OSI. La couche de plus bas niveau est la couche *Physique*. Elle se caractérise par

- son taux d'erreurs,
- la vitesse de transmission et
- le délai de transit.

L'unité de données manipulée à ce niveau est **le bit**.

Au-dessus, la couche *Liaison de données* fournit les moyens

- d'établir, de maintenir et de gérer les connexions de liaison de données entre entités de réseau.
- Elle détecte et corrige, dans la mesure du possible, les erreurs de la couche physique.

La trame est l'unité de données manipulée par la liaison de données.

La couche *Réseau* fournit aux entités de transport les moyens d'établir, de maintenir et de gérer les connexions de réseau ; elle manipule des **paquets** et les achemine à travers le réseau.

Ces trois premières couches ont été définies dans la norme X.25. Tous les équipements du réseau, dans les systèmes intermédiaires comme dans les systèmes d'extrémité, contiennent des entités de réseau.

Seuls les systèmes d'extrémité implémentent les couches supérieures.

La quatrième couche, *Transport*,

- assure un transfert de données fiable et
- optimise les coûts d'utilisation des services réseau disponibles, compte tenu des exigences de service des entités supérieures.

Le message est l'unité de données qu'elle manipule. Cette couche charnière masque, pour les couches hautes, les disparités entre réseaux.

La cinquième couche, *Session*, organise et synchronise le dialogue entre les systèmes d'extrémité.

La sixième couche, *Présentation*, s'occupe de la représentation des informations, quels que soient les modes de représentation interne des machines et dans le réseau.

-Elle peut se charger aussi de la compression de données et de la sécurité des informations échangées (chiffrement/ déchiffrement, qu'on appelle parfois cryptage/décryptage).

La dernière couche est la couche *Application*. Elle contient les entités d'application, c'est-à-dire les processus des utilisateurs

Remarque

Open System Interconnection se traduit en français par « interconnexion des systèmes ouverts », ce qui donne l'acronyme ISO. Pour éviter toute confusion entre le modèle et l'organisme de normalisation, nous parlerons du modèle OSI

La structure complexe du modèle de référence et les traitements qu'elle induit ne permettent pas aux protocoles conformes au modèle OSI d'évoluer vers des débits élevés.

C'est lors de la description de l'architecture du **RNIS-BE** (Réseau numérique à intégration de services bande étroite ou **ISDN**, *Integrated Service Data Network*) que le modèle de référence a montré ses insuffisances.

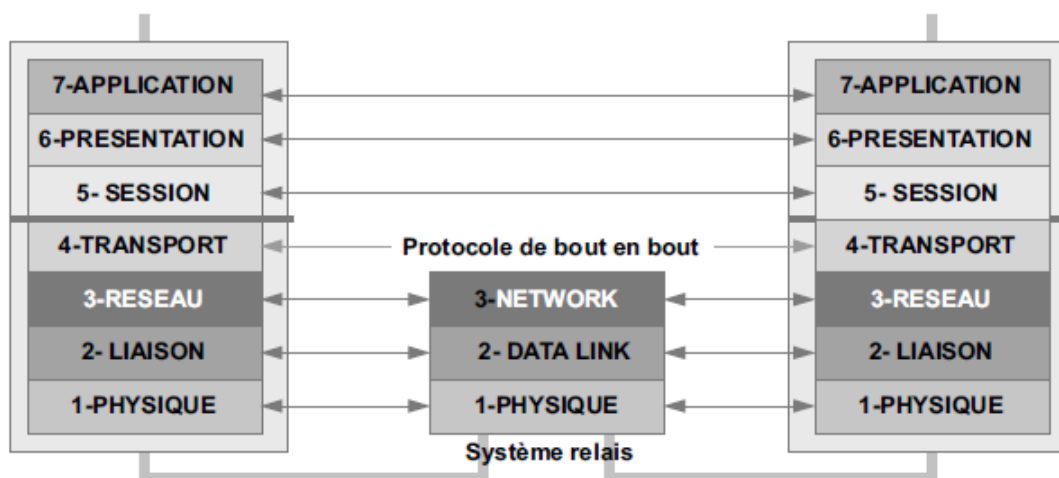
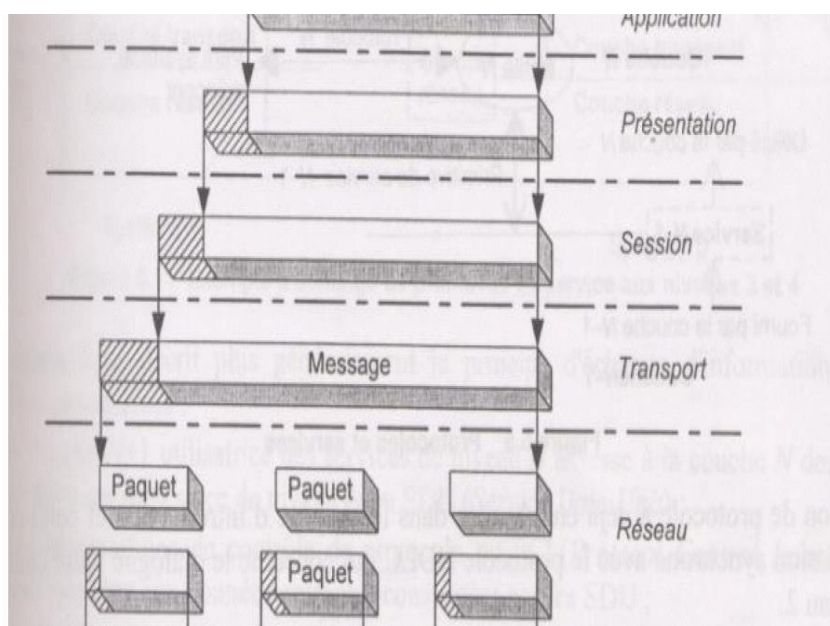
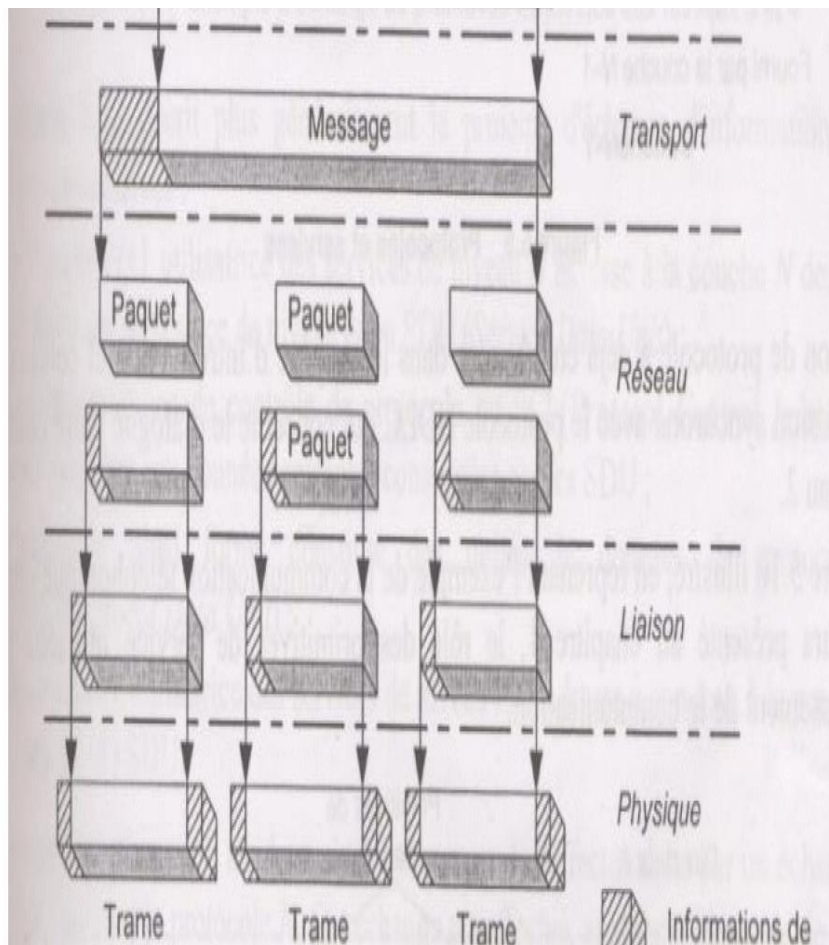


Figure Le modèle de référence.





Encapsulation des unités de données.(entête :Informations de contrôle)

Un réseau local se caractérise par des équipements géographiquement proches les uns des autres et qui coopèrent en utilisant le support de transmission **pour diffuser les données** : l'ensemble des autres équipements du réseau reçoit tout bit émis par un équipement du réseau local. Cette particularité est à la base des architectures spécifiques de réseaux locaux, standardisées dans les années 1980. La section suivante nous permet de découvrir l'organisation physique des réseaux locaux, l'adressage, la topologie, le câblage et la couche Liaison de données.

Le comité 802 de l'IEEE, essentiellement constitué de représentants des constructeurs américains, s'est occupé de l'architecture des réseaux locaux. Plusieurs documents définissent l'architecture proposée (voir figure 5.1) :

- Le standard 802.1 définit le contexte général des réseaux locaux informatiques.
- Le standard 802.2 définit la couche Liaison de données.
- Les standards 802.3, 802.4, 802.5 et 802.6 définissent différents protocoles d'accès au support, pour plusieurs types de supports physiques : paire métallique, câble coaxial ou fibre optique.

- Le standard 802.11 définit un protocole d'accès pour les réseaux locaux sans fil (WLAN, *Wireless LAN*).

D'autres standards ont vu le jour ultérieurement, au fur et à mesure de l'évolution technologique. Par rapport au modèle OSI, l'architecture normalisée dans les réseaux locaux découpe la couche Liaison en deux sous-couches : MAC (*Medium Access Control*) et LLC (*Logical Link Control*). La première règle l'accès au support partagé. Elle filtre les trames reçues pour ne laisser passer que celles réellement destinées à l'équipement concerné. La seconde gère l'envoi des trames entre équipements, quelle que soit la technique d'accès au support. Les spécifications de l'IEEE ne concernent donc pas les couches situées au-dessus de LLC.

Comme on le voit à la figure 1, la couche physique est quelquefois découpée en deux niveaux : PMI (*Physical Medium Independent sub-layer*) qui assure le codage en ligne indépendamment du type de support de transmission utilisé, et PMD (*Physical Medium Dependent sub-layer*), qui s'occupe de l'émission physique du signal.

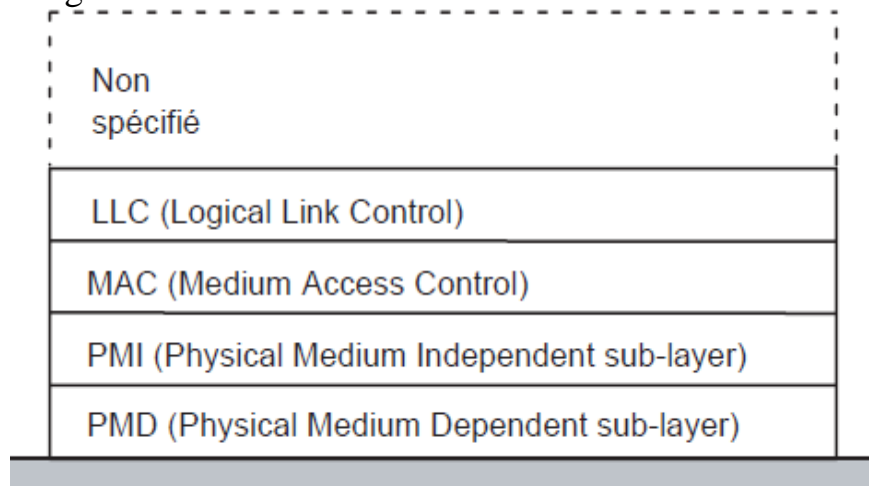


figure 1 Modèle IEEE des réseaux locaux.

Introduction à TCP/IP

L'architecture TCP/IP a été développée, dans le milieu des années 70, par la **DARPA** (*Defense, Advanced Research Projects Agency* – États-Unis) pour les besoins de communication et d'interfonctionnement des applications entre les systèmes informatiques de l'armée (**DoD**, *Department of Defense*). Pour cela, il fallait définir un format d'échange des données commun à tous les systèmes tout en préservant l'existant, c'est-à-dire sans modifier les réseaux réels. L'architecture à définir devant garantir une grande résistance à la défaillance de n'importe quel nœud du réseau, le mode datagramme s'imposait pour la couche réseau. Pour conclure, TCP/IP, du nom de ses deux protocoles principaux (**TCP**, *Transmission Control Protocol* et **IP**, *Internet Protocol*), est un ensemble de protocoles permettant de résoudre les problèmes d'interconnexion en milieu hétérogène. À cet effet, TCP/IP décrit un réseau logique (réseau IP) au-dessus du ou des réseaux physiques réels, auxquels sont effectivement connectés les ordinateurs (figure 8.1). Aujourd'hui, TCP/IP est le

protocole standard de tous les réseaux, du LAN au WAN. De récentes adaptations autorisent les flux multimédias et, en particulier, les services voix sur IP (**ToIP**, *Telephony over TCP/IP*).

L'encapsulation des données

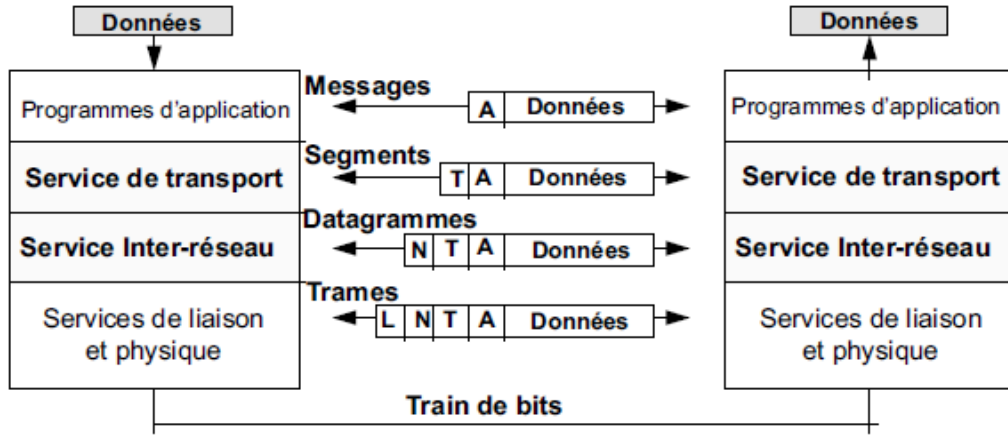
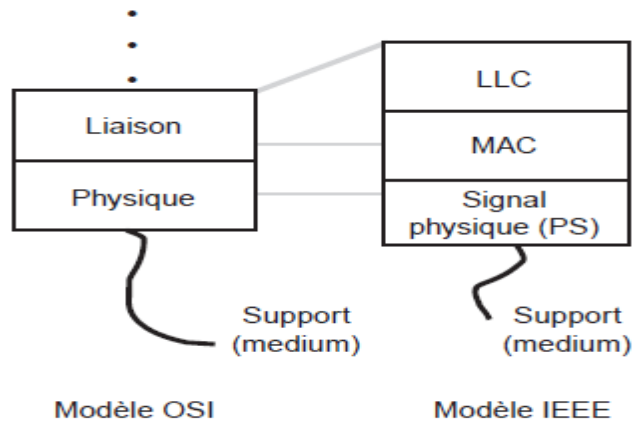


Figure 8.5 L'encapsulation des données dans TCP/IP.



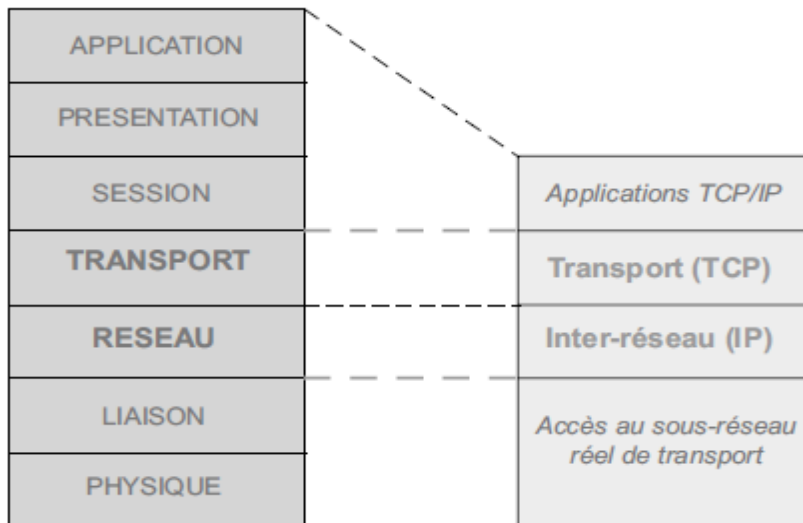


Figure 8.2 Le modèle OSI et l'architecture TCP/IP.

Les réseaux locaux

Le micro-ordinateur et le réseau local sont à l'épicentre de cette mutation (figure 16.1).



Figure 16.1 Le réseau local et le micro-ordinateur épicentre du travail collectif.

Un réseau local (**LAN**, *Local Area Network*) est un ensemble de moyens autonomes de calcul (micro-ordinateurs, stations de travail ou autres) reliés entre eux pour s'échanger des informations et/ou partager des ressources matérielles (imprimantes, espace disque...) ou logicielles (programmes, bases de données...).

Un réseau local distingue deux types de machines, celles qui offrent des ressources en partage : **les serveurs**, et celles qui utilisent ces ressources : **les postes clients**, postes de travail ou stations. Dans les réseaux locaux de la dernière génération toutes les machines peuvent offrir des ressources en partage et utiliser celles offertes par les autres stations du réseau. Ce type de réseau est désigné sous le nom de **peer to peer** ou poste à poste ou encore d'égal à égal. En fait, dans les réseaux importants, une machine dédiée aux fonctions traditionnelles de serveur subsiste. Celle-ci assure la gestion des utilisateurs, la sécurité d'accès, la distribution des logiciels...

Les constituants d'un réseau local ou

(Les Principaux composants d'un réseau)

Architecture informatique dédiée à l'échange d'information et au partage de ressources physiques, un réseau local est essentiellement constitué par (figure 16.4) :

- un câblage reliant les différents nœuds selon une certaine topologie ;
- une méthode d'accès au support pour assurer son partage ;
- une méthode d'adressage pour identifier chaque nœud ;
- un ensemble cohérent de protocoles (pile) pour permettre la communication ;
- un système d'exploitation spécifique (**NOS**, *Network Operating System*) capable de prendre en charge les périphériques distants partagés et d'en contrôler l'utilisation (administration et sécurité) ;
- un ensemble de programmes utilisant les ressources mises en commun.

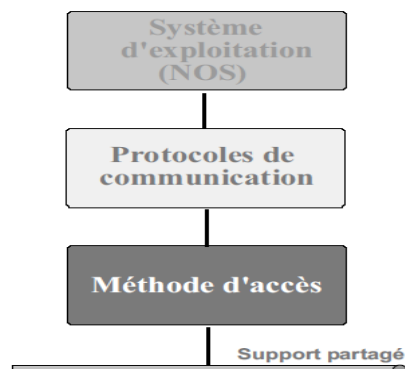


Figure 16.4 Les principaux constituants d'un nœud de réseau local.

Pour assurer l'intégralité de ces fonctionnalités, il a fallu adapter l'architecture du modèle de référence de l'ISO. L'architecture OSI répond à l'interconnexion de systèmes en mode point à point, alors que les réseaux locaux partagent un support unique en **mode diffusion**. Les couches hautes du modèle qui gèrent la communication restent applicables aux réseaux locaux. Cependant, les couches basses qui organisent l'accès au support devront être adaptées (figure 16.5).

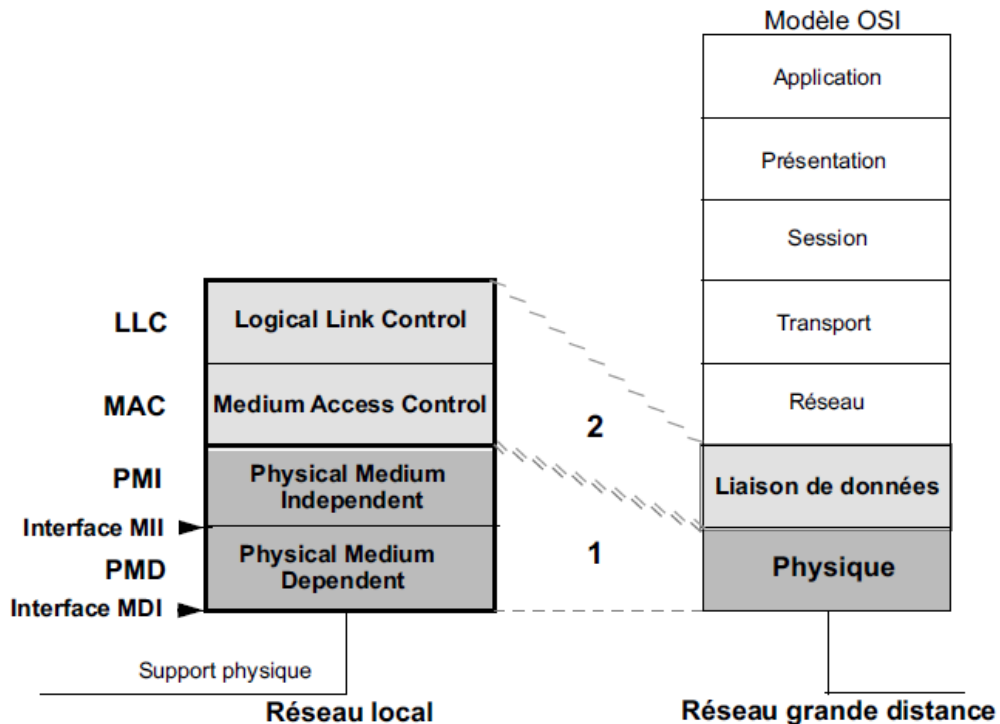


Figure 16.5 La structure des niveaux 1 et 2 dans les réseaux locaux.

Afin de décrire une interface indépendante du support, le niveau physique a été scindé en deux. La sous-couche basse (sous-couche **PMD**, *Physical Medium Dependent*) assure le transfert des données (bits) sur une gamme de supports variés : câble coaxial, paire torsadée, fibre optique, réseaux sans fil. La sous-couche supérieure (**PMI**, *Physical Medium Independent*) est chargée de la détection de présence d'un signal, du codage et de la récupération de l'horloge (synchronisation). Le niveau liaison a, aussi, été divisé en deux. La sous-couche la plus basse (sous-couche **MAC**, *Medium Access Control*) contrôle l'accès partagé au support et le contrôle d'erreur. La sous-couche supérieure (sous-couche **LLC**, *Logical Link Control* ou Contrôle du lien logique) remplit les fonctions traditionnellement dévolues à la couche liaison (établissement d'un lien logique).

16.1.5 Les réseaux locaux et la normalisation

Devant la diversité des besoins et des produits proposés, l'**IEEE** (*Institute of Electrical and Electronic Engineers*) a créé le groupe de travail 802 (février 1980) chargé de définir des standards (Standards 802.x). En 1988, l'ISO a repris la plupart de ces standards pour les normaliser et en faire des normes internationales (série ISO 8802.x). Aujourd'hui, l'IEEE poursuit, au profit de l'ISO, son travail de normalisation. Le groupe 802 est divisé en sous-groupes de travail, chacun chargé d'une tâche normative spécifique (figure 16.7).

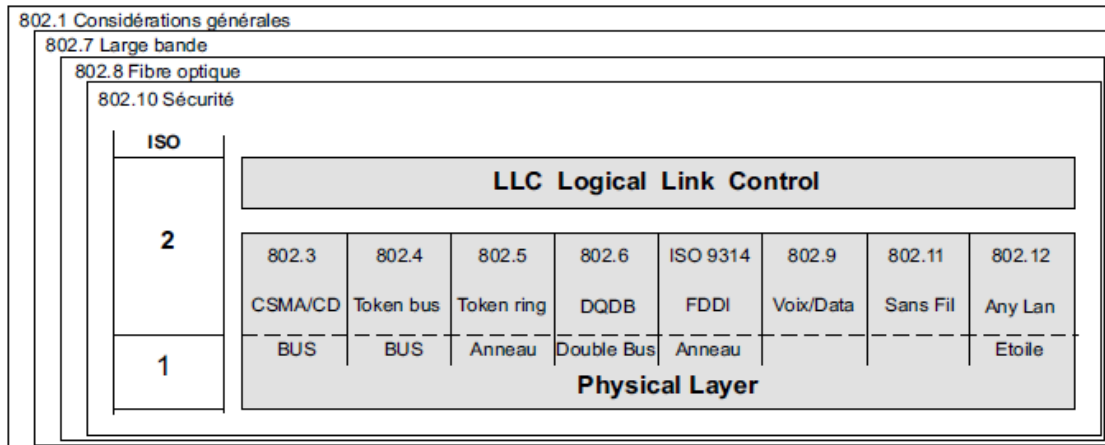


Figure 16.7 La schématisation de l'organisation des comités 802.

On peut, par exemple, citer :

- le Comité 802.1 qui définit l'architecture générale des réseaux et détermine le format d'adressage, les techniques d'interconnexion et d'administration ;
- le Comité 802.2 qui précise les fonctionnalités de la couche liaison de données (sous-couche **LLC**, *Logical Link Control*). Il a défini trois types de services : **LLC1** (service en mode non connecté), **LLC2** (service en mode connecté proche d'HDLC) et **LCC3** (service en mode non connecté mais avec acquittement) ;
- les Comités 802.3 à 802.6 et 802.11 à 802.16 qui spécifient les méthodes d'accès (sous-couche MAC) et les couches physiques correspondantes ;
- les Comités 802.7 et 802.8 qui assurent la coordination des autres comités dans les domaines du large bande (802.7) et de la fibre optique (802.8) ;
- les Comités 802.11 et 802.16 qui étudient les réseaux sans fil (*Wireless LAN*).

16.2 ÉTUDE SUCCINCTE DES DIFFÉRENTES COUCHES

Ce paragraphe se propose d'étudier de manière générique les niveaux 1 et 2 des réseaux locaux. Les algorithmes d'accès au support seront détaillés lors de l'étude de la couche MAC de chaque type de réseau.

16.2.1 La couche physique

La couche physique spécifie les modes de raccordement (topologie et câblage), les niveaux électriques et le codage des informations émises.

Les topologies et les méthodes d'accès

La topologie d'un réseau décrit la manière dont les différents composants du réseau sont reliés. Les réseaux locaux utilisent les topologies de base comme le bus, l'anneau et l'étoile (figure 16.8) ou des combinaisons de celles-ci (étoile de bus, grappe d'étoiles...).

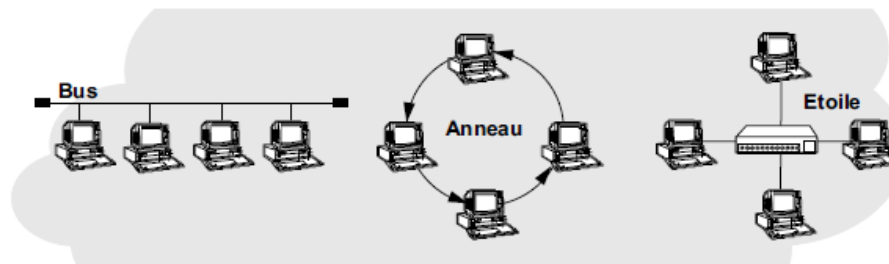


Figure 16.8 Les topologies de base.

Sur un bus, les unités sont au même niveau hiérarchique, les messages sont reçus par l'ensemble des stations (diffusion). Le système n'étant pas hiérarchisé, une

station peut accéder au support à tout moment. Ce mode d'accès n'interdit pas à deux stations d'émettre en même temps, les messages sont alors altérés : il y a **collision** ou **contention**. Pour résoudre ce problème, des règles d'accès au support doivent être fixées :

- la station vérifie, avant d'émettre, qu'aucune autre station n'est en émission (écoute du support), cette méthode d'accès est utilisée par les réseaux IEEE 802.3 appelés couramment « **Ethernet** » ;

- selon une autre méthode, chaque station se voit successivement attribuer le droit d'émettre par un message particulier : le *token* ou jeton. Chaque station qui reçoit le jeton l'adresse à la suivante (jeton adressé). Cette méthode est utilisée dans les réseaux industriels de type IEEE 802.4 ou **Token Bus**.

L'anneau est un cas particulier d'une liaison multipoint, il implique une circulation unidirectionnelle, des messages. Le message est relayé par toutes les stations jusqu'à son destinataire. Dans ce type de topologie le droit d'émettre (jeton) est transmis à la station qui suit physiquement celle qui le détient (jeton non adressé). Cette méthode d'accès est mise en œuvre dans le réseau IEEE 802.5 ou **Token Ring**.

Les topologies en étoile sont une variante des liaisons point à point, ils constituent n liaisons point à point autour d'un concentrateur. Ce dernier peut n'être qu'un répéteur (*hub* du réseau IEEE 802.3 10 base T) ou participer activement à la distribution de l'accès au support (IEEE 802.12 ou Any-LAN). Dans ce dernier cas, une station qui désire émettre formule une demande au concentrateur qui lui alloue ou non le droit d'émettre.

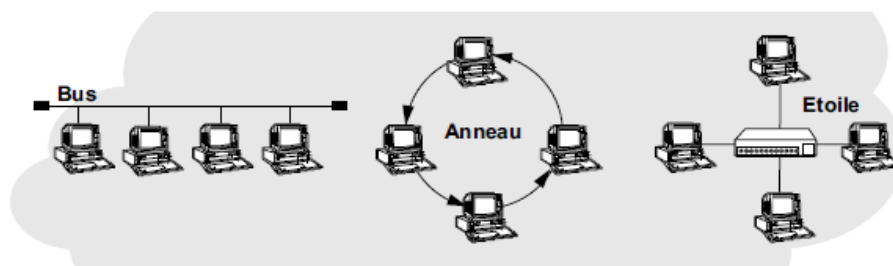


Figure 16.8 Les topologies de base.

Sur un bus, les unités sont au même niveau hiérarchique, les messages sont reçus par l'ensemble des stations (diffusion). Le système n'étant pas hiérarchisé, une station peut accéder au support à tout moment. Ce mode d'accès n'interdit pas à deux stations d'émettre en même temps, les messages sont alors altérés : il y a **collision** ou **contention**. Pour résoudre ce problème, des règles d'accès au support doivent être fixées :

- la station vérifie, avant d'émettre, qu'aucune autre n'est en émission (écoute du support), cette méthode d'accès est utilisée par les réseaux IEEE 802.3 appelés couramment « **Ethernet** » ;

- selon une autre méthode, chaque station se voit successivement attribuer le droit d'émettre par un message particulier : le *token* ou jeton. Chaque station qui reçoit le jeton l'adresse à la suivante (jeton adressé). Cette méthode est utilisée dans les réseaux industriels de type IEEE 802.4 ou **Token Bus**.

L'anneau est un cas particulier d'une liaison multipoint, il implique une circulation unidirectionnelle, des messages. Le message est relayé par toutes les stations jusqu'à son destinataire. Dans ce type de topologie le droit d'émettre (jeton) est

transmis à la station qui suit physiquement celle qui le détient (jeton non adressé). Cette méthode d'accès est mise en œuvre dans le réseau IEEE 802.5 ou **Token Ring**.

Les topologies en étoile sont une variante des liaisons point à point, ils constituent n liaisons point à point autour d'un concentrateur. Ce dernier peut n'être qu'un répéteur (*hub* du réseau IEEE 802.3 10 base T) ou participer activement à la distribution de l'accès au support (IEEE 802.12 ou Any-LAN). Dans ce dernier cas, une station qui désire émettre formule une demande au concentrateur qui lui alloue ou non le droit d'émettre.