

01

Normalisation des réseaux

Normalisation des réseaux	1
1. Les modèles OSI et « TCP/IP »	1
1.1 Le modèle OSI de l'ISO	1
1.2 Le modèle « TCP/IP »	4
2. Topologie des réseaux	6
2.1 Premier niveau de classification	6
2.2 Deuxième niveau de classification	8
3. Les technologies autour des télécommunications	11
3.1 Historique	11
3.2 Techniques utilisées	12
3.3 L'UMTS	13
Résumé	17
Problèmes et exercices	18
La normalisation	18
La structure des réseaux	18

« La normalisation a pour objet de fournir des documents de référence comportant des solutions à des problèmes techniques et commerciaux concernant les produits, biens et services qui se posent de façon répétée dans des relations entre partenaires économiques, scientifiques, techniques et sociaux. »

Article 1 du décret n°84-74 du 26 janvier 1984 (version consolidée le 17 novembre 1993)

(<http://www.legifrance.gouv.fr/texteconsolide/RIHAE.htm>) fixant le statut de la normalisation.

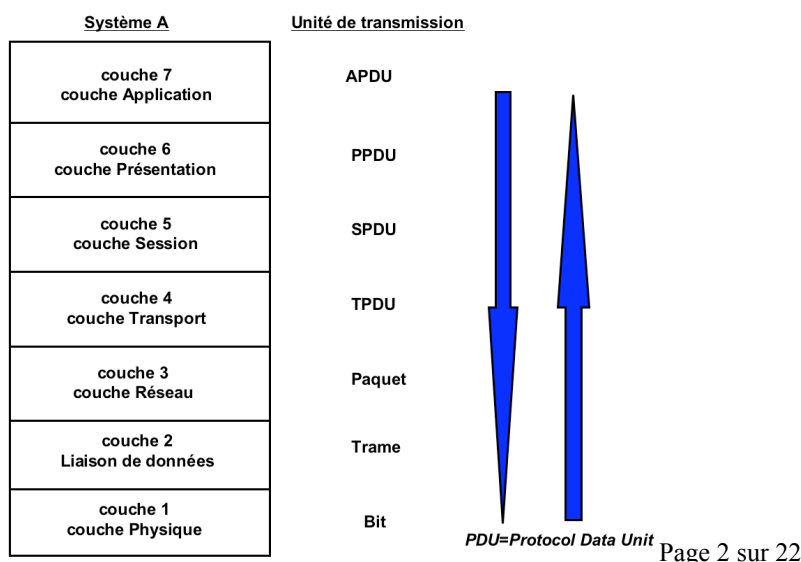
1. Les modèles OSI et « TCP/IP »

Les réseaux informatiques sont bâtis sur des technologies et des modèles. Au sein des réseaux locaux, l'un de ces modèles incontournables, est celui créé par l'ISO (International Organization for Standardization) dont découle les modèles utilisés aujourd'hui. Ce chapitre vous les présente.

1.1 Le modèle OSI de l'ISO

L'ISO, dans le monde de l'informatique, est connu aussi grâce à la création d'un modèle « théorique » d'architecture réseau décrivant ce qui devrait se faire pour permettre aux matériels hétérogènes de communiquer entre eux.

Ce modèle est formé de sept couches qui ont toutes une fonctionnalité particulière, c'est le modèle OSI (Open System Interconnection) (voir Figure 1.1).



Page 2 sur 22

Figure 1.1,*Le modèle OSI.*

Ce système, publié en 1978, décrit les réseaux à commutation de paquets. Il devient une norme sous l'appellation ISO-7498 en 1984. Il est alors adopté par une dizaine de grand groupe informatique. Mais, sa complexité la rend difficile à mettre en œuvre malgré une mise à jour en 1994 (ISO/IEC 7498-1:1994 152CHF).

Le principe de ce modèle est que, l'information, avant d'être émise sur le medium, est fragmentée en paquets qui, arrivant au destinataire, sont rassemblés pour former l'information complète.

Cette méthode de transmission a été préférée à l'envoi de l'information dans sa globalité car les risques d'erreurs — comme les collisions ou les pertes d'informations — étaient beaucoup trop importants.

Le modèle OSI décrit les méthodes de transmission et de traitement de l'information dans un équipement ou entre plusieurs équipements. Chaque couche de ce modèle théorique a une fonction propre : une couche ne se préoccupe pas des problèmes des autres couches, elle doit seulement faire son travail sans erreur. Cela ne signifie pas que les couches sont totalement indépendantes et peuvent fonctionner seules. La couche 1 a une relation avec la couche 2, la couche 2 avec la couche 3 et la couche 1... De plus, chaque couche garantit à la couche supérieure ou la couche inférieure, selon le sens de la transmission de l'information dans l'équipement, qu'elle a réalisé correctement son travail.

A chaque couche correspondent des matériels (comme les câbles, les routeurs) ou des services (messagerie, web, impression).

Par ailleurs, l'OSI permet la modélisation de la transmission de l'information entre les systèmes au sein d'un réseau ou à travers les réseaux même hétérogène (son but).

Prenons une application du système A qui désire émettre des données vers une application du système B. L'information va partir de la couche 7 du système A, atteindre la couche 1 du système A, passer par le système de transmission (câble, satellite) pour arriver à la couche 1 du système B, qui va faire remonter l'information vers la couche 7 du système B (voir Figure 1.2).

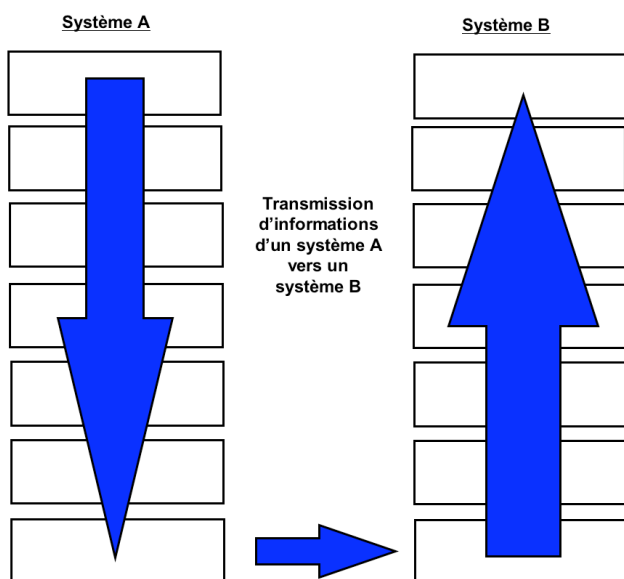


Figure 1.2,

Communication entre deux systèmes.

L'unité la plus petite, le bit, se situe au niveau de la couche physique. Le bit peut prendre deux valeurs, 0 et 1, ce qui peut se traduire facilement par des transmissions électroniques et électriques (signaux). Aucune donnée n'est directement échangée d'une couche d'un système A vers une couche d'un système B, sauf au niveau de la couche physique. Une couche application d'un système A n'échangera pas directement de données avec une couche application d'un système B. Par contre, logiquement, une couche d'un système A discute avec la même couche d'un système B.

Descriptif rapide des 7 couches :

- **La couche 1**

La couche 1 est la couche physique.

Elle se préoccupe de résoudre les problèmes matériels. Elle indique les caractéristiques que doivent avoir les supports de transmission de l'information. À ce niveau, les données sont représentées sous forme de bits. Le bit est une unité prenant les valeurs 0 ou 1. Cette couche s'assure que la valeur 1 émise est bien reçue comme valeur 1 et non 0. Elle gère la modulation, les chaînes de codage ...

De plus, cette couche normalise l'utilisation des câbles (type, tension, longueur, etc.), les communications hertziennes (fréquence, amplitude) ou les fibres optiques.

- **La couche 2**

La couche 2 est la couche liaison de données.

Cette couche reçoit les données brutes de la couche physique, elle les organise en trames, elle gère les erreurs, elle retransmet les trames erronées, elle gère les acquittements (ACK) qui indiquent si les données sont bien transmises. Une fois ceci fait, elle transmet ses données formatées à la couche réseau. Cette couche travaille aussi avec la couche qui la précède à savoir la couche physique (couche 1). Elle transforme les paquets fournis par la couche réseau (couche 3) en trame.

Cette couche est décomposée en 2 sous-couches : LLC (Logical Link Control) qui maintient la liaison vers le médium (câble, ...) et MAC (Medium Access Control) qui fait de même mais du côté de la carte réseau. C'est cette couche qui ajoute une entête « matérielle » au paquet. On retrouve Ethernet, TokenRing, ATM (Asynchronous Transfer Mode), 802.11 ...

- **La couche 3**

La couche 3 est la couche réseau.

Son rôle est de transmettre les trames reçues de la couche deux en trouvant un chemin vers le destinataire. C'est donc cette couche qui gère l'adressage logique. Elle indique quelle est l'adresse logique de l'émetteur et quelle est l'adresse logique du destinataire. Ces informations uniques permettent ainsi d'identifier avec certitude les équipements qui communiquent entre eux. De plus, cette couche 3 contrôle le trafic de l'information et permet de faire communiquer entre eux des matériels ayant des systèmes hétérogènes. Voici des exemples de protocoles implémentés : IP

(Internet Protocol), ICMP (Internet Control Message Protocol), RIP (Routing Information Protocol), BGP (Border Gateway Protocol), X25, ARP (Address Resolution Protocol) ...

- **La couche 4**

La couche 4 est la couche transport.

Cette couche découpe les données transmises par la couche 5 (session) en entités plus petites et s'assure que les éléments arrivent correctement aux services fournis par le destinataire. Pour cette raison, c'est elle qui détermine quels types de services doivent être fournis ou utilisés. Enfin, elle gère les connexions d'un système A vers un système B de bout en bout de la communication. On parle de mode orienté connexion. Voici des exemples de protocoles implémentés TCP (Transport Control Protocol), UDP (User Datagram Protocol), RTP (Real-time Transport Protocol), ATP (Apple Talk Protocol) ...

- **La couche 5**

La couche 5 est la couche session.

Cette couche permet aux utilisateurs de machines distantes d'établir des sessions entre eux.

Elle permet notamment les transferts de fichiers en contrôlant et gérant les erreurs. La session ainsi créée est décomposée en 3 phases : établissement de la connexion, transfert des informations et libération de la connexion. Voici des exemples de protocoles implémentés : TLS (Transport Layer Security), RPC (Remote Procedure Call) ...

- **La couche 6**

La couche 6 est la couche présentation.

Cette couche s'occupe de la partie syntaxique et sémantique de la transmission de l'information.

Elle s'occupe par exemple du codage des caractères permettant ainsi à deux systèmes hétérogènes de communiquer. Un caractère A restera un caractère A.

C'est le système d'encodage, qui traduit les informations pour qu'elles soient compréhensibles indépendamment du système utilisé. On retrouve aussi à ce niveau la partie cryptage/décryptage des communications. Voici des exemples de protocoles implémentés : ASN (Abstract Syntax Notation), SMB (Server Message Block) ...

- **La couche 7**

La couche 7 est la couche application.

Cette couche gère les applications qui communiquent ensemble, le courrier électronique, les terminaux virtuels etc. Un déplacement dans un éditeur de texte, quel que soit le type de terminal utilisé, doit fournir le même résultat.

Elle gère aussi une partie des transferts de fichiers en permettant la compatibilité des données en milieu hétérogène. Voici des exemples de protocoles implémentés : http (HyperText Markup Language), SMTP (Simple Mail Transfer Protocol), NFS (Network File System), ssh (Secure Shell) ...

1.2 Le modèle « TCP/IP »

Le modèle OSI plutôt théorique a été remplacé par un modèle plus pratique, le modèle TCP/IP. A la différence du modèle OSI, qui a d'abord été normalisé avant d'être appliqué, le modèle TCP/IP, a tout d'abord été déployé avec succès avant d'être normalisé. On retrouve cela avec des nouvelles technologies comme le sans-fil.

Le modèle TCP/IP est un modèle en 4 couches. Cette appellation est un abus de langage. En effet, TCP et IP sont en fait deux protocoles, l'un de transport et l'autre réseau. Ce modèle est essentiellement basé sur ces 2 protocoles d'où ce nom. On le retrouve aussi parfois sous le terme modèle du DoD (Department of Defense) l'initiateur de ce projet.

L'origine de ce modèle remonte à l'époque de la mise en place du réseau américain ARPANET (Advanced Research Projects Agency NETwork) en 1974 par l'ARPA, le centre de recherche du ministère américain de la défense, le DoD. Le but étant de construire un réseau pouvant même en cas de guerre, continuer à fonctionner. L'ARPA travailla donc sur la commutation de paquets et les protocoles TCP et IP, avec le soutien de l'université de Berkeley, de Vinton Gray Cerf le « père » de l'internet ainsi que la société américaine BBN. Cette société fut créée en 1940 par deux professeurs du MIT (Massachusetts Institute of Technology) Richard Bolt et Leo Beranek ainsi que d'un ancien étudiant

Robert Newman. Leurs initiales forment BBN. Rappelons aussi, que l'université de Berkeley développait à l'époque les premiers UNIX et intégra ce mode de communication dans ses systèmes.

Vous pouvez consulter le RFC871 intitulé « A PERSPECTIVE ON THE ARPANET REFERENCE MODEL » qui date de septembre 1982.

A noter, qu'à la même époque en France, le projet Cyclades proposait un modèle équivalent à celui de l'ARPA. La première démonstration eu lieu en 1972 et le réseau fut opérationnel en 1974. Hélas, il concurrençait un autre réseau basé sur la norme X25 : Transpac (TRANSMission de PAQuets), géré par France Telecom. Le financement de Cyclades s'arrête en 1978 suite à des choix politiques. Le minitel s'appuiera sur Transpac et aura un grand succès dans les années 1980.

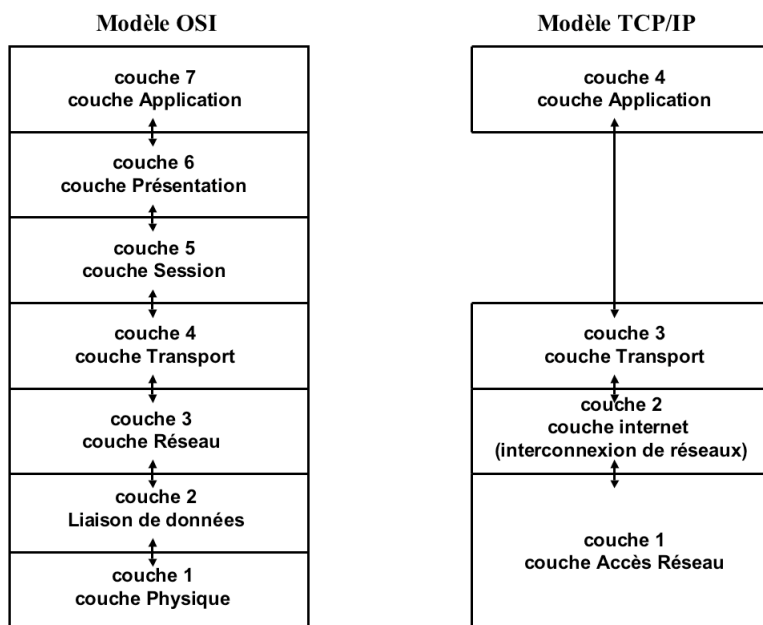


Figure 1.3,

Comparaison entre les modèles OSI et TCP/IP.

- **La couche 1**

La couche 1 est la couche « Accès Réseau » (network access layer).

Cette couche permet d'envoyer des paquets IP sur le réseau à travers la connexion au medium.

Par contre, rien n'est très précis concernant la méthode à utiliser, tout va dépendre de la technologie utilisée. Si vous êtes dans un réseau local, il est probable que vous utilisez l'implémentation Ethernet de cette couche.

- **La couche 2**

La couche 2 est la couche internet (internet ou internetworking layer).

On retrouve les éléments importants de la couche 3 du modèle OSI. En effet, cette couche doit gérer l'envoi des paquets (et leur réception), en mode non connecté. Le paquet doit donc pouvoir trouver seul son chemin à travers le réseau. De plus, les paquets pouvant arriver en désordre, cette couche se doit de pouvoir les remettre en ordre et fournir des éléments qui permettent de les remettre dans le bon ordre. Le protocole IP est une implémentation de cette couche. Ne pas confondre Internet et internet. Le premier s'appuie sur le deuxième.

- **La couche 3**

La couche 3 est la couche Transport (transport ou host-to-host layer).

Cette couche est identique dans son rôle à celle du modèle OSI. Son rôle est de fragmenter et réassembler les messages lors d'une communication entre 2 entités. Il existe 2 implémentations principales de cette couche, TCP (Transport Control Protocol) et UDP (User Datagram Protocol).

Ces 2 protocoles seront étudiés plus à fond dans les chapitres suivants.

- **La couche 4**

La couche 4 est la couche application (application ou process layer).

Cette couche correspond aux 3 couches (5, 6 et 7) du modèle OSI. En réalité il apparaît que les couches 5 (session) et 6 (présentation) sont très peu utilisées voir inutiles. Leur rôle est souvent effectué par le logiciel. Le principal choix que fait cette couche est le protocole de transport qui doit être utilisé. Les implémentations de cette couche sont les protocoles appelés de « haut niveau » (tftp, http, ftp, ssh, dns ...).

Les 2 modèles sont très proches. Mais il existe de petites différences.

Les couches 1 et 2 du modèle OSI sont définies de manière précise ce qui n'est pas le cas du modèle TCP/IP qui donne un peu carte blanche aux constructeurs. On retrouve à ce niveau X25, Ethernet, TokenRing, ATM ...

Dans le modèle OSI, la couche Transport ne propose que le mode connecté alors que dans le modèle TCP/IP les 2 modes (connecté et non connecté) sont disponibles. Le mode non connecté est proposé au niveau 3 de la couche OSI.

En réalité il existe un troisième modèle qui re-découpe la couche « Accès Réseau » du modèle TCP/IP en 2 couches dont le rôle est plus précis, la couche physique et la couche Liaison de données qui existaient dans le modèle OSI. C'est ce modèle en 5 couches qui est réellement mis en place et qui s'appuie sur TCP/IP (voir figure 1.4).

Modèle hybride en 5 couches

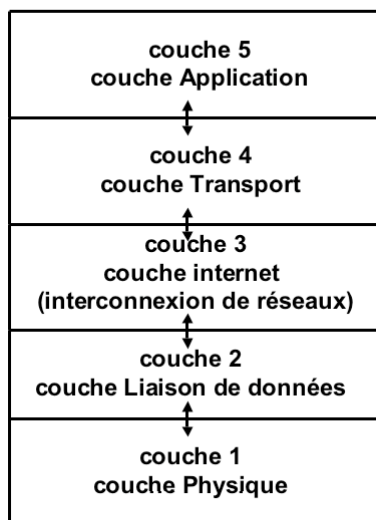


Figure 1.4.

Modèle réel en 5 couches.

2. Topologie des réseaux

L'organisation des réseaux suit un certain nombre de règles et de modèles précis. De ces modèles découlent des technologies associées que ce soit en termes de câblage, de matériels, de débits. Cette partie vous propose de découvrir tous ces éléments que l'on appelle topologie.

2.1 Premier niveau de classification

Il existe un certain nombre d'appellations qui permettent de caractériser les types de réseaux rencontrés en fonction de leur « superficie ». Ce typage n'est pas explicite ni en termes de technologies de communications précisément utilisées ni en termes d'organisation réelle. Malgré tout on retrouve ces notations très souvent. Le classement suivant présente les type de réseau du plus petit au plus grand.

(W)PAN

(W)PAN = (*Wireless*) *Personnal Area Network* ou réseau local personnel (sans-fil).

- **Etendue** : quelques mètres

- **Nombre d'abonnés** : une dizaine
- **Débit courant** : 1 Mbit/s
- **Mode de connexion** : multipoint
- **Utilisation** : connexion à un ordinateur de son imprimante, de son PDA ...
- **Normes** : 802.15, bluetooth

(W)LAN

(W)LAN = (*Wireless*) *Local Area Network* ou réseau local (sans-fil).

- **Etendue** : un mètre à quelques kilomètres
- **Nombre d'abonnés** : de deux à une centaine d'abonnés
- **Débit courant** : de 1 à 100Mbit/s
- **Mode de connexion** : multipoint
- **Utilisation** : Interconnexion de matériels dans une entreprise. On parle de réseau d'entreprise
- **Normes** : 802.11 (Sans-fil), 802.3 (CSMA/CD) ...

(W)MAN

(W)MAN = (*Wireless*) *Metropolitan Area Network* ou réseau métropolitain (sans-fil).

- **Etendue** : deux kilomètres à cent kilomètres
- **Nombre d'abonnés** : jusqu'à mille abonnés
- **Débit courant** : de 10 au Giga bit/s
- **Mode de connexion** : multipoint
- **Utilisation** : Interconnexion de réseaux locaux
- **Normes** : 802.16 (WMAN), 802.6 DQDB (Distributed Queue Dual Bus), FDDI (Fiber Distributed Data Interface iso9314)

WAN

WAN = *Wide Area Network* ou réseau grande distance.

- **Etendue** : plus de cent voir mille kilomètres
- **Nombre d'abonnés** : illimité
- **Débit courant** : de 10 Mbit/s au Giga bit/s
- **Mode de connexion** : point à point

En France, au niveau des universités et de la recherche, il existe Renater (REseau NATIONAL de Télécommunications pour la technologie, l'Enseignement et la Recherche) qui permet de relier plus de 600 établissements et d'accéder à l'internet. Ce MAN, propose des débits allant de quelques centaines de bits/s à 80Gbits/s (cœur de réseau Ile de France). L'accès à l'internet passe par un nœud à 5Gbits/s qui se nomme SFINX. Un accès spécifique vers les autres réseaux éducation/recherche est relié au WAN GEANT à 10Gbits/s. Le réseau Européen GEANT est la plus grande structure de ce type au monde.

La structure des réseaux éducation/recherche européen est gérée par DANTE (Delivery of Advanced Network Technology to Europe) en collaboration avec la communauté Européenne. Il existe 4 principaux WAN qui relient l'Europe de l'éducation au monde avec des débits à plusieurs GBits/s :

- GEANT2 : interconnexion des réseaux Européens éducation/recherche. Il succède à GEANT en 2004.
- ALICE (America Latina Interconnectada Con Europa) : interconnexion de l'Europe avec Amérique Latine depuis 2003 à 622Mbits/s. La boucle qui relie les pays comme le Brésil, le Chili, le Pérou est à 155Mbits/s ou à 34Mbits/s pour l'Uruguay.
- EUMEDCONNECT (EUro-MEDiterranéan CONNEction) : interconnexion de l'Europe avec les pays méditerranéens. En 2004, 9 pays sur 12 étaient déjà interconnectés.
- TEIN2 (Trans-Eurasia Information Network) : interconnexion de l'Europe avec l'Asie/Pacifique. La phase 2 commence en 2004.

2.2 Deuxième niveau de classification

Les réseaux peuvent être classés par type de modèle utilisé pour relier les équipements. Il existe autant de topologies que de manière de connecter les matériels entre eux. Mais, on regroupe généralement toutes ces possibilités en trois familles de topologies qui rassemblent la grande majorité des cas.

- La topologie en bus

Cette topologie (voir Figure 1.5) permet une connexion multipoint. Le bus est le support physique de transmission de l'information. Les équipements émettent simplement sur le câble. Dans la partie traitant des organismes de normalisation, nous avons vu que c'est le groupe 802.3 de l'IEEE (CSMA/CD) qui l'a normalisé.

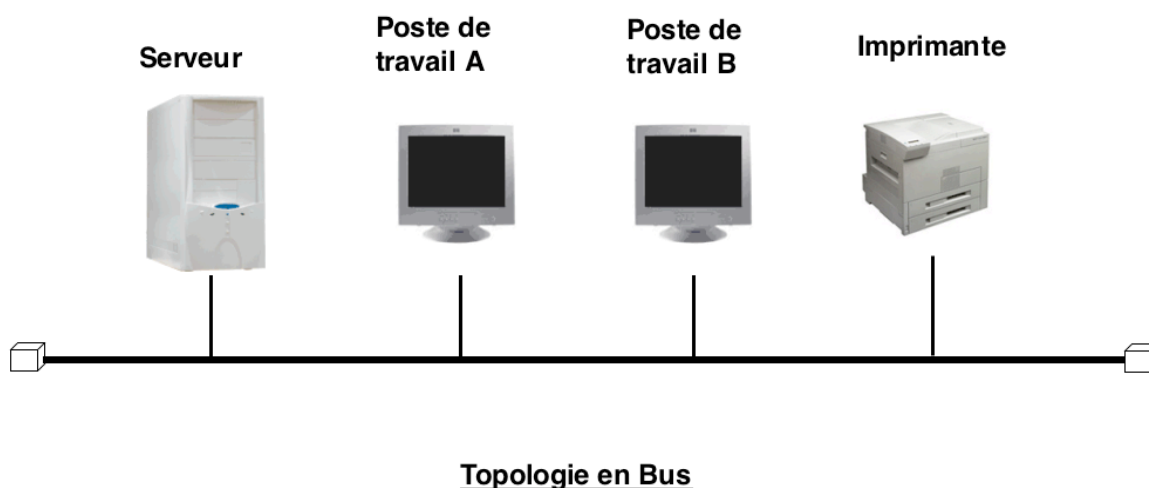


Figure 1.5,

La topologie bus.

Le fonctionnement de la topologie en bus est le suivant.

Lorsqu'un ordinateur décide d'émettre et donc de faire parvenir une information à un autre ordinateur, il va dans un premier temps écouter le bus pour déterminer si ce dernier est libre. Si ce n'est pas le cas, il attend et réessaie au bout d'un certain temps, sinon il émet tout en continuant d'écouter pour détecter une collision éventuelle avec une information en provenance d'un autre matériel. S'il y a collision, les deux matériels émettent à nouveau après un temps aléatoire.

Dans le cas de la topologie en bus, tous les matériels connectés au câble reçoivent toutes les données émises qu'elles soient pour eux ou non. La couche 2 permet de faire le tri et de ne garder que ce qui la concerne l'équipement sur lequel arrive le message. Cette topologie n'est plus mise en œuvre pour des raisons de manque de fiabilité flagrant. Par contre il existe encore de nombreux réseaux existant sous ce format. Les contraintes et les limites de cette topologie sont importantes :

- Si le câble est défectueux, débranché, mal connecté sur une carte, le réseau est paralysé
- Le débit maximum est faible : 10Mbit/s. Cette limite est due aux câbles utilisés qui sont obligatoirement des câbles coaxiaux
- Tous les matériels se **partagent** ce débit. Plus vous connectez d'équipement, et plus votre réseau en topologie bus sera saturé
- Les collisions sont très nombreuses et se propagent sur le câble saturant encore plus le réseau
- La sécurité est faible, les paquets étant reçus par tous les matériels connectés sur le câble
- Les distances maximales dans un réseau en topologie bus est de 2500 mètres ce qui est assez faible comparé aux dizaines de kilomètres en fibre optique.
- Le nombre de matériels connectables sur ce type de réseau est de 500 au maximum.

Ces principales raisons permettent aisément de comprendre pourquoi cette topologie est abandonnée. Malgré tout, il existe une variante, qui supprime en partie certains problèmes dont celui non négligeable des collisions, la topologie du bus à jetons que l'on connaît sous l'appellation de **token-bus**. Il en a déjà été question dans le livre dans la partie concernant les organismes de normalisation et

plus particulièrement l'IEEE qui l'a normalisé via son groupe de travail 802.4. La différence principale réside dans le fait que pour émettre un équipement doit attendre qu'un message particulier (le jeton) lui arrive et lui donne ainsi l'autorisation. Seul le matériel qui dispose de ce jeton, fourni par un serveur de jetons, peut émettre. Le nombre de collisions est donc fortement diminué. Cette topologie est peu utilisée car assez contraignante.

- La topologie en étoile

Le routage de l'information est simple, tout passe par le matériel actif central (voir Figure 1.6). Cette topologie permet une connexion multipoint.

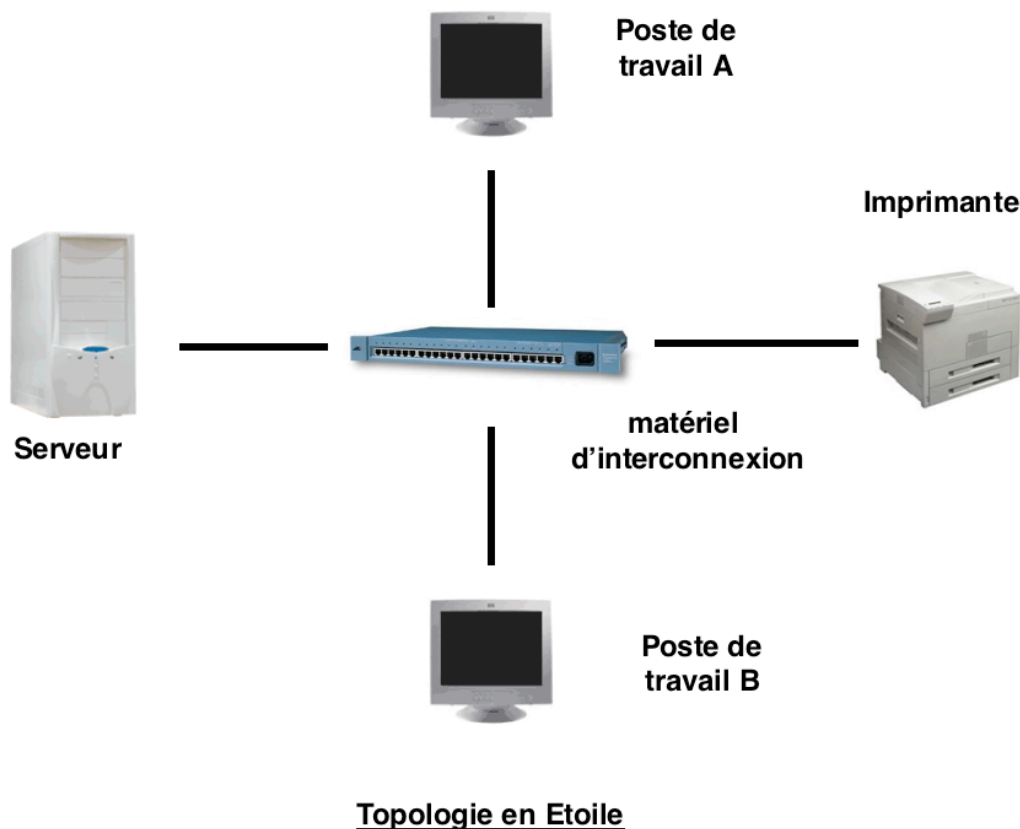


Figure 1.6,

La topologie étoile.

Le fonctionnement de la topologie en étoile est le suivant.

Toute l'information passe par le matériel central qui ensuite renvoie ces informations, vers toutes les machines ou uniquement vers les machines concernées. Tout dépend du matériel central mis en œuvre, et de sa configuration. Si cet équipement est un concentrateur vous vous retrouvez avec certains des problèmes rencontrés avec la topologie en bus. On parle alors d'émulation de bus tant le comportement est identique à celui d'une topologie bus. A savoir :

- Tous les équipements reçoivent les messages qu'ils leur soient destinés ou non
- Le débit maximal fourni par le concentrateur est **partagé** par tous les équipements connectés
- Les collisions sont très nombreuses et se propagent sur les câbles saturant encore plus le réseau
- La sécurité est faible, les paquets étant reçus par tous les matériels connectés sur le concentrateur

Ces problèmes peuvent être supprimés en utilisant un commutateur. Nous le verrons dans la partie de ce chapitre traitant des matériels d'interconnexion. Malgré tout, cette topologie offre des avantages, quelque soit, le matériel central mis en place :

- La possibilité d'utiliser des débits importants pour la transmission de l'information allant jusqu'au GigaBit est possible
- Si un équipement ou une connectique, relié au matériel central est défectueux, il ne paralyse pas le réseau
- Selon le matériel utilisé au centre, vous pouvez connecter jusqu'à 1024 matériels
- Si le matériel est un commutateur la sécurité est importante

Par contre si le matériel central tombe en panne le réseau est paralysé.

- La topologie en anneau

Dans la partie traitant des organismes de normalisation, nous avons vu que c'est le groupe 802.5 de l'IEEE qui l'a normalisé. Son appellation vient de sa structure qui forme un anneau comme le montre la Figure 1.7.

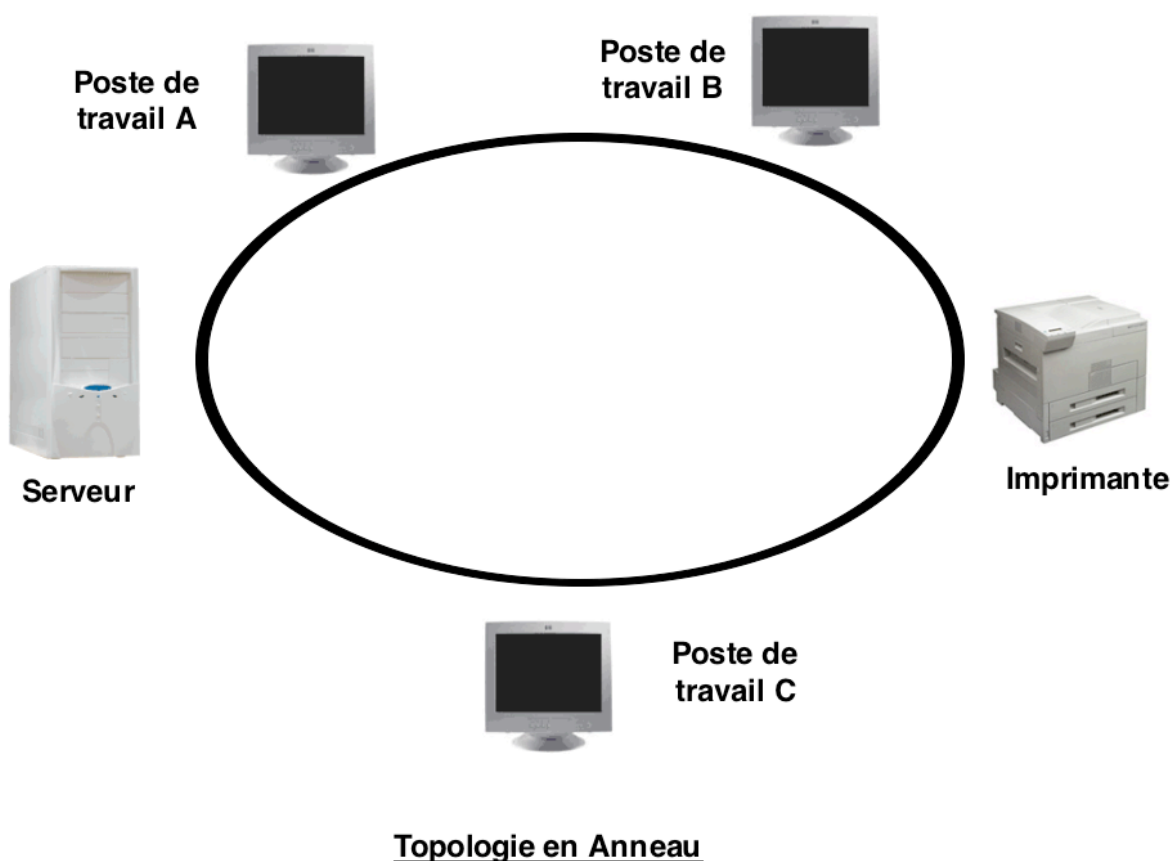


Figure 1.7,

La topologie anneau.

Le fonctionnement de la topologie en anneau est le suivant.

Les données circulent toujours dans le même sens autour d'un anneau formé d'un câble souvent de la fibre optique. Ce modèle se retrouve dans les réseaux FDDI. Ils sont généralement utilisés non pas dans des réseaux locaux (LAN) mais plutôt pour l'interconnexion à haut débit de ces réseaux locaux, on les appelle des réseaux fédérateurs. Cette topologie utilise un jeton d'où l'appellation d'anneau à jeton ou Token Ring. Chaque équipement reçoit à son tour un message particulier, le jeton. L'équipement qui le possède est autorisé à communiquer. Un équipement qui désire communiquer doit attendre d'être en possession de ce jeton. Lorsqu'il émet, ses informations sont envoyées sur l'anneau. Chaque matériel les reçoit et les teste, au niveau de sa couche 2, pour déterminer si elles le concernent ou non. Si elles le concernent, il les traite dans les couches supérieures. Si ce n'est pas le cas, les données sont émises à nouveau sur le support de transmission. Si les données reviennent à l'expéditeur, elles sont détruites. Tout comme pour la topologie du bus à jeton (Token Bus), un serveur est dédié à la gestion de ce jeton.

Si une station est en panne le réseau est en panne. Pour éviter ce blocage, cette topologie est généralement mise en place avec un deuxième anneau et un système de bouclage sur les stations. Ainsi, si un poste est en panne, il est isolé logiquement de l'anneau. Ce dernier peut alors continuer à fonctionner

3. Les technologies autour des télécommunications

La notion de télécommunication décrit tout ce qui touche à la transmission, réception et émission de l'information à travers des signaux qu'ils soient électriques, optiques, hertziens. Cette partie traite principalement des télécommunications à travers la téléphonie et plus particulièrement de l'UMTS. En effet, l'évolution actuelle tend à rapprocher de plus en plus la téléphonie et l'internet.

3.1 Historique

Longtemps, la téléphonie était un domaine distinct de l'informatique. Les évolutions et les domaines de travail étaient sensiblement différents. Avec l'arrivée de technologie hauts débits comme la téléphonie de troisième génération, le téléphone tend à devenir lui-même un moyen d'atteindre les réseaux en se substituant à l'ordinateur.

Deux grandes périodes jalonnent l'historique de ces télécommunications :

- L'analogique
- Le numérique

L'analogique est apparu en 1976 aux états unis sous le nom AMPS (Advanced Mobile Phone System) puis en France en 1983 sous la spécification Radiocom 2000. Cette dernière utilisait la bande de fréquence UHF (Ultra Haute Fréquence) 450Mhz et comptait déjà 60.000 abonnés en 1988. On parle alors de téléphonie première génération (1G).

On retrouve aussi deux autres standards le TACS (Total Access Communication System) qui utilisait la bande des 900Mhz utilisés principalement en Angleterre et en Asie puis le ETACS (Extended Access Communication System) qui proposait un spectre d'émission plus important (plus de canaux).

On parle alors de systèmes cellulaires. En effet, les zones de couvertures sont divisées en cellules. Un utilisateur peut enfin changer de zones sans perte de connexion grâce au MTSO (Mobile Telephone Switching Office).

L'évolution des techniques de télécommunications a permis de passer de la 1G à la 3,5G dont l'une des technologies émergentes est l'UMTS (Universal Mobile Telecommunications System). La normalisation de l'UMTS a été adoptée en 1998.

L'évolution majeure a été le passage de la 1G utilisant l'analogique à la 2G utilisant le numérique. Les principaux standards sont présentés dans le tableau 1.1. Les possibilités offertes par la 3G permettent dorénavant d'utiliser de nouveaux services tels la vidéo, l'accès à l'internet.

Tableau 1.1 Evolution des standards au sein des télécommunications numériques

Génération	Principaux standards	Débits théoriques	Débits réels
2G	GSM (Global system for Mobile communication)	9,6kbits/s	6Kbits/s
2,5G	GPRS (General Packet Radio Service)	115Kbits/s	48Kbits/s
2,75G	EDGE (Echanced Data for GSM Evolution)	384Kbits/s	170Kbits/s
3G	UMTS (Universal Mobile Telecommunications System)	2Mbits/s	384Kbits/s
3,5G/4G	HSDPA (High Speed Downlink Packet Access)	2Mbits/s	2Mbits/s

A noter

Avant l'arrivée de la 3G, les différents pays n'utilisaient pas les mêmes standards. Les principaux pour la 2G sont le GSM en Europe, le PHS (Personal Handyphone System) au Japon et IS-95 (Interim Standard 95) aux Etats-Unis.

Les standards sont créés principalement par l'ITU (International Telecommunication Union).

L'ITU a défini, entre autre, une norme universelle relative aux communications hertziennes de troisième génération (3G) l'IMT-2000 (Internationales Mobile Telecommunication-2000) qui a pour but d'intégrer les réseaux 2G dans un réseau commun 3G permettant à n'importe qui d'être joint, n'importe où et n'importe quand. Le projet a débuté sous l'appellation FPLMITS (Futur Public Land Mobile Telephone System).

D'autres groupements travaillent à la mise en place de la 3G en respectant les recommandations IMT-2000 comme le 3GPP (3rd Generation Partnership Project) dont l'ETSI (European Telecommunication Standards Institute) fait partie et qui regroupe le Japon, les Etats-Unis, la Chine et la Corée.

3.2 Techniques utilisées

Ces standards utilisent les techniques suivantes :

- AMRF (Accès Multiples par Répartitions en Fréquence) ou FDMA (Frequency Division Multiple Access) qui permet d'affecter à un utilisateur un canal le temps de sa communication. Cette technique était utilisée pour les communications analogiques (1G).
- AMRT (Accès Multiples par Répartitions dans le Temps) ou TDMA (Time division multiple access) qui permet de transmettre plusieurs signaux sur un même canal en intervalles de temps. Cette technique est utilisée dans les communications de 2^{ème} génération comme les GSM (Global System for Mobile communications).
- AMRC (Accès multiple par répartition en code) ou CDMA (Code Division Multiple Access) permet d'étaler le spectre en utilisant pour la même transmission plusieurs fréquences. Deux déclinaisons principales s'opposent. Le CDMA-2000 utilisée aux états unis et le W-CDMA (Wideband-CDMA) utilisés aux états unis et en Europe. Cette technique est celle utilisée dans les communications de 3^{ème} génération comme l'UMTS.

Le GSM et L'UMTS utilisent des bandes de fréquences qui ne sont pas les mêmes selon le type de techniques mis en place pour la communication (voir tableau 1.2).

Tableau 1.2 Fréquences utilisées par l'UMTS et le GSM en Europe

Normes	Bande de fréquence (MHz)
GSM900	890-915 (voie montante) et 935-960 (voie descendante)
EGSM	880-890 (voie montante) et 925-935 (voie descendante)
GSM1800	1710-1785 (voie montante) et 1805-1880 (voie descendante)
T-UMTS FDD	1920-1980 (voie montante) et 2110-2170 (voie descendante)
T-UMTS TDD	1885-1920 et 2010-2025
S-UMTS FDD	1980-2010 (voie montante) et 2170-2200 (voie descendante)

FDD : Frequency Division Duplex

TDD : Time division Duplex

T-UMTS : Terrestrial UMTS

S-UMTS : Satellite UMTS

Les bandes de 60MHz (FDD) sont dites bandes appariées, le découpage est fréquentiel (WCDMA).

Les bandes de 35MHz et 15MHz (TDD) sont dites non appariées, le découpage est temporel (TDMA).

A noter

La voie montante concerne les transmissions de l'équipement de l'utilisateur vers un nœud du réseau ou un satellite (émission).

La voie descendante concerne les transmissions d'un nœud du réseau ou d'un satellite vers l'équipement de l'utilisateur (réception).

A noter

Le EGSM (Extended GSM) est une extension du GSM900.

L'UMTS TDD propose en théorie un débit deux fois supérieur à l'UMTS FDD soit 4Mbits/s.

A noter

Les bandes 2500-2520 (voie montante) et 2670-2690 (voie descendante) sont des extensions pour le S-UMTS qui peuvent être utilisées.

Pour bien comprendre les transmissions en UMTS, il faut comprendre les techniques utilisées. Le WCDMA découle du CDMA. Cette technique permet à un utilisateur de transmettre ses informations en utilisant toute la bande passante. Comment alors plusieurs utilisateurs peuvent communiquer simultanément ? Dans chaque transmission, l'utilisateur ajoute une signature qui lui est propre aussi appelée code. Ce code est combiné aux informations permet de distinguer les données de chaque utilisateur (répétition dans le temps différente, code différent pour chaque utilisateur ...). Pour se faire ; deux systèmes de CDMA sont utilisés :

- DSSS (Direct Sequence Spread Spectrum) qui permet d'ajouter au signal « du bruit », ce bruit étant formé de données à transmettre.
- FHSS (Frequency Hopping Spread Spectrum) qui utilise une largeur de bande découpée en plusieurs canaux, puis transmet l'information en les « dispersant » sur ces canaux.

Le W-CDMA utilise les mêmes techniques que le CDMA sur une bande de fréquences plus large.

L'UMTS propose un découpage des transmissions en distinguant la partie correspondant à l'accès au réseau et la partie correspondant aux autres transmissions. Ce découpage doit permettre de faire évoluer le réseau sans pour autant devoir modifier tous les équipements.

Attention

Il existe des règles physiques au sein de la théorie de l'information. L'une, définie par C. Shannon en 1948, concerne le débit utile théorique des transmissions :

$$C \leq W \log \left(1 + \frac{P}{N} \right) \leq W \log \left(1 + \frac{S}{N} \right)$$

Dans le cas où $P \leq S$.

C étant la capacité maximale du support exprimée en Bits/s

W la largeur de bande exprimée en Hertz

P est la puissance moyenne du signal

S la puissance maximale du signal

N la puissance du bruit

S/N est exprimé en Décibels.

Voir le site <http://cm.bell-labs.com/cm/ms/what/shannonday/paper.html>

3.3 L'UMTS

Les Technologies

Lorsque l'on parle du réseau UMTS, les termes suivants sont présents. Il est nécessaire de les connaître et de savoir où les intégrer dans cette technologie.

- UTRA (UTMS Terrestrial Radio Access) est la technologie d'accès radio terrestre ou interface radio terrestre.
- UTRAN (UMTS Radio Access Network) est le réseau d'accès au réseau UMTS et s'appuie sur les technologies de l'UTRA. UTRAN rassemble les éléments permettant de communiquer, les contrôleurs de réseau nommés RNC (Radio Network Controllers) et les stations de base nommées NodeBs (Node Base stations).
- S-UTMS (Satellite UMTS) est le réseau UMTS satellitaire indépendant du réseau UTRAN. Ce réseau permet de compléter la couverture terrestre en cas de non déploiement du réseau terrestre dans certaines zones géographiques ou en cas de détérioration du service terrestre (intempéries, guerres ...).

L'UMTS respecte les recommandations de l'ITU/IMT-2000. L'ETSI, en 1998 a décidé d'utiliser le W-CDMA pour l'accès au réseau.

L'UTRAN supporte deux protocoles de l'UTRA comme on le voit dans le tableau 1.2 :

- FDD (Frequency Division Duplexing)
- TDD (Time Division Duplexing)

Le mode FDD permet de séparer en deux bandes de fréquences les communications. L'une est utilisée pour le lien entre le mobile et la base et l'autre pour le lien entre la base et le mobile. On parle de UTRA-FDD.

Le mode TDD permet de séparer les deux sens de communications en effectuant un découpage temporel. On parle de UTRA-TDD. Ce mode est plus efficace en termes de débit et de possibilités que le FDD. Le TDD n'utilise qu'une bande passante de 5MHz pour les deux sens (montant-uplink et descendant-downlink) alors que le FDD utilise deux bandes passantes de 5MHz, une montante et une descendante. Les porteuses sont espacées de 5MHz par pas de 200KHz. L'UMTS permet de moduler la vitesse des trames et ainsi peut adapter les liaisons en fonction des besoins optimisant ainsi l'utilisation de réseau. Cette modulation est déterminée par l'équipement de contrôle du réseau et est fournie aux terminaux à travers des trames sur le canal dédié au transport DCH (Downlink CHanel). Chaque trame dure 10ms. Par conséquent la modulation peut avoir lieu toutes les 10ms. Ce canal permet aussi de moduler la puissance émettrice.

La couverture géographique de l'UMTS est très importante grâce à l'addition du réseau terrestre T-UMTS et du réseau satellitaire S-UMTS.

Le réseau satellitaire S-UMTS

Dans le cas du réseau satellitaire, S-UMTS, les terminaux ou UE (User Equipment) peuvent soit communiquer directement avec le satellite ou passer par un relais terrestre appelé IMR (Intermediate Module Repeater).

Dans le premier cas, les bandes de fréquences utilisées sont celles adjacentes à celles du T-UMTS. Elles sont appelées MSS (Mobile Satellite Service). Les terminaux (UE) reçoivent les informations en provenance du satellite dans la bande des 1980 MHz-2010 MHz (voie montante ou voie aller) et émettent en direction du satellite dans la bande 2170 MHz-2200 MHz (voie descendante ou voie retour).

Les satellites (selon la constellation) sont composés d'une antenne allant de 7 à 25 mètres délivrant une puissance de l'ordre de 18KW tandis que les équipements terminaux délivrent une puissance allant de 2W (téléphones, informatiques) à 8W (véhicules).

Attention

La bande MSS en Amérique du Nord n'est pas exactement la même qu'en Europe, Chine et Japon. Malgré tout, une partie des bandes sont identiques ce qui permet une continuité de service même si vous utilisez des équipements d'autres pays.

Les communications satellitaires peuvent utiliser quatre types de constellations (type de l'orbite) comme le montre le tableau 1.3. Le nombre de satellites permettant une couverture planétaire est variable. Les constellations GEO du fait de l'éloignement, propose un temps de parcours du signal moins bon que les Big LEO ou Big MEO de l'ordre de 240ms. Du fait de cette lenteur d'accès, du positionnement du satellite, il peut y avoir des problèmes de transmissions. En effet, les équipements qui communiquent et le satellite doivent se synchroniser. La position du satellite peut être plus proche d'un des équipements. Le

décalage peut être de l'ordre de 2 à 13 ms alors les préambules émis continuellement par le satellite peuvent arrivés décaler et après le temps défini pour la réception d'un acquittement AICH (Acquisition Indicator Channel). Le résultat est que la transmission est indiquée comme perdue alors que celle-ci est arrivée mais dans un temps supérieur à celui pré-défini. Le délai habituel pour la réception de l'acquittement est inférieur à 4ms alors que le temps de transmissions par un satellite géostationnaire est de l'ordre de 240ms. Pour éviter ce problème, le terminal est configuré (localement ou dynamiquement par le contrôleur) pour moduler la temporisation en fonction du type de réseau utilisé. De plus, il est possible de la même manière de modifier la puissance d'émission du premier préambule (coté utilisateur) pour utiliser la puissance maximale et ainsi permettre une bonne émission.

Tableau 1.3 Orbites satellitaires pour le S-UMTS

Orbite	Acronyme	Altitude (Km)	Durée de la couverture terrestre (minutes)	Parcours du signal (ms)
Big LEO	Low Earth Orbit	500 à 2000	3 à 15	2 à 5
Big MEO	Medium Earth Orbit	10 000	60 à 120	30 à 50
HEO	Hightly Earth Orbit	Orbite elliptique	Variable selon la distance	80 à 100
GEO	Geostationary Earth Orbit	35 786	Permanente	>240

Le réseau terrestre T-UMTS

Le réseau UMTS terrestre est composé de deux réseaux :

- Le réseau d'accès appelé UTRAN
- Le réseau cœur appelé core network

L'interface entre les deux réseaux est appelée Iu, Iub ou Iur selon son emplacement tandis que l'interface radio entre l'utilisateur et le réseau d'accès est appelé Uu.

L'Iub permet d'interconnecter le RNC (Radio Network Controller) aux Node B (Noeud de base).

L'Iur permet d'interconnecter entre eux les RNC.

L'Iu permet de connecter le RNC au réseau cœur.

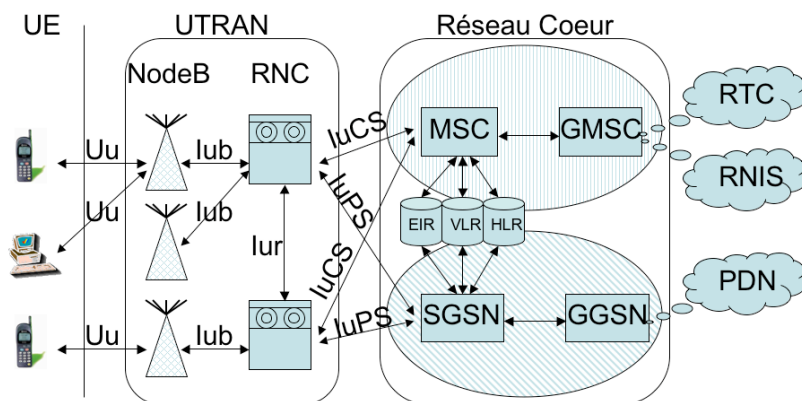
Ces trois interfaces utilisent un mode de transmission basée sur ATM (Asynchronous Transfer Mode).

Un RNC se nomme aussi un BSC (Base Station Controller). Un Node B se nomme aussi BTS (Base Transceiver Station).

Le réseau cœur est découpé en deux domaines de services :

- Le CS (Circuit Switched core network) qui sert essentiellement à la téléphonie que l'on nomme aussi le domaine circuit. Il est accessible via une interface Iu CS.
- Le PS (Packet Switched core network) qui sert essentiellement aux transferts de données que l'on nomme aussi le domaine paquet. Il est accessible via une interface Iu PS.

La figure 1.8 permet de résumer cette organisation.

**Figure 1.8,**

Organisation d'un réseau T-UMTS.

UE (User Equipment) correspond aux équipements terminaux (téléphone, portable ...).

MSC (Mobile Switching Center) correspond au commutateur pour les équipements mobiles utilisant le réseau commuté par circuit. Il permet notamment de localiser l'UE.

GMSC (Gateway Mobile Switching Center) est un MSC qui sert de passerelle entre le réseau commuté par circuits et les réseaux extérieurs de type RTC (Réseau Téléphonique Commuté).

SGSN (Serving GPRS Support Node) a le même rôle que le MSC mais au sein du réseau à commutation de paquets.

GGSN (Gateway GPRS Support Node) a la même fonction que le GMSC mais pour connecter le réseau à commutation de paquets aux réseaux extérieurs de type internet.

PDN (Packet Data Network) est le réseau extérieur à commutation de paquets (internet, x25 ...). Il est relié au réseau cœur à travers un GGSN. (Internet ...)

RTC (Réseau Téléphonique Commuté) est le réseau téléphonique analogique.

RNIS est le Réseau Numérique à Intégration de Services proposant un débit à 128Kbits/s.

D'autres éléments interviennent dans la transmission tels les VLR (Visitor Location Register) et HLR (Home Location Register) qui sont attachés à des MSC et/ou des SGSN et qui fournissent les informations relatives à l'utilisateur (contrat, identité de l'UE, localisation ...). Ils peuvent aussi être associés à des EIR (Equipment Identity Register) qui contiennent une base de données relative aux UE volés pour les interdire d'utiliser le réseau.

Les débits dépendent de l'environnement et de la couverture des zones (voir tableau 1.3).

Tableau 1.4 Débits de l'UMTS en fonction de la situation géographique et de la vitesse de déplacement

Débit	Situation géographique	Vitesse de déplacement
2Mbits/s	Intérieur (proche de l'antenne de la base)	< 10km/h
384Mbits/s	Milieu Urbain extérieur	120 Km/h
144Kbits/s	Milieu Rural et Satellite	Très Mobile

Ces débits peuvent paraître faibles, mais, l'UMTS apporte malgré tout une évolution importante quant on voit les débits proposés par le GSM de l'ordre 6Kbits/s (9,6Kbit/s en théorie) de ou avec le GPRS de l'ordre de 48Kbits/s (110Kbits/s en théorie).

A noter

Le débit peut aussi être différent selon le mode de transmission utilisé. En mode circuit il sera de 64Kbits/s par utilisateur et en mode paquet de 2Mbits/s par utilisateur.

L'utilisation du W-CDMA pose quelques problèmes qu'il faut prendre en compte :

- Fast-Fading
- Near-far
- Handover

Outre le débit, l'UMTS améliore la qualité des communications et propose une norme mondiale à la différence par exemple du GSM qui n'était pas toujours compatible avec d'autres de la même génération aux Etats-Unis ou au Japon par exemple. De plus, l'utilisation du WCDMA permet d'augmenter le nombre de communications simultanées et évite ainsi, pour le moment, la saturation qui pouvait avoir lieu avec le GSM. En outre, l'UMTS propose une certaine flexibilité des débits en s'adaptant aux types de données à transmettre (bandwidth on demand).

Résumé

Ce chapitre vous a donné les bases théoriques qui permettent de bien comprendre l'organisation des réseaux, leurs mises en place ainsi que les règles à suivre afin de permettre une communication entre vos matériels parfois hétérogènes. De plus, ce chapitre vous a permis de comprendre le fonctionnement des réseaux de télécommunication et plus particulièrement le dernier mis en œuvre, l'UMTS .

La connaissance des modèles OSI, TCP/IP sont aussi importants, nous le verrons dans les chapitres suivants, pour bien comprendre et bien appréhender ce qu'est un réseau et la transmission de l'information.

Problèmes et exercices

Les exercices suivants ont pour objet de bien comprendre les logiques mises en place au niveau de la normalisation, des organismes qui font partie de la chaîne décisionnelle ainsi que les contenus produits. Vous devrez, trouver de l'information mais surtout comprendre son utilité et l'application qui en est faite lors de la mise en place d'architecture réseau.

La normalisation

Comprendre le pourquoi des normes et savoir où les retrouver pour les appliquer est un élément important du travail d'administrateur réseau.

2.1 Intérêts de la normalisation

Énoncé

Donnez 3 éléments, dans la vie courante, qui montre l'intérêt de normaliser les produits qu'ils soient informatiques ou non.

Solution

La normalisation est un outil d'échange, de développement et de transparence.

- Outil d'échange : l'harmonisation des règles permet cet échange en utilisant des référentiels communs.
- Outil de développement : elle permet de bâtir des produits sur des bases communes avec des caractéristiques très proches. Les éléments techniques déjà décrits dans les normes, permettent de débiter le développement des nouveaux produits en perdant le moins de temps possible sur la partie recherche.
- Outil de transparence : les produits normalisés doivent respecter des cahiers des charges précis. L'utilisateur a les moyens de les connaître, peut se fier à ces dernières et ainsi acheter des produits plus sûrs et de meilleure qualité.

La structure des réseaux

Avant de mettre en place des réseaux, de configurer des matériels pour établir des communications, il est important de situer son architecture parmi des modèles existants. Les questions suivantes vous éclairent dans ce domaine.

2.2 Architecture des réseaux locaux

La création d'un réseau, nous venons de le voir, est soumise à des normes, à des organisations strictes et complexes. Dans cette chaîne de déploiement, la partie logique, doit être réalisée en amont de la construction physique du réseau. A ce niveau, interviennent des choix importants comme le choix de la topologie.

Énoncé

- a. A quoi correspondent les normes 802.11b et 802.11g ?
- b. Dans le cadre des différentes classifications évoquées, situez ces technologies, en justifiant chacun de vos choix.
- c. Quel problème principal découle de cette topologie ?
- d. Quelle topologie au sein des LAN est la plus déployée actuellement et pour quelles raisons ?
- e. Dans quel cadre utilise t'on le plus souvent la topologie en anneau ?

- f. Qu'est ce qu'une liaison point à point ? Donnez 2 exemples.
- g. Une autre technique utilisée dans les réseaux WAN s'appelle le « Packet Switching ». De quoi s'agit il ? Donnez 2 exemples de technologies l'utilisant.
- h. De nombreux articles de presse parlent aujourd'hui de la technologie WinMax. De quoi s'agit il ? Indiquez dans la classification des types de réseau dans lequel il se situe ? A quelle norme est rattachée cette technologie ?
- i. Citez d'autres technologies sans fil qui peuvent être classées dans la catégorie WWAN.

Solution

- a. Les normes 802.11 sont des normes ISO en rapport avec les technologies sans-fil. On ne parle pas de Wifi dans ce cas car c'est un terme commercial et non une technologie normalisée.
- b. Ces 2 normes ont pour principale différence, le type de modulation des signaux utilisés, ce qui entraîne un débit de communication plus fort pour la norme 802.11g (voir chapitre suivant). Dans le cadre des topologies, ces 2 normes peuvent être classées dans les WLAN (Wireless Local Area Network) du fait de la faible portée de ces réseaux (quelques centaines de mètres), du nombre de connexion ne dépassant pas quelques centaines d'utilisateurs et du débit de quelques dizaines de Mbits/s. Concernant la topologie réseau, l'organisation sur le papier pourrait faire penser à une topologie étoile.

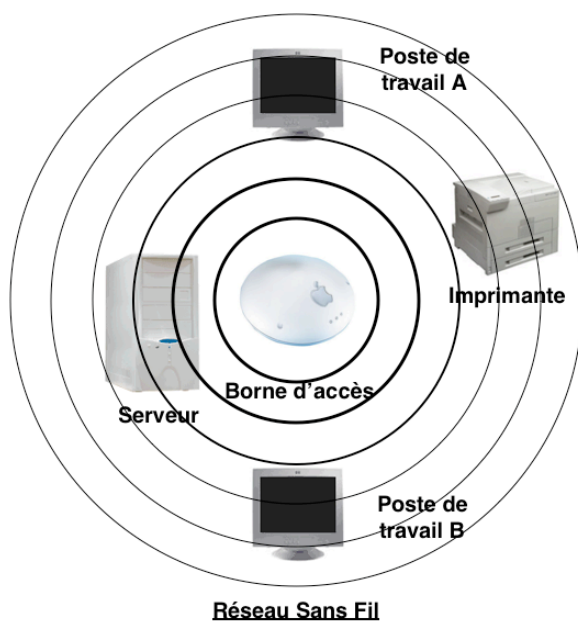


Figure 1.9,

Schéma d'un réseau sans fil.

En effet, comme le montre la figure 1.9, il y a un élément central, la borne d'accès, par lequel toutes les communications transitent. On pourrait penser, que lorsque les matériels veulent communiquer, ils « envoient » le paquet de données à la borne qui ensuite l'envoie au matériel cible de la communication. La borne semble alors se comporter comme le nœud actif de la topologie étoile tel qu'un commutateur ou concentrateur.

Le piège vient de cet effet visuel. En réalité, le sans fil, tel que le normalise le 802.11b ou 802.11g, utilise une technologie de transmission qui est hérité de celle utilisée dans les topologies Bus (802.3). Cette topologie utilise le CSMA/CD (Carrier Sense Multiple Acces/Collision Detection) tandis que le sans fil utilise le CSMA/CA (Carrier Sense Multiple Acces/Collision Avoidance). Le sans fil est traité de manière plus complète dans les chapitres suivants.

c. Le principal problème, est qu'avec ce type de fonctionnement, les communications ne sont pas « ciblées » mais inondent tout l'espace. Par conséquent, tous les équipements sans fil, situés dans la zone d'émission de la borne, peuvent capter les communications même si à priori elles ne leurs sont pas destinées. Ceci peut entraîner un important problème de sécurité.

d. La principale topologie déployée au sein des LANs (Local Area Network) ou réseaux locaux est la topologie étoile. Ceci peut s'expliquer pour plusieurs raisons :

- Elle est la plus simple à mettre en œuvre,
- Les matériels (concentrateurs, commutateurs) n'ont pas besoin d'être configurés lors d'une utilisation standard (on branche cela fonctionne),
- La sécurité est meilleure qu'au sein d'une topologie bus (lorsqu'on utilise un commutateur),
- Les débits proposés peuvent atteindre le giga-bit,
- Les matériels actifs (concentrateur, commutateur) situés au centre de l'étoile sont peu chers en entrée de gamme,
- Le câblage est plus sûr.

e. Cette topologie particulière est le plus souvent utilisée dans la mise en œuvre d'un backbone, c'est à dire un réseau qui fédère des réseaux locaux. La topologie anneau se retrouve le plus souvent au sein d'un MAN.

f. Une topologie point à point permet de relier un matériel à un autre de manière « directe » sans pouvoir emprunter un autre chemin pour aller d'un point A vers un point B. On retrouve cela dans les WAN. En effet, la connexion d'un continent à un autre passe par une seule « ligne », un seul chemin. On retrouve aussi ce fonctionnement lors de liaisons RTC (Remote Transfer Protocol) utilisant le protocole PPP (Point to Point Protocol).

g. A la différence de PPP, où la ligne est utilisée par une seule communication, le packet switching permet de partager la ressource entre plusieurs sites grâce à la virtualisation de la communication. La bande passante est en sorte découpée en plusieurs circuits virtuels. Chacun est alors utilisé par un site donc tous les éléments qui communiquent à travers ce site. ATM (Asynchronous Transfer Mode (ATM)), Frame Relay utilisent cette technologie WAN.

h. WinMax est une technologie sans fil longue distance à larges bandes (BroadBand). On parle souvent de boucle radio. Il est utilisé dans les WMAN (Wireless Metropolitan Area Network). Cette technologie est étudiée par le groupe 802.16. Ce travail a débuté en 1999. La norme 802.16 a été publiée en Avril 2002. D'autres projets découlent de ces travaux, notamment le MBWA (Mobile Broadband Wireless Access) qui a débuté en Mars 2002.

i. Il en existe trois principales :

- GSM (Global System for Mobile Communication ou en français Groupe Spécial Mobile)
- GPRS (General Packet Radio Service)
- UMTS (Universal Mobile Telecommunication System)

2.3 Les couches réseaux

Pour comprendre la façon dont les réseaux sont conçus, il est nécessaire de bien appréhender les éléments qui ont permis leurs essors comme les modèles de transmission de communications telles les couches OSI ou TCP/IP.

Énoncé

- a. Pour quelle raison le modèle en 7 couches OSI n'est-il pas réellement utilisé ?
- b. On parle souvent de protocole TCP/IP. Est-ce un protocole ?
- c. Si vous deviez expliquer ce que sont le mode connecté et le mode non connecté en effectuant un parallèle avec des systèmes que l'on trouve dans la vie courante lesquels prendriez vous ?
- d. Citez un protocole en mode connecté et un en mode non connecté ?
- e. Citez pour chacun de ces modes deux services qui l'utilisent.
- f. Le mode connecté permet d'avoir un service plus fiable grâce aux contrôles d'erreur effectués tout au long de la communication. Quelle solution permettrait en mode non connecté d'avoir aussi un service fiable ?
- g. Voici un ensemble d'éléments réseaux (protocoles, technologies, services). Vous devez les associer aux couches auxquelles ils sont rattachés dans le modèle OSI ainsi que dans le modèle hybride à 5 couches. http, ppp, imap, tcp, rtp, ip, rip, ftp, bgp, ethernet, tokenring, smtp, atm, baseT, icmp, fibre optique, dns, sans fil, udp.

Solution

- a. Ce modèle a été développé par l'OSI en 1978 et normalisé en 1984. Trop théorique et difficilement applicable il a été supplanté par le modèle pratique TCP/IP développé et mis en place par l'ARPA en 1974.
- b. Non. TCP/IP est en fait la combinaison de 2 protocoles. Le premier, TCP, se situe au niveau de la couche transport tandis qu'IP se situe au niveau de la couche réseau.
- c. L'explication la plus souvent utilisée est un parallèle entre le téléphone et le courrier postal. Le premier représente le mode connecté, le deuxième le mode non connecté.

Pour communiquer au moyen du téléphone, il est nécessaire que les intervenants soient disponibles au même moment. Durant tout le temps de la communication, une ligne « virtuelle » est ouverte entre les deux utilisateurs, chacun ayant au préalable accepté la communication en décrochant son téléphone. Le mode connecté fonctionne de la même façon avec un échange d'informations uniquement dans le cas où les 2 matériels communicants sont disponibles.

Dans le cas d'une communication en mode non connecté, le parallèle avec le courrier postal est facile à comprendre. Au moment où vous désirez communiquer avec une autre personne, nul besoin que celle-ci soit prête à vous lire au moment où vous écrivez. Vous rédigez votre lettre, la postez et elle sera mise dans la boîte aux lettres du destinataire qui ensuite en prendra connaissance.

- d. TCP est un protocole en mode connecté tandis qu'UDP est un protocole en mode non connecté.
- e. Les protocoles de communications où il y a une interactivité se font en mode connecté. Les services de connexion à distance tels telnet ou ssh ainsi que les services de transferts de données comme ftp, sftp sont en mode connecté.

Les services tels le vidéo ou audio streaming (utilisant par exemple rtp (Real-time Transport Protocol)) ou le DNS (Domain Name Server) utilise le mode non connecté pour éviter une utilisation trop importante de la bande passante ou simplement parce qu'il n'y a pas nécessité d'avoir une sécurité importante dans la transmission de l'information.

- f. Si le contrôle ne peut être effectué au niveau de la couche transport par le protocole TCP par exemple, il faut déporter ce travail à la couche supérieure à savoir la couche Application. La fiabilisation se fait au niveau de l'applicatif.

- g. Le plus simple est de réaliser un schéma (figure 1.10).

Modèle hybride en 5 couches

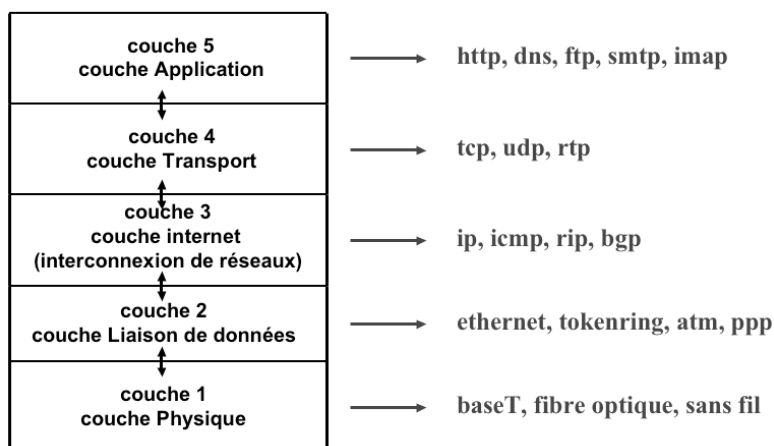


Figure 1.10,

Association d'éléments réseaux aux 5 couches du modèle hybride.

2.4 Les télécommunications

L'internet se démocratise et est accessible dorénavant via la téléphonie. Ces exercices portent sur ces technologies et plus particulièrement sur l'UMTS.

Énoncé

- a. En quoi l'utilisation des techniques de répartitions de fréquences de 1ere génération était limitée ?
- b. Faites un schéma pour chacune des techniques AMRF, AMRT et AMRC montrant la méthode de découpage de la fréquence en fonction du temps.

- c. Calculez la capacité maximale d'une liaison UMTS sur la bande des 1900MHz pour un rapport Signal/Bruit de 0,9 décibel.
- d. Dans le cas d'une liaison en UMTS à 2Mbits/s sur une fréquence de 1900 MHz, quel est le rapport signal/bruit ?

Solution

a. La technique utilisée est connue sous la dénomination AMRF ou FDMA. Le principe est de répartir les n canaux de la bande de fréquences avec 1 canal par utilisateur ou 2 canaux dans le cas d'une transmission en Duplex. Plus il y a d'utilisateurs sollicitant le réseau, moins il y aura de canaux disponibles. L'augmentation des abonnés engendre une saturation du spectre d'émission et par conséquent des délais de mise en relation parfois long du fait de la non disponibilité. De plus, cette technique est très sensible aux perturbations électromagnétiques. Si un canal est perturbé, ce sont toutes les transmissions d'un utilisateur qui le seront.

b. 1 slot vaut 2560 chips.

c. Le théorème de Shannon permet de calculer le débit en fonction de la fréquence et du rapport signal/bruit. Dans notre cas, nous connaissons le débit.

Pour effectuer le calcul on utilise le théorème simplifié de Shannon. En effet le rapport signal/bruit est < 1 :

$$D = W * \log_2(1 + S/N)$$

Rappel mathématiques :

$$\log_a x = \frac{\log_b x}{\log_b a}$$

et

$$y = \log_a x \Leftrightarrow x = a^y$$

Par conséquent :

$$D = 1900000 * (\ln(1 + 0,9) / \ln 2) \Rightarrow 1,76 \text{ Mbits/s}$$

d. On repart du même théorème de Shannon.

$$2000000 = 1900000 * \log(1 + S/N) \Rightarrow 2000000 / 1900000 = 2/1,9 = \ln(1 + S/N) / \ln 2$$

$$\Rightarrow \ln(1 + S/N) = 0,73 \Rightarrow 1 + S/N = e(0,73) \Rightarrow S/N = 2,075 - 1 = 1,075 \text{ db}$$

Pour obtenir un débit de 2Mb/s sur une fréquence de 1900MHz, le rapport signal/bruit ne doit pas dépasser 1,075 db.