



Cours

Architecture des réseaux télécoms

ESATIC – 2^{ième} Année Licence - RTEL. Année universitaire : 2013 - 2014

Volume horaire = 20 heures (CM) + 10 heures (TD) + 8 heures (TP)

par

Dr. Raoul ZAMBLE

*Assistant à l'Ecole Supérieure Africaine des Technologies de
l'Information et de la communication (ESATIC)*

Email : raoul_amb1@yahoo.fr

(Octobre 2013)

Table des matières

Leçon 1 : Historique des télécommunications	3
1. Introduction	3
2. Télégraphe aérien	4
3. Télégraphe électrique	4
4. Téléphonie	5
4.1 Principe de la téléphonie analogique	5
4.2 Organe constitutifs d'un poste téléphonique simple	6
4.3 Evolution de la téléphonie.....	7
5. Quelques définitions importantes	8
5.1 Réseau de télécommunication.....	8
5.2 Réseaux publics et privés	9
Leçon 2 : Classification des réseaux télécoms	11
1 Introduction	11
2 Architecture technique	11
2.1 Réseaux commutés.....	12
2.2 Réseaux de diffusion.....	13
2.3 Réseaux cellulaires.....	14
3 Transport et service	14
4 Services	15
4.1 QoS « Quality of Service »	15
4.2 CoS « Class of Service ».....	16
Leçon 3 : Réseau et systèmes de transmission	17
Leçon 4 : Réseau Téléphonique Commuté (RTC)	18
Leçon 5 : Signalisation et taxation de l'abonné	19
Leçon 6 : Défauts du RTC.....	20
Références	21

Leçon 1 : Historique des télécommunications

L'objet de cette première leçon est de présenter brièvement l'histoire des télécommunications : du réseau simple aux réseaux pluriels.

1. Introduction

Le terme télécommunications n'a été défini officiellement, pour la première fois, qu'à la conférence internationale de Madrid en 1932. En fait, jusqu'à cette date, il existait deux entités juridiques différentes, la Conférence internationale télégraphique, d'une part (la plus ancienne : elle avait été créée en 1865 à Paris) et la Conférence internationale radiotélégraphique (dont la première réunion s'était tenue à Berlin en 1906). En 1932, ces deux conférences se réunirent à nouveau, mais ensemble, à Madrid. La langue française, qui demeurait encore la seule langue officielle, fut utilisée pendant toute la conférence et pour la rédaction des actes finaux. Il fallut d'abord trouver un nom pour la nouvelle organisation. Après discussions et échanges de vue, on s'entendit finalement sur l'appellation Union Internationale des Télécommunications (UIT). Quant au terme même de télécommunication il a été défini à la conférence de Madrid de la façon suivante :

« Toute communication télégraphique ou téléphonique de signes, de signaux, d'écrits et de sons de toute nature, par fil, par radio ou autres systèmes ou procédés de signalisation électriques ou visuels (sémaphores) ».

La conférence de Madrid, qui fut la dernière grande conférence avant la seconde guerre mondiale, marque la fin d'une époque, c'est-à-dire celle d'une période d'une cinquantaine d'années qui avait vu le développement du télégraphe, l'avènement et l'expansion prodigieuse du téléphone, puis l'apparition des radiocommunications.

C'est en 1947, à Atlantic City, aux États-Unis, que se tint la première grande conférence internationale de l'après-guerre. De multiples problèmes y furent abordés et étudiés, tant techniques qu'administratifs ou politiques. Les relations entre l'Organisation des Nations Unies et l'Union Internationale des Télécommunications furent précisées et, après bien des discussions, l'ONU donna son accord pour que l'UIT soit reconnue comme « l'institution spécialisée » en matière de télécommunications.

Une nouvelle définition du mot télécommunication fut adoptée au cours de la Conférence d'Atlantic City. Cette version, qui n'est pas fondamentalement très différente de la première, constitue la définition officielle actuelle.

« On entend par télécommunication toute transmission, émission ou réception de signes, de signaux, d'écrits, d'images, de sons ou de renseignements de toute nature par fil, radioélectricité, optique ou autres systèmes électromagnétiques ».

2. Télégraphe aérien

En fait, la préhistoire des télécommunications s'étend sur des millénaires, mais on peut dire que l'histoire proprement dite des télécommunications ne commence qu'à la fin du XVIIIe siècle avec l'apparition, en France, du télégraphe optique de Claude Chappe. Ce télégraphe optique connut un grand succès à la fin du XVIIIe siècle et pendant toute la première moitié du XIXe siècle. On ne peut plus réellement parler, à ce sujet, de préhistoire des télécommunications. D'aucuns estiment même que l'ère des télécommunications s'ouvre avec la mise au point du télégraphe optique de Claude Chappe en France entre 1790 et 1793. Il paraît plus raisonnable de dire que l'invention de Chappe est un événement important de l'histoire des moyens de télécommunications.

Le télégraphe de CHAPPE a permis la première liaison (PARIS-LILLE) en 1794. Chaque station est composée d'une tour sémaphore équipée de bras oscillants pour émettre le message et d'une lunette pour lire le précédent. Les tours sont espacées de 8 à 10 km.



Figure 1-1 : Station du télégraphe aérien

En 1844, le réseau français comporte 5000 km de liaisons réalisées à l'aide de 533 stations. Un message peut être relayé en quelques heures mais seulement de jour et le duplex est impossible.

3. Télégraphe électrique

Le télégraphe aérien portait en lui-même ses limites (très faible débit de transmission, impossibilité de transmettre par temps de brume et surtout la nuit, malgré toutes les tentatives faites pour trouver, une solution). En fait le télégraphe aérien fut essentiellement un moyen de communication à disposition des pouvoirs publics. Mais on ne peut considérer l'avènement du télégraphe aérien comme celui d'un nouveau média. Ce nouveau média, ce sera le télégraphe électrique. C'est lui qui ouvrira les portes de l'avenir et c'est pourquoi on peut considérer que l'ère des télécommunications modernes commence avec les premiers pas du télégraphe électrique, plus précisément, c'est l'invention du télégraphe électrique par Samuel Morse, en 1837, aux États-Unis, qui constitue l'événement décisif.

Avec la pile de Volta (1800) et l'électro-aimant de Sturgeon (1824), Gauss et Weber mettent au point le premier télégraphe utilisable (à galvanomètre). Le télégraphe permet la transmission de texte seulement, l'alternat est possible.

- ✓ 1837 : premier télégraphe véritable (électroaimant) par Morse,
- ✓ 1844 : première ligne type Morse Baltimore-Washington (70 km),
- ✓ 1845 : première ligne en France,
- ✓ 1851 : première traversée de la manche grâce au latex "Gutta-percha",
- ✓ 1866 : première traversée de l'atlantique (15 signaux / s),
- ✓ 1865 : Création à Paris de l'U.T.I. (Union Télégraphique Internationale) qui deviendra l'U.I.T.

4. Téléphonie

L'histoire des télécommunications modernes est relativement récente. Elle ne commence, en réalité, qu'il y a un siècle et demi, très exactement avec l'invention du télégraphe électrique par Samuel Morse en 1837. L'invention du téléphone par Alexander Graham Bell est encore plus récente puisqu'elle date de 1876.

4.1 Principe de la téléphonie analogique

La téléphonie a été initialement prévue pour transmettre la voix humaine entre deux lieux distants l'un de l'autre. Elle utilise comme support des lignes électriques sur lesquelles transite un courant analogue aux signaux sonores.

Une liaison téléphonique élémentaire est constituée par :

- ✓ Deux dispositifs émetteur-récepteur appelés postes téléphoniques,
- ✓ Une ligne bifilaire acheminant les signaux (paire torsadée),
- ✓ Une source d'énergie électrique (E). La tension continue nécessaire à l'alimentation des postes téléphoniques est fournie par une source installée au central téléphonique (batterie centrale).

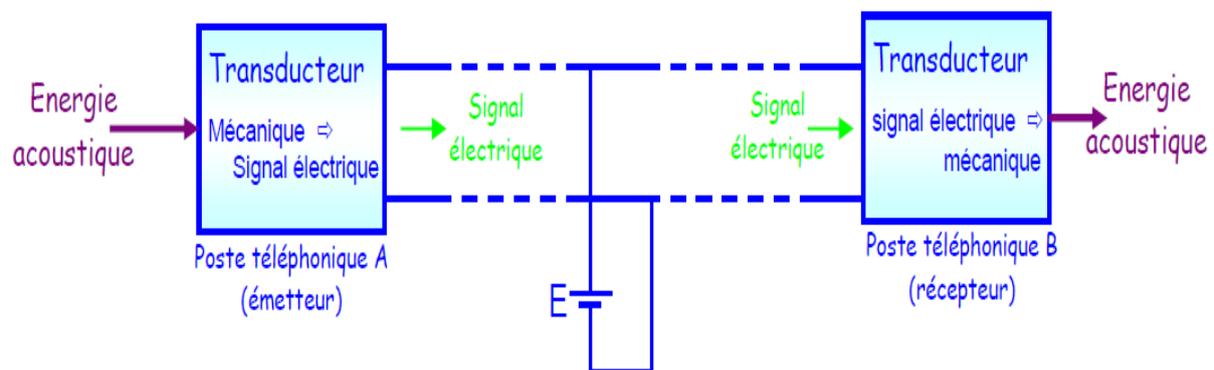


Figure 1-2 : Schéma de principe d'une liaison téléphonique élémentaire

4.2 Organe constitutifs d'un poste téléphonique simple

✓ Les organes de conversation

Ils assurent l'échange conversationnel entre les 2 correspondants :

- ✓ **Le microphone** : c'est un convertisseur d'énergie, les ondes sonores entraînent la vibration d'une membrane sensible qui provoque la création d'un signal électrique variant au même rythme que la voix.
- ✓ **L'écouteur** : il restitue sous forme acoustique l'énergie électrique reçue, en la transformant en énergie mécanique imposant un mouvement vibratoire à l'air ambiant. L'écouteur est constitué d'un haut-parleur : électro-aimant relié à une membrane.
- ✓ **Le combiné** : c'est le support ergonomique sur lequel sont montés le microphone et l'écouteur récepteur.



Figure 1-3 : Combiné du poste téléphonique

- ✓ **La bobine d'induction** (ou transformateur) et **le condensateur** assurent :
 - L'adaptation d'impédance entre le microphone et la ligne ; et entre la ligne et l'écouteur.
 - L'élimination de l'effet local (antiloocal) : évite d'entendre sur l'écouteur les sons émis sur le microphone du même combiné.
 - La séparation des courants de natures différentes, signaux sonores et polarisation.
- ✓ **Deux diodes** : montées en antiparallèle sur le récepteur, elles absorbent les surtensions et réduisent le choc acoustique à un niveau supportable par l'oreille.
- ✓ **Un redresseur** rend l'appareil indépendant de la polarité de la ligne.

✓ **Les organes d'appel, d'émission**

L'abonné fait connaître à son centre de rattachement le numéro d'identification du correspondant désiré en le composant soit sur le cadran d'appel rotatif (ancien), soit sur le clavier numérique (actuel). Ce dispositif transmet alors au central un signal codé.

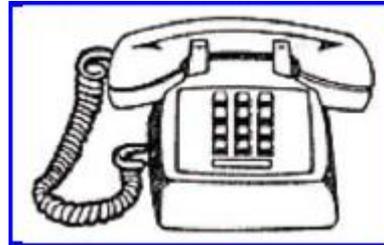
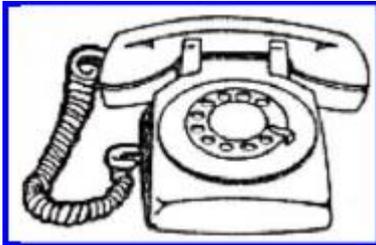


Figure 1-4 : Postes téléphoniques à cadran (à gauche) et à clavier (à droite)

✓ **Les organes de réception d'appel**

La signalisation d'un appel est faite par une sonnerie mise en marche par un courant alternatif (au travers d'un filtre).

Lors du décrochage du combiné, le centre de rattachement constate la fermeture du crochet, interrompt le signal d'appel et établit la liaison.



Figure 1-5 : Organes de réception d'appel

4.3 Evolution de la téléphonie

En 1854, l'inventeur français Charles Bourseul fut le premier à imaginer un système de transmission électrique de la parole. En 1877, l'américain Alexander Graham Bell construisit le premier téléphone capable de transmettre la voix humaine, tout en respectant sa qualité et son timbre.

En France, un grand plan de développement des télécommunications a été mis en œuvre durant les années 1970, conduisant à un équipement rapide. Les recherches menées au Centre national d'étude des télécommunications (CNET) permirent ainsi la mise en place du premier central entièrement électronique du monde. France Télécom décida d'ouvrir son réseau numérique aux abonnés avec intégration de services (RNIS), commercialisé sous le nom de

Numéris. Ce réseau permet d'améliorer certains services comme la télécopie ou l'interconnexion d'ordinateurs.



Figure 1-6 : Evolution du poste téléphonique

L'histoire de la téléphonie subit depuis une vingtaine d'années une fantastique accélération, dont les conséquences et les causes dépassent le champ de la science et de la technique.

5. Quelques définitions importantes

Le terme "réseau public de télécommunications" recouvre 2 concepts : "réseau de télécommunications" d'une part et "public" d'autre part.

5.1 Réseau de télécommunication

Le terme "réseau de télécommunication" concerne l'aspect technique. La télécommunication implique la communication à distance entre 2 (au moins) "usagers" (homme/machine) d'un service (ex: téléphonie/télécopie/internet) échangeant des informations (voix, données, images,...) via un terminal (ex: téléphone à touche, fax).

- ✓ Cette communication entre usagers est établie via une ressource de transmission qui les relie et supporte le transfert d'information. Ces ressources de transmission, lorsqu'elles traversent le domaine public, sont la composante de base de l'infrastructure. Depuis la libéralisation des infrastructures, l'infrastructure qui était auparavant sous monopole d'un opérateur public est octroyée dans le contexte de licence à d'autres opérateurs.
- ✓ Affecter de manière permanente une ressource dédiée sous forme d'une liaison point à point entre 2 usagers n'est concevable que si ces 2 usagers ont une forte affinité et un trafic important : c'est le cas des liaisons spécialisées (appelées aussi circuits loués) entre installations privées (voir réseau privé au point 5.2.). Par exemple, l'opérateur public fournit une liaison de $N \times 2$ Mbit/s entre 2 sites distants d'une entreprise ; celle-ci dispose

de cette liaison et de ce débit d'une manière permanente et l'utilise à sa convenance pour transporter de l'information.

Par contre, entre chaque paire d'utilisateurs potentiels, c'est illusoire pour des raisons évidentes :

- ✓ le nombre de liaisons deviendrait astronomique ;
- ✓ certains utilisateurs n'ont aucune affinité et ne communiquent jamais ;
- ✓ les communications ont une durée limitée et n'occupent les ressources de transmission que partiellement.

Le seul moyen de permettre économiquement à tout utilisateur d'être mis en communication avec un autre est d'attacher le terminal à un réseau de télécommunications. Le rôle du réseau sera alors d'établir une liaison à la demande d'un utilisateur connecté au réseau.

Chaque utilisateur accède au réseau via un point d'accès défini par une interface utilisateur/réseau : UNI ("User Network Interface") entre le réseau et les terminaux d'abonnés (CPE : Customer's Premises Equipment"). Par exemple, pour le réseau téléphonique, l'interface concerne l'ensemble des spécifications électriques, mécaniques et fonctionnelles telles qu'une paire de fils rattachant le poste téléphonique au réseau téléphonique, la signalisation par multi-fréquences, les niveaux pour le signal téléphonique, etc...; physiquement, l'interface se présente généralement sous la forme d'une "prise" appelée NT ("Network Termination"). Pour atteindre tout autre utilisateur connecté au réseau et établir la liaison souhaitée, un élément d'information essentiel est l'« adresse » qui identifie l'accès au réseau (par exemple, le numéro téléphonique). Le réseau est lui-même constitué de nœuds de transfert (ou commutateurs, "switch", "exchange", routeurs,...) qui aiguillent les communications sur la base de l'adresse demandée. Les nœuds sont reliés entre eux par des liaisons et systèmes de transmission et les communications suivent une série de nœuds et de liaisons entre l'origine et la destination qui constituent des "routes".

5.2 Réseaux publics et privés

Les réseaux publics, comme le nom l'indique, fournissent des services et des accès accessibles à tous.

Le terme public apparaît par ailleurs explicitement dans les acronymes permettant de distinguer les réseaux selon les services qu'ils supportent :

- ✓ PSTN : « Public Switched Telecom Network » (exemple : le réseau téléphonique).
- ✓ PDN : « Public Data Network ».
- ✓ PLMN : « Public Land Mobile Network » (exemple : le réseau GSM).

Les réseaux privés utilisent certaines ressources de transmission (exemple : circuits loués) des opérateurs publics pour connecter entre eux les sites de l'entreprise (sauf certaines entreprises qui disposent déjà des sites ou une infrastructure propres.

Par exemple, pour le service téléphonique, chaque site est desservi par un commutateur téléphonique privé, le PABX ["Private Automatic Branch Exchange"].

De même, le réseau privé peut disposer de ces propres commutateurs de paquets ou ATM,...

Les réseaux privés substituent donc des éléments de réseau privés à des éléments publics. L'usage de tel réseau est limité en principe à des usagers de l'entreprise ; ils sont cependant connectés aux réseaux publics pour permettre évidemment à l'entreprise d'accéder au monde extérieur et donc techniquement « accessibles » à tous les usagers.

Leçon 2 : Classification des réseaux télécoms

Cette leçon a pour objet de différencier les réseaux de télécommunication à partir d'une classification suivant l'architecture réseau et la technique mise en œuvre pour véhiculer l'information.

1 Introduction

Pour bien appréhender l'écheveau complexe que constituent les architectures de réseau et les réseaux eux-mêmes, il faut séparer ce qui appartient à l'histoire et ce qui relève des nouvelles technologies, telles que connues aujourd'hui. Jusqu'à un passé récent, les réseaux de communication se partageaient en réseaux téléphoniques (RTPC, RNIS, liaisons louées), réseaux télégraphiques, réseaux publics (ou privés) de données, réseaux de messagerie et réseaux de transport et de diffusion d'images télévisuelles, liste à laquelle on peut aussi ajouter les réseaux internationaux à valeur ajoutée (VANs), auxquels Internet peut être rattaché.

Ces six catégories de réseau offrent des services qui leur sont propres. Ils sont constitués sur un même modèle constitué de la coordination d'un ensemble de moyens de raccordement (aujourd'hui appelé "réseau d'accès") et d'un réseau de transport à grande distance (appelé hier « réseau de haut niveau » et dénommé aujourd'hui « réseau fédérateur » ou WAN).

Dans l'ancienne conception de réseau, les six types de réseau cités disposaient de leur propre technologie de raccordement dans le réseau d'accès. Au centre local, des équipements d'interfaces étaient prévus en transmission et en commutation pour assurer la connexion de ces accès vers leur réseau de transport spécialisé, l'économie et la gestion globale faisant au mieux pour ne pas pénaliser les prix de revient par des occupations en débit (ou en bande passante, dans le cas de la transmission analogique) trop onéreuses. En principe, les six types de réseau de transport étaient gérés en parallèle en national et interconnectés sur leurs liaisons internationales correspondantes.

L'ensemble de ces moyens techniques liés aux réseaux de transport et d'accès est appelé "architecture de réseau".

2 Architecture technique

La classification peut se faire selon l'architecture et la technique utilisée pour transférer l'information. C'est une classification traditionnelle; en pratique, les réseaux actuels combinent plusieurs architectures.

On distingue généralement :

- ✓ les réseaux commutés ("switched networks") ;
- ✓ les réseaux de diffusion ("broadcast networks") ;

- ✓ les réseaux cellulaires (« cellular networks »).

2.1 Réseaux commutés

Les réseaux commutés sont subdivisés en :

- ✓ réseau à commutation de circuits ("circuit switched network") ;
- ✓ réseau à commutation paquets ("packet switched network") ;
- ✓ réseau à commutation messages ("message switched network").

Dans ces réseaux, l'information est transmise depuis le terminal de départ jusqu'au terminal d'arrivée au travers d'une série de nœuds connectés entre eux par des liaisons de transmission ; chaque nœud agit comme un aiguillage actionné sur la base de l'adresse du destinataire.

✓ **La commutation de circuits**

Dans la commutation de circuits, un chemin dit commuté est établi au début de la communication depuis la source (l'appelant) jusqu'à la destination (l'appelé) et une capacité de transmission (par exemple : un canal de 3,1 kHz ou de 64 kbits/s pour une communication téléphonique), est allouée pendant toute la durée de la communication. A la fin de la communication, le chemin est libéré.

La capacité ainsi attribuée a diverses appellations : voie, canal ou circuit. Il est à noter que ces appellations, en particulier les circuits, sont souvent employées avec des significations différentes. Les nœuds par lesquels passent la communication sont appelés « **commutateurs** » (de circuits) (en anglais : « switch », « exchange ») (exemple : commutateur téléphonique).

✓ **La commutation de paquets**

Dans la commutation par paquets, l'information à transmettre (en l'occurrence des données : bits, octets) est envoyée sous forme de messages de taille limitée appelé paquet. Chaque paquet est transmis de nœud en nœud selon un mode "store and forward" en utilisant une capacité de transmission entre 2 nœuds qui est disponible à ce moment.

Cette capacité de transmission n'est donc pas assignée à une communication spécifique mais est utilisée par les paquets de plusieurs communications simultanément en cours. On parle dans ce cas de circuits « virtuels » : pour l'utilisateur, un circuit est établi dans le réseau à sa demande au début de la communication, comme dans le cas de la commutation de circuits mais il est virtuel puisque certaines ressources du réseau sont partagées avec d'autres utilisateurs. Le temps de stockage dans chaque nœud est très court. Lorsqu'un paquet est erroné et suivant le type de réseau, ce paquet peut éventuellement être retransmis. Les nœuds

par lesquels transitent les paquets sont appelés « **commutateurs** » (exemple : commutateur X25, commutateur ATM.)

Une autre approche pour les paquets consiste à ne pas établir de « circuit » et à envoyer les paquets individuellement dans le réseau ; les nœuds analysent chaque fois pour chaque paquet l'adresse destinataire et l'envoient vers le nœud suivant ; c'est le principe du « datagramme » et le chemin suivi par les paquets peut varier dynamiquement au cours d'une communication. Dans ce cas, les nœuds sont appelés « **routeurs** » (exemple : routeur IP).

✓ **Mode avec ou sans connexion**

Une communication entre des terminaux connectés sur un réseau peut se faire fondamentalement de deux manières : la communication **avec connexion** (ou la communication orientée connexion : « Connection Oriented » en abrégé CO) ou la communication **sans connexion** : (ou la communication orientée sans connexion : « Connection-less » en abrégé CL).

Les réseaux basés sur la commutation de circuits sont orientés connexion, les réseaux de paquets supportent selon le cas, l'un ou les deux modes.

✓ **La commutation de messages**

La commutation de messages utilise les mêmes principes que la commutation par paquets mais le temps de stockage est plus long (plusieurs minutes ou davantage). Si un message est erroné, il faut retransmettre tout le message, ce qui est un inconvénient par rapport à la commutation de paquets.

Cette technique a été utilisée pour le télex et la télégraphie avec des procédures et protocoles rudimentaires comparés à la commutation par paquets.

2.2 Réseaux de diffusion

Les réseaux de diffusion (pouvant établir des communications bidirectionnelles) les plus connus sont :

- ✓ réseaux radios par paquets (exemple : ALOHA) ;
- ✓ réseaux satellite (exemple : VSAT) ;
- ✓ réseaux locaux (LAN) et métropolitains (MAN) ;
- ✓ réseau de TV-distribution, adaptés dans certains cas pour les communications bidirectionnelles (téléphonie, Internet).

Dans ces réseaux, l'information (paquet, message) est transmise depuis le terminal de départ sur un milieu de transmission accessible à tous les terminaux.

A la réception, chaque terminal qui reçoit le message émis examine l'adresse du message et détermine si celui-ci lui est destiné ou non (auquel cas il l'écarte).

Il n'y a pas de commutation opérée par le réseau (dans ce type de réseau, on peut considérer qu'il s'agit d'une auto-commutation distribuée).

A l'émission, la ressource de transmission étant partagée par tous les terminaux, un mécanisme d'accès est nécessaire [ALOHA, CSMA, Token, MAC,...].

2.3 Réseaux cellulaires

Les réseaux cellulaires (exemple : le GSM) peuvent être rangés dans la catégorie précédente (le milieu étant accessible à tous les terminaux...) pour la partie accès des mobiles via l'interface radio dans les cellules. Pour la partie « fixe » qui écoule les communications, ils utilisent des réseaux commutés (circuits et/ou paquets).

3 Transport et service

Une vue plus courante chez les opérateurs de télécommunication consiste à découper le réseau en couches : un réseau de transport physique (c'est-à-dire un réseau de transmission, à ne pas confondre avec la notion de transport dans le modèle OSI) et des réseaux fonctionnels (ou logiques) affectés à des services (téléphonie, télex, données, radiotéléphonie) qui utilisent le réseau de transport.

Ces réseaux fonctionnels peuvent eux-mêmes être découpés en couches : une couche commutation et/ou routage, une couche service proprement dite, une couche service à valeurs ajoutées, etc... Ces réseaux ont été pendant longtemps différenciés en réseaux voix et données ; le RNIS et les concepts plus récents de Voix sur ATM, VoIP (Voice over IP), ont pour objectif de fusionner ces 2 aspects en un réseau unique.

- ✓ Le réseau de transport ou de transmission relie entre eux les nœuds des réseaux de service (exemple : les commutateurs, les routeurs, les serveurs, etc...) et assure aussi la connexion des équipements terminaux qui permettent aux clients d'accéder et d'utiliser les services.
- ✓ Ces équipements sont situés chez le client (CPE : "Customer Premises Equipment") ; exemple : téléphone, PABX ("Private Automatic Branch Exchange"), modem, FAX, LAN,...ou sont mobiles (exemple : le portable GSM).

Topologiquement, le réseau de transmission est habituellement scindé entre réseau local, la partie qui relie des CPE aux nœuds d'accès des réseaux (dans la plupart des cas, une unité de commutation téléphonique) situés dans un bâtiment appelé « central »¹ ou CO ("Central Office") et le réseau dorsal ("Backbone", "core") reliant les nœuds du réseau. Les liaisons entre les sites des clients où se trouvent les CPE's et le réseau sont appelées communément « local loop ». Le réseau local, longtemps perçu comme un réseau de paires de cuivres pour téléphonie subit, avec les perspectives des services large-bande et la mise en œuvre de

¹ Note : par abus de langage, on confond souvent le central et le bâtiment, alors que le bâtiment héberge bien d'autres équipements.

nouvelles technologies (FO, radio, équipements électroniques, xDSL...), d'importants changements ; et est désormais conçu comme un réseau d'accès « access network » multi-services.

4 Services

4.1 QoS « Quality of Service »

Les services sont caractérisés par une série de caractéristiques qui constituent la **QoS** « Quality Of Service ». Des paramètres types sont affectés à la QoS et doivent pouvoir être supportés par des réseaux qui assurent ces services.

Les principales caractéristiques à prendre en compte sont les suivantes :

- a. Pour les **services interactifs en temps réel**, voix/données, qui sont les plus exigeants en termes de contraintes temporelles (exemple : la téléphonie, la visiophonie) :
 - ✓ Le **délai de transfert** ou délai de « transmission » (on parle parfois de « latency ») du signal par le réseau, de la source à la destination, qui comporte le temps de traitements, le temps de transmission et le temps de propagation. Pour la téléphonie par exemple, ce temps est limité à 400-500 millisecondes ; et à 25-30 millisecondes, soit 50-60 millisecondes A-R (Aller-Retour, « round-trip delay ») lorsqu'il y a des systèmes analogiques dans la connexion sauf si on place des équipements pour compenser les échos (ce point sera traité dans la leçon 3).
 - ✓ La **variation dans le délai** de transfert « delay variation », appelée aussi gigue « jitter ». Le signal transmis pour ce type de service est en effet par nature **isochrone**.
- b. Pour les **services de données**, les contraintes portent sur :
 - ✓ les **débits** : le débit minimal à garantir, débit de crête, débit moyen, etc...
 - ✓ les **erreurs** : le BER, la perte de paquets, la duplication ou l'insertion de paquets, l'ordre des paquets, etc...
- c. Pour les **services de type multimédia** :

Dans ce cas, le réseau est amené à supporter plusieurs types de services, comme les précédents.

- d. Les aspects **multipoint** ou **multicast** (plus facile pour un réseau de type sans connexion qu'avec connexion dès que le nombre de participants est important).

Impact sur les réseaux.

Pour pouvoir supporter la QOS et surtout si le réseau ambitionne d'être multi-services, des mécanismes spécifiques doivent être disponibles : mécanismes de **priorisation** des ressources du réseau (et donc d'allocation de coûts aux utilisateurs...), **contrôles de flux et de congestion, contrôle d'accès**, etc...

Tous les paramètres de QOS ci-dessus doivent en principe pouvoir être supportés en « end-to-end » ; on entrevoit dès lors 2 types de problèmes liés aux réseaux actuels :

- ✓ l'aspect **multi-opérateurs** (gestion, responsabilité,...) ;
- ✓ l'aspect **muti-technologies** (différentes technologies ou couches de réseau interviennent pour contrôler la QOS).

4.2 CoS « Class of Service »

Pour pouvoir satisfaire la QoS, sans rendre la spécification de tous les paramètres trop flexible et impossible à gérer, les réseaux (ou couches de réseau) proposent quelques « classes de services » (COS) types (exemple : ATM, UMTS).

Leçon 3 : Réseau et systèmes de transmission

En construction

Leçon 4 : Réseau Téléphonique Commuté (RTC)

En construction

Leçon 5 : Signalisation et taxation de l'abonné

En construction

Leçon 6 : Défaits du RTC

En construction

Références

En construction