

NOUVELLES TECHNOLOGIES RESEAU

SYSTEME INTEGRE

INTERNET / TELEPHONE / TELEVISION

ANTOINE DESSAIGNE & VINCENT POIROT

MERCREDI 23 FEVRIER 2005

Contenu : Ce document présente les principales caractéristiques des offres dites « *Triple Play* ».

Responsable : E. Duris

TABLE DES MATIERES

TABLE DES MATIERES	1
INTRODUCTION	3
1. TRIPLE PLAY	4
1.1. LA MISE EN PLACE DE L'ADSL	4
1.1.1. ART	4
1.1.2. DEGROUPEMENT	5
1.1.3. ADSL	5
1.2. LA DIVERSIFICATION DES FAI	6
1.3. SET-TOP-BOX	7
1.4. LES FREINS TECHNOLOGIQUES	8
1.4.1. ARCHITECTURE DU FAI	8
1.4.2. SET-TOP-BOX	8
1.5. LES BATAILLES JURIDIQUES	9
1.6. SERVICES ENVISAGEABLES	10
2. PRESENTATION TECHNOLOGIQUE	14
2.1. INTERNET	16
2.2. TELEVISION	18
2.2.1. DIFFUSION DE LA TV	19
2.2.2. DIFFUSION DE LA VoD	20
2.3. TELEPHONIE	22
2.3.1. LA VOIP	22
2.3.2. LA TOIP	23
2.3.3. LES PROTOCOLES DE LA VOIP	24

2.3.4. LA NUMERISATION DE LA VOIX	30
2.3.5. LE TRAJET DES COMMUNICATIONS	31
<u>CONCLUSION</u>	<u>32</u>
<u>LEXIQUE</u>	<u>33</u>
<u>BIBLIOGRAPHIE</u>	<u>34</u>

INTRODUCTION

Les cinq dernières années ont connu l'avènement d'internet auprès du grand public. Les fournisseurs d'accès ont du sans cesse se remettre en question et fournir des offres toujours moins cher avec toujours plus de services afin de rester compétitifs. De ce fait, nous sommes passé de simples offres bas débit à des offres « Triple Play » contenant un accès internet très haut débit (cent cinquante fois plus rapide), la téléphonie et la télévision.

Ce document se propose de présenter lesdites offres « Triple Play » que ce soit d'un point de vue global (économique, marketing, ...) que d'un point de vue technique en définissant un exemple d'architecture nécessaire à la mise en place d'un tel système.

1. TRIPLE PLAY

La première partie de ce chapitre présente dans quels ont été les éléments qui ont permis aux Fournisseurs d'Accès à Internet (FAI) d'étendre leurs activités à la téléphonie et la diffusion télévisuelle en utilisant les technologies de type ADSL.

Dans un second temps, nous montrerons quels sont les facteurs qui limitent la diversification de ces offres malgré un fort potentiel.

La dernière partie de ce chapitre sera consacrée aux services qui peuvent être fournis à travers les offres Triple Play.

1.1. La mise en place de l'ADSL

1.1.1. ART

En 1996, l'Autorité de Régulation des Télécommunications (ART) est créée. Son but est de permettre, grâce à des moyens juridique, l'ouverture du réseau téléphonique à d'autres opérateurs que France Telecom, l'opérateur historique. Dans un premier temps, de nouvelles sociétés tels que Télé2 ou N9uf Telecom sont apparues ouvrant ainsi la téléphonie à la concurrence.

Dès 1999, l'ART commence à travailler sur le dégroupage de la boucle locale. La boucle locale est le nom donné à la partie du réseau de télécommunications situé entre la prise téléphonique de l'abonné final et le centre local. Le réseau local existant en France était la propriété de France Télécom. Il n'est économiquement pas possible pour un opérateur de dupliquer ce réseau. Ainsi, il a été décidé au niveau européen que l'opérateur historique

devrait fournir à ses concurrents un accès direct à sa boucle locale : c'est le dégroupage de la boucle locale.

1.1.2. Dégroupage

Le dégroupage se décline en deux possibilités :

- Le dégroupage « total », ou accès totalement dégroupé à la boucle locale, consiste en la mise à disposition de l'intégralité des bandes de fréquence de la paire de cuivre. L'utilisateur final n'est alors plus relié au réseau de France Telecom, mais à celui de l'opérateur nouvel entrant.
- Le dégroupage « partiel », ou accès partiellement dégroupé à la boucle locale, consiste en la mise à disposition de l'opérateur tiers de la bande de fréquence haute de la paire de cuivre, sur laquelle il peut alors construire, par exemple, un service ADSL. La bande de fréquence basse (celle utilisée traditionnellement pour le téléphone) reste gérée par France Telecom, qui continue de fournir le service téléphonique à son abonné, sans aucun changement induit par le dégroupage sur ce service.

1.1.3. ADSL

L'ADSL ou Asymmetric Digital Subscriber Line est une technologie permettant de diffuser plusieurs informations sur un même câble. Le standard ADSL a été défini en 1995 et prévoit :

- Un canal téléphonique avec raccordement analogique ;
- Un canal montant avec une capacité maximale de 800 kbits/s ;
- Un canal descendant avec un débit maximal de 8192 kbits/s.

Tout comme plusieurs chaînes de télévision peuvent passer sur un seul câble, il est possible de diffuser plusieurs flux d'informations sur un même support en utilisant des fréquences différentes. Les fréquences basses permettent la diffusion du téléphone et les fréquences hautes la diffusion d'internet.

Dès lors les fournisseurs peuvent utiliser 8Mbits/s afin de fournir non seulement des accès haut débit à internet mais aussi de nouveaux services.

1.2. La diversification des FAI

Les débits des connexions internet n'ont eu de cesse d'augmenter passant de 512 kbits/s, un accès dix fois plus rapide qu'une connexion par modem classique, à 8 Mbits/s soit 16 fois plus.

Lors des premières connexions ADSL en France les principaux FAI étaient Wanadoo (Filiale de France Télécom) et Club Internet. Cependant Free, un fournisseur alternatif a favorisé cette évolution de débit en fournissant sans cesse des débits toujours plus élevés. Les autres fournisseurs ont du suivre cette évolution afin de pouvoir survivre. De nombreux fournisseurs d'accès n'ont pu survivre à la transition ADSL :

<i>Fournisseur</i>	<i>Fermeture</i>
Diligo	Cessation d'activité
France Explorer	Fusion avec N9uf Telecom
Freesbee	Fusion avec Tiscali
Infonie	Fusion avec Tiscali
Libery Surf	Fusion avec Tiscali
World Online	Fusion avec Tiscali
M6net	Cessation d'activité

Pour pouvoir rester compétitifs tous les FAI ont du augmenter leurs débits. Cependant, ces seules augmentations n'ont pas suffi aux FAI pour se démarquer. Dès lors, avec une large bande passante il leur devient possible de se diversifier fournissant des services complémentaires tels de la téléphonie ou la télévision.

1.3. Set-top-box

Pour une connexion classique analogique ou ADSL un simple modem suffit. Un modem d'encoder et de decoder un signal numérique en analogique et inversement, d'où le nom Modulateur/Démodulateur.



FreeBox (Free)



LiveBox (Wanadoo)

Cependant dès qu'on envisage de nouveaux services un simple modulateur ne suffit pas. Il devient nécessaire de pouvoir faire la distinction en un flux internet classique demandé par l'utilisateur et un flux contenant une communication téléphonique ou une diffusion télévisuelle.

Ce modem « spécial » est appelé « Set-top-box ». C'est, en réalité, un modem ADSL classique couplé à un petit ordinateur capable de faire le tri dans les flux internet le tout dans une unique boîte.

La présentation des mécanismes assurant la bonne séparation des flux sera faite dans la deuxième partie de ce document.

A l'heure actuelle sur le marché Français seuls les 3 plus grands FAI (Wanadoo, Free et N9uf Telecom) fournissent des set-top-box (LiveBox, FreeBox et N9ufBox).



N9ufBox (N9uf Telecom)

1.4. Les freins technologiques

1.4.1. Architecture du FAI

Dans un premier temps les FAI doivent avoir une architecture leur permettant de fournir à leurs abonnés les services tels que la téléphonie et/ou la télévision.

Pour ce qui est de la téléphonie, la technologie utilisée est la voix sur IP ou VoIP (Voice over IP). Cette technologie permet de faire passer un flux audio (conversation) entre deux utilisateurs à travers un réseau informatique classique et non plus un réseau téléphonique. Cependant il est nécessaire d'avoir une interconnexion entre le réseau téléphonique traditionnel et le réseau VoIP du FAI pour acheminer les conversations entre un abonné et un interlocuteur ne souscrivant pas à une telle offre.

La télévision quant à elle est principalement limitée par les batailles juridiques que technologiques. En effet, actuellement les FAI utilise un encodage classique et éprouvé qu'est le MPEG2 pour diffuser de la télévision. Cet encodage est utilisé dans les DVD. Cependant, il faut aussi pouvoir recevoir la télévision dans le central afin de la diffuser sur tout le réseau.

En outre, la technologie ADSL y compris ADSL2+ (qui offre des débits bien plus élevés) est limitée par la distance entre l'abonné et le central téléphonique. Ceci restreint les offres Triple Play aux zones urbaines denses.

1.4.2. Set-top-box

Une fois l'architecture mise en place, la création d'une set-top-box peut commencer. Chaque FAI étant différent, toutes les set-top-box sont différentes également et n'ont pas les mêmes caractéristiques. De manière générale, elle contient :

- une prise téléphonique à brancher à la prise téléphonique de l'utilisateur ;

- une prise téléphonique pour les communications à travers le FAI ;
- une prise péritel permettant d'avoir la télévision ;
- une prise USB ou RJ45 (réseau informatique) pour délivrer les trafics aux utilisateurs.

Malgré une connectivité identique, chaque set-top-box est différente pour pouvoir s'interconnecter sur le réseau spécifique du FAI. Un fournisseur extérieur tel que Alcatel ou Samsung ne peut produire des set-top-box en grand nombre comme c'est le cas des modems ADSL traditionnels. Chaque FAI doit développer sa propre set-top-box.

Ceci pose un problème technologique car les principales sociétés d'équipements de télécommunication ne peuvent se charger du développement. De ce fait les innovations ne sont fournies que par des sociétés non expertes dans le domaine.

1.5. Les batailles juridiques

La téléphonie ne pose en soi aucun problème juridique ce qui n'est pas le cas de la diffusion vidéo de type télévision ou vidéo.

Chaque FAI doit avoir un accord commercial avec chaque chaîne de télévision afin de pouvoir recevoir et diffuser le flux télévisuel. A ce propos on peut noter le différent qu'il existe entre TF1/TPS/M6 et Free/N9uf Telecom. En effet, ces chaînes de télévision suite à un accord avec France Telecom refusaient de fournir leurs services aux FAI alternatifs. Une décision juridique a donné raison à Free et au N9uf. Ces derniers déplorent les lenteurs mises en œuvre par les chaînes de télévision afin de raccorder les différents réseaux.

En ce qui concerne la diffusion de vidéo pour des services tels que la VoD (Video on Demand) ce sont les Majors qui ralentisse le processus. En effet, ces derniers craignent le développement du piratage d'œuvre numérique.

En outre, ces derniers imposent un cryptage de haut niveau afin de limiter les risques de piratage. Un tel cryptage nécessite beaucoup de ressource pour pouvoir décrypter le flux vidéo et donc augmente les coûts de développement et de production des set-top-box. A l'heure actuelle aucun compromis n'a été trouvé.

Quoiqu'il en soit les Majors ne savent toujours à partir de quel moment il vont diffuser un film : à la sortie en salle, à la sortie en dvd ou à un autre moment. Cette décision peut avoir beaucoup d'impact sur les sorties en salles ou les ventes de DVD. Si le temps entre la sortie en salle et la diffusion via la VoD est bref alors un tel accord avantagerait les FAI par rapport aux Majors et inversement si le temps est long.

1.6. Services envisageables

L'utilisation de set-top-box permet d'offrir un grand nombre de service. A l'heure actuelle, seules la télévision et la téléphonie sont fournies. Mais l'on peut imaginer un grand nombre de service notamment dans le domaine de l'audiovisuel. Voici une liste non exhaustive des technologies qui peuvent être mises en œuvre.

- *Live TV*

Regarder la télévision sur un PC connecté ou bien sur une télévision moyennant une set-top-box, avec dans certains cas les fonctions Pause/Reprendre, Répéter, Enregistrer. La prise en charge de ces fonctions peut s'effectuer au niveau réseau ou bien au niveau de l'équipement installé chez l'abonné.

- *Shift TV*

L'abonné qui a manqué une émission ou un événement peut en demander une rediffusion. C'est un service à la demande.

- *Pay Per View*

Les abonnés souscrivent un service moyennant paiement et accèdent au contenu (programme ou séance) correspondant.

- *Video On Demand*

Ce service correspond à la location de cassette VHS ou de DVD dont nous avons l'habitude. L'utilisateur choisit un titre dans un catalogue et, s'il décide de le voir, il paye. L'accès au film lui est consenti pour une certaine durée (par exemple 24 heures) pendant laquelle il peut le voir autant de fois qu'il le souhaite. Ceci élimine le souci de rendre le film en retard au loueur et évite de payer la journée supplémentaire due en cas de retard. La Vidéo à la Demande (VOD) peut fonctionner en streaming (flux) ou en download (téléchargement).

- *Near Video On Demand*

Ressemble beaucoup à la VOD. Ce service évite à l'utilisateur d'attendre que le film soit mis à sa disposition par téléchargement ou bien qu'il soit monté en ligne dans le cas où le titre ne soit pas disponible de manière permanente. L'utilisateur émet une demande de film pour un certain jour et une certaine heure. Ce préavis lui évite d'attendre et permet à l'opérateur de mieux gérer les ressources du réseau en optimisant au mieux sa bande passante.

- *Network Personal Video Recorder*

Ce service part du principe qu'un espace disque est mis à la disposition de l'abonné quelque part dans le réseau (de la même façon qu'un ISP peut allouer à ses abonnés de l'espace disque pour héberger leurs pages personnelles). L'abonné utilise alors le service comme un magnétoscope et programme l'enregistrement d'un film ou d'une émission qui restera stocké dans son espace personnel pour être visionné quand il le voudra. L'espace disque dur peut également être utilisé par l'FAI ou le service de VoD pour pousser des films que l'abonné pourra visionner quand il le voudra après l'avoir choisi sur une liste présentée sur son écran TV.

- *Personal Online Media Library*

Beaucoup d'abonnés ont un comportement de collectionneur. Ils amassent des films, de la musique, et constituent leur médiathèque personnelle. Ce service répond à ce besoin. En fait, le recul que l'on a actuellement sur des expériences où le consommateur est confronté avec l'accès à un réel très haut débit (fibre optique à la maison) montre une évolution de son comportement : la première attitude est d'utiliser le haut débit pour faire venir chez lui une quantité de ressources multimédia, films, musiques, logiciels, jeux. Apparaît ensuite une attitude plus mûre, où l'utilisateur se rend compte qu'il n'y a pas d'intérêt à stocker localement des ressources qui sont en permanence à sa disposition immédiatement en ligne. Le comportement se transforme alors. L'utilisateur stocke dans le réseau (upload) des documents personnels plutôt qu'il ne fait venir chez lui des contenus sujets au copyright ou aux droits audiovisuels.

- *Interactive Program Guide*

Ceci est un service gratuit qui permet à l'utilisateur de naviguer dans une grille de programme.

- *PAM (Personal Account Management)*

Le service de Gestion de compte, purement utilitaire mais indispensable, par lequel l'abonné contrôle l'état de son compte, la consommation qui est faite par son foyer, définit les autorisations d'accès des différents membres de la famille et active le contrôle parental.

- *Accès au Web et à l'e-mail*

Ce sont des applications de base d'Internet qui trouvent dans le haut débit un souffle nouveau qui donne aux pages la possibilité d'inclure des contenus plus riches, avec de la vidéo.

- *Network game*

Les jeux en réseau sont une extension de jeux sur console ou PC, ce service se différencie par sa dimension multi-joueurs, il peut également prendre la forme plus élaborée des univers persistants, à accès multi-terminaux, le jeu se poursuivant alors hors de la participation de tel ou tel joueur.

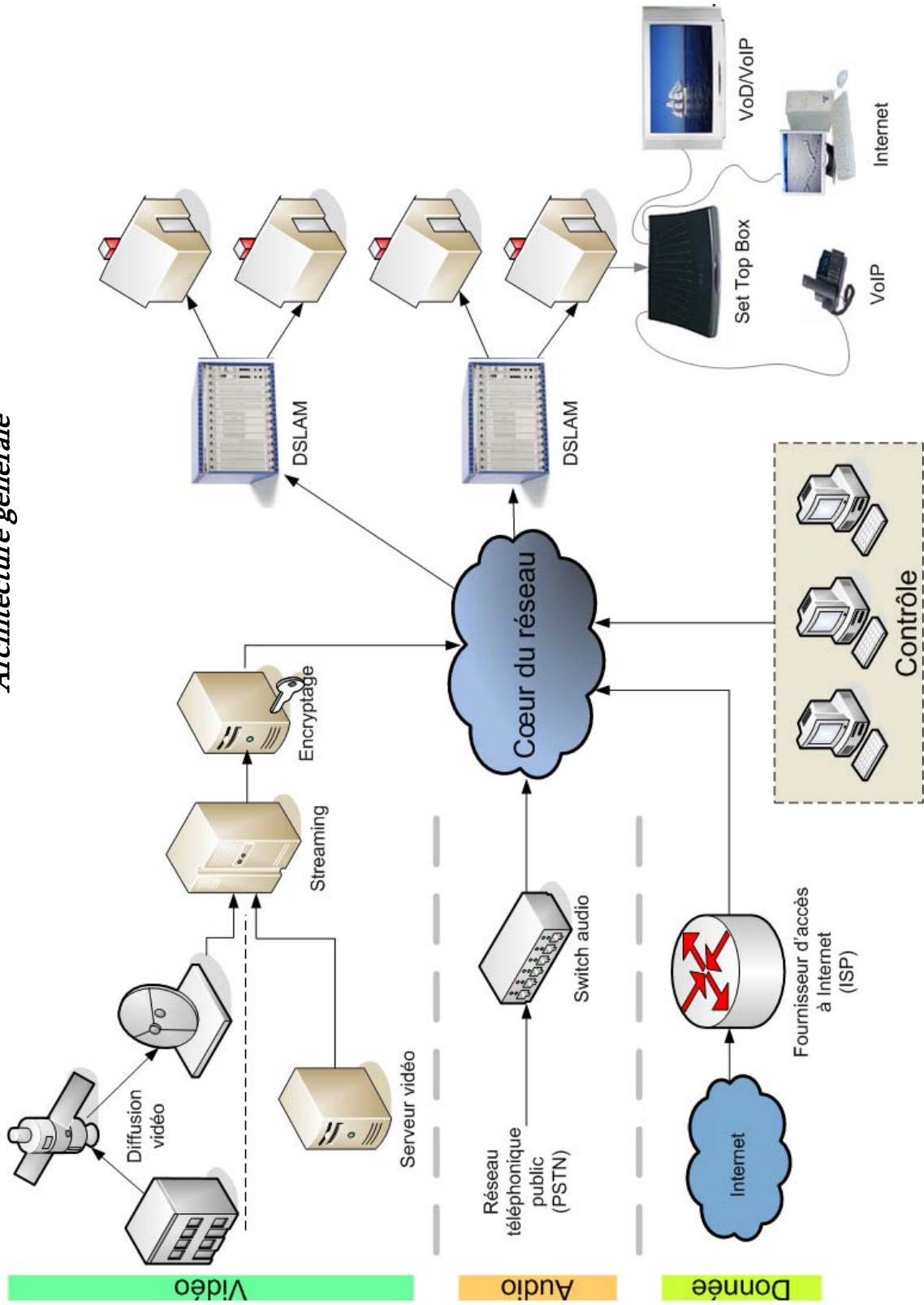
2. PRESENTATION TECHNOLOGIQUE

Comme son nom l'indique, la triple play propose trois catégories de services : l'accès à Internet, à la Télévision et à la Téléphonie, le tout via une seule et unique prise téléphonique. Après avoir découvert les avantages et inconvénients d'une telle offre, voyons à présent son principe de fonctionnement.

Commençons par visualiser l'architecture nécessaire à la mise en place d'une offre triple play :

(Voir page suivante)

Architecture générale

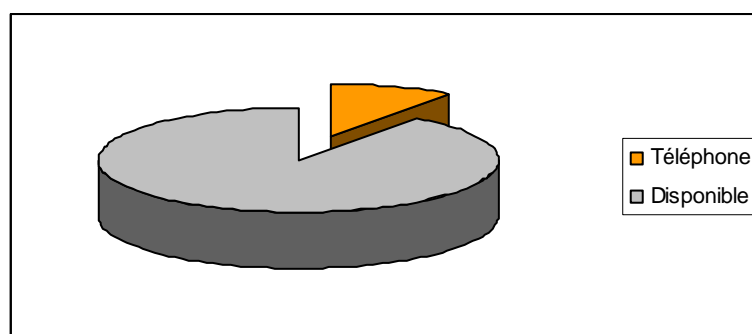


2.1. Internet

Avant l'arrivée de l'ADSL, les connexions à Internet des particuliers étaient composées de modem offrant, dans le meilleur des cas, des débits de 56kbit/s. Ce débit, aujourd'hui désuet, était limité par les caractéristiques inhérentes au mode de transmission, à savoir les fréquences vocales pour lesquelles était dimensionné le réseau de l'opérateur historique. Il n'était question à l'origine de ne connecter que des téléphones, puis sont arrivés les fax et enfin ces fameux modems permettant l'accès à Internet, qui ont dû s'adapter au réseau existant.

La limitation venant de l'équipement de l'opérateur historique (France Télécom), ce dernier a commencé à proposer des offres d'accès à Internet permettant d'améliorer ce débit : les offres Netissimos. C'était l'apparition de l'ADSL.

L'ADSL exploite la bande de fréquence inutilisée sur la ligne téléphonique. En effet, le téléphone n'utilise que les basses fréquences, soit 10% des capacités de transfert de la ligne. L'ADSL vient donc s'inscrire dans les bandes de fréquences inutilisées :



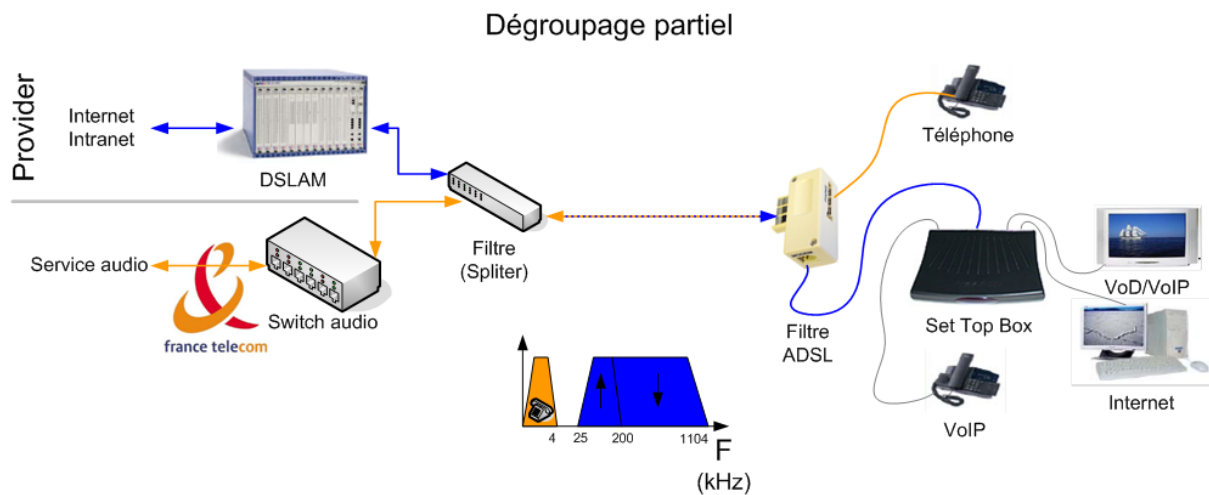
Utilisation de la bande de fréquence sur les lignes téléphoniques avant l'ADSL

Cependant, cette amélioration nécessitait une modification de l'équipement chez l'opérateur, moyennant finance de la part de l'utilisateur (frais de mise en service). Afin de rompre le monopole de l'opérateur historique et provoquer une baisse des tarifs, France Télécom a été obligé en 2001 par la Loi, de rendre accessible ses propres lignes à la

concurrence pour qu'ils puissent y dispenser leurs services. C'est ainsi qu'est né le dégroupage.

Il existe 2 types de dégroupages :

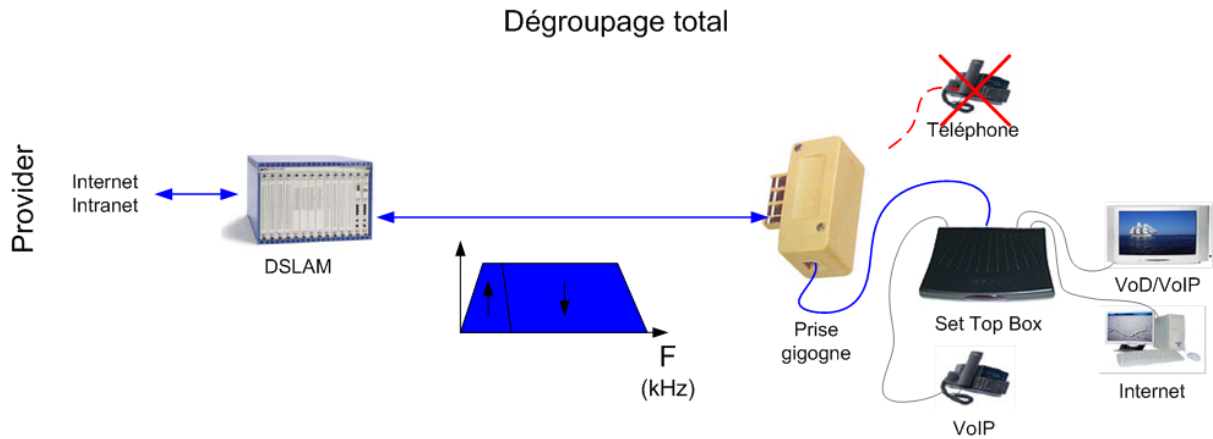
- Le dégroupage partiel : Si on détail un peu plus la connexion entre le cœur du réseau et le foyer de l'abonné, on distingue qu'au même titre que l'abonné qui dispose d'un filtre ADSL sur sa prise téléphonique, il existe l'équivalent à l'opposé de la ligne. Dans le cas du dégroupage partiel, cela permet de rediriger la ligne téléphonique (analogique) vers l'opérateur historique restant à sa charge, du trafic Internet à destination du FAI.



Le DSLAM est un équipement généralement installé dans les centraux téléphoniques assurant le multiplexage des flux ATM vers le réseau de transport. Cet élément n'accueille pas seulement des cartes ADSL mais peut aussi accueillir différents services DSL tels que SDSL ou HDSL en y insérant les cartes de multiplexages correspondants. Chaque carte supporte plusieurs modems ADSL.

- Le dégroupage total : Dans ce cas, l'abonné n'a plus aucun lien avec France Télécom. Il est en liaison directe avec le FAI et économise ainsi l'abonnement téléphonique. Plus aucun filtre n'est nécessaire puisque toute la bande de fréquence est à disposition de la Set-Top-Box. L'installation est donc dépendante de

cette dernière car plus aucun appareil analogique ne doit être connecté directement aux prises téléphoniques sous peines de non fonctionnement, voir même de perturbation du trafic.



Le dégroupage a donc permis de fournir des services différenciés de celui de l'opérateur historique, tel que l'implantation de nouvelles technologies (amélioration du débit avec l'ADSL2+, mise en place de nouveaux services...), mais aussi de rendre possible une concurrence, permettant ainsi une économie moyenne de 15€ sur l'abonnement ADSL. Le forfait passant ainsi de 45 à 30€ par mois.

2.2. Télévision

La télévision est sans conteste le service le plus critique en matière de bande passante dans une solution triple play. En effet, la vidéo est relativement gourmande en débit, et la moindre fluctuation de débit devient rapidement gênante à la visualisation.

Il faut donc trouver un compromis entre la qualité de vidéo, et un débit garanti.

Bien que les accès à Internet soient toujours plus rapide (jusqu'à 16Mbit/s), les FAI restent bloqués par l'inégalité des débits entre les abonnés. En effet, ce dernier est fortement sujet à la distance entre l'abonné et le central téléphonique et à la qualité de la ligne téléphonique.

Afin de proposer leur service triple play au plus grand nombre, ils sont contraints d'utiliser un minimum de bande passante même si les plus chanceux sont capables de réceptionner bien plus rapidement.

Le débit retenu pour la vidéo par les FAI est de l'ordre de 2 Mbit/s. A titre indicatif, le débit d'un DVD varie selon le type de contenu (scène d'action, paysage...), de 5 à 10Mbits. Notons qu'un DVD est compressé à la norme MPEG2. Il faut donc compresser d'avantage le flux vidéo pour respecter le débit fixé de 2 Mbit/s, et par conséquent dégrader la qualité d'image.

Le type d'encodage retenu est dans la plupart des cas, la norme MPEG2, déjà bien implantée et nécessitant un investissement moindre dans les équipements. La norme MPEG4, garantissant une meilleure qualité et une bande passante diminuée de moitié sera la prochaine norme de codage répandue pour les offres triple play. Elle est actuellement peu utilisée car coûteuse en ressource pour un encodage « à la volée » des flux vidéo, et nécessiterait des équipements (Set-Top-Box) plus gourmands en ressource de calcul.

Un autre avantage au niveau du gain de compression serait par exemple la possibilité de réceptionner 2 chaîne simultanément et donc relier 2 téléviseurs sur la Set-Top-Box.

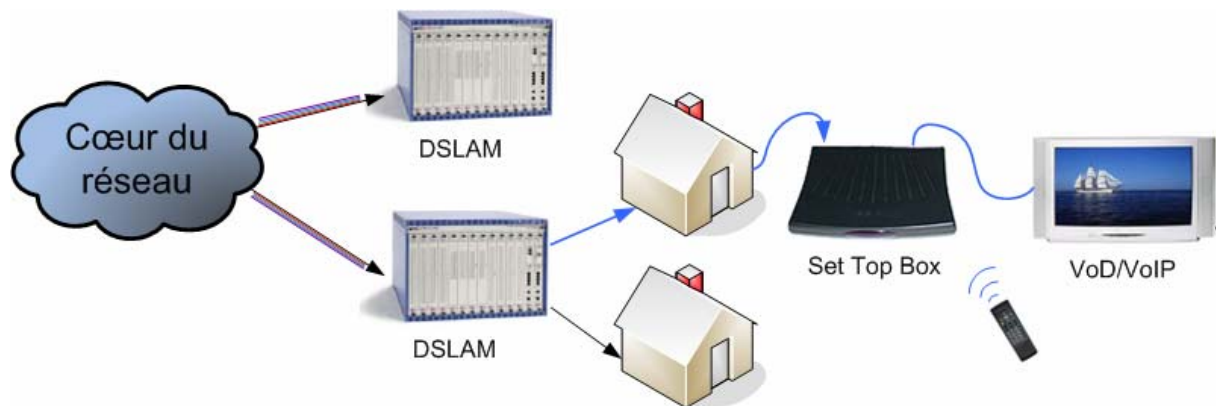
Analysons désormais le principe de diffusion de la télévision par ADSL, pour aborder ensuite la Vidéo On Demand.

2.2.1. Diffusion de la TV

La télévision sur IP est soumise à une contrainte de taille: la bande passante aux niveau des utilisateurs finaux.

En effet, il n'est pas possible, contrairement à la télévision par ondes hertziennes, de diffuser simultanément toutes les chaînes de télévision à tout le monde (Multicast DM). Cela nécessiterais autant de flux que de chaîne et provoquerait une saturation du débit (2Mbit/s par chaîne).

La solution retenue est donc le Multicast CtrMcast, autrement dit, avec point de rendez-vous. Cela se traduit par une diffusion globale des chaînes, jusqu'au point le plus proche de l'abonné : le DSLAM. Ainsi, lorsque l'abonné désire regarder une chaîne, alors il en fait la demande auprès de son DSLAM de raccordement, et ce dernier lui redirige le flux associé.



Dans le cas ci-dessus, les DSLAM reçoivent toute les chaînes (une couleur par chaîne), et l'abonné A demande la chaîne « bleue » via la télécommande à la Set-Top-Box. Cette dernière soumet la requête à son DSLAM qui va lui retourner le flux correspondant (bleue). Il ne lui reste plus qu'à le décoder et l'afficher sur la télévision.

2.2.2. Diffusion de la VoD

La vidéo à la demande (VoD : Video On Demand) offre la qualité de service la plus avancée. En effet, l'abonné n'a plus à se soucier des horaires de diffusion, car c'est lui qui en fait la demande. De plus, il est à même de mettre en pause la diffusion, et parfois même se déplacer dans le flux. Cependant, cela ne peut être appliqué qu'à des vidéos préenregistrées, principalement des films.

Sur l'aspect technique, on se rend compte que diffuser individuellement un film à x abonnés va poser des problèmes au « goulot d'étranglement » : le cœur de réseau. En effet, ces x flux de 2Mbit/s transiteront au même endroit. Il s'agit du problème de la True VoD.

Pour palier ce problème, l'Unified VoD a été créé. Son principe de fonctionnement est le suivant :

Un abonné A souhaite visualiser un film f. Le serveur vidéo va diffuser le film en multicast vers l'abonné A.

Supposons qu'un abonné B arrive quelques minutes plus tard et demande le même film f. Le serveur va se rendre compte que le film est en cours de diffusion, et va réémettre, cette fois-ci en unicast, le début du film que l'abonné B a manqué. De son côté, la Set-Top-Box de l'abonné B va mettre en cache le déroulement actuel du film en cours de diffusion pour l'abonné A. En parallèle, elle va lire directement le flux unicast du début du film qui lui est dédié. Une fois le début du film manqué récupéré, la Set-Top-Box poursuit la lecture dans son cache, tout en continuant son remplissage avec le film en cours de diffusion. La lecture du film se poursuivra donc avec le cache.

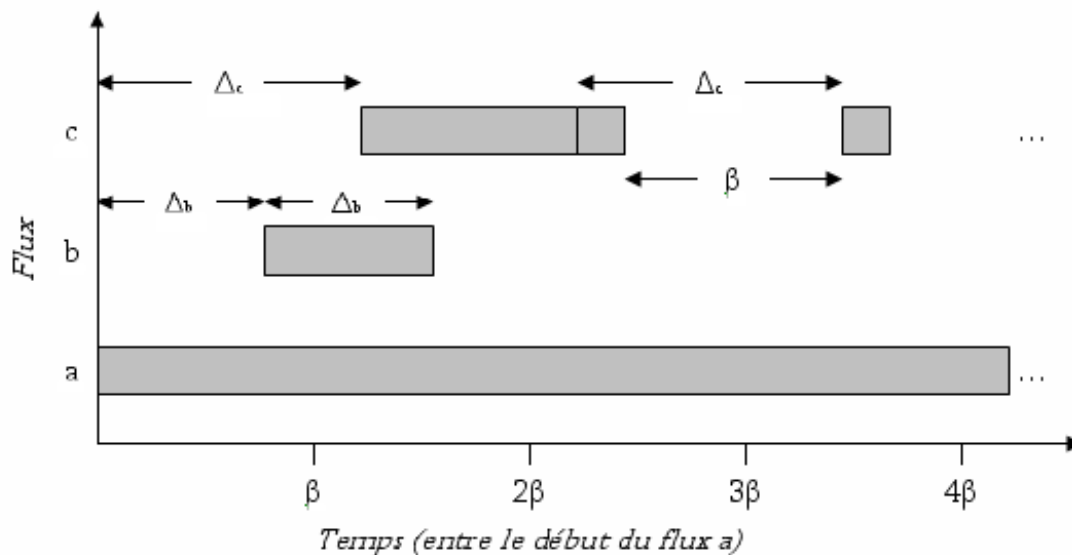
L'Unified VoD permet une économie considérable de la bande passante du FAI. Cependant, certains inconvénients existent :

- lorsqu'un abonné demande la visualisation d'un film qui a déjà débuté, ce dernier reçoit pendant une certaine période 2 flux, nécessitant ainsi un débit deux fois supérieure à la normale.
- La Set-Top-Box doit être équipée d'un cache suffisamment grand pour mémoriser quelques minutes de film.
- La quantité de film proposée par le FAI ne doit pas être trop importante sous peine de rendre inefficace l'Unified VoD. (trop peu d'abonnés demandant le même film simultanément)

Si un utilisateur C demande également le film f, mais avec un retard trop important pour qu'il puisse être stocké en cache, le serveur va émettre régulièrement la durée de film

nécessaire au manque à gagner du cache (petite période manquante ne pouvant être stockée dans le cache)

Le schéma ci-dessous illustre ces 3 cas de figures (Les flux correspondants aux abonnés demandant le film f respectifs) (β représentant la taille du cache, et les Δ les retards):



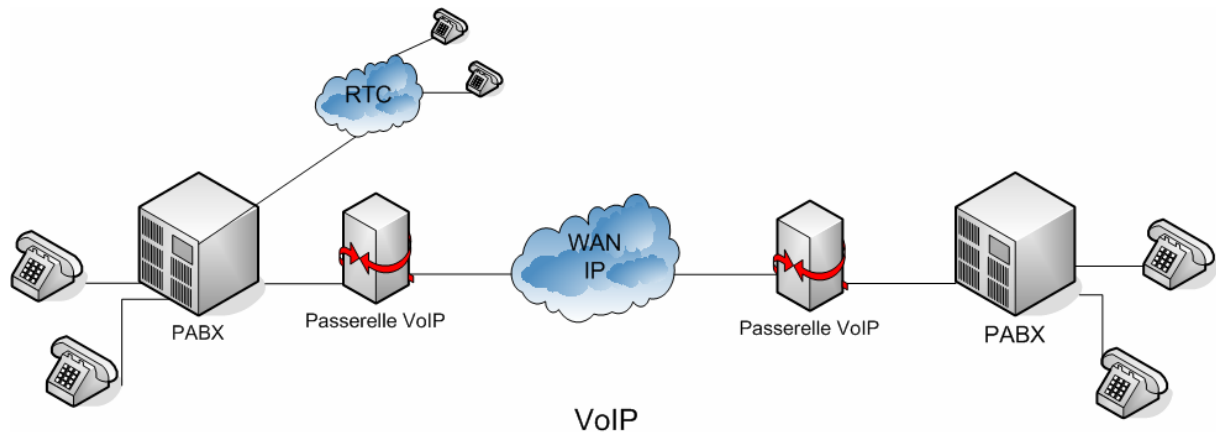
2.3. Téléphonie

La téléphonie constitue le principal outil de communication, autant pour les entreprises que les particuliers. La téléphonie classique repose sur la commutation de circuit, bien antérieure aux réseaux informatiques d'aujourd'hui.

La téléphonie intégrée aux offres triple play repose sur la ToIP (Téléphonie sur IP). Cette dernière est une extension de la VoIP (Voix sur IP), comme détaillé ci-après :

2.3.1. La VoIP

La VoIP s'appuie à ses extrémités sur les réseaux téléphoniques commutés (RTC). En effet, les équipements restent inchangés (Téléphone, PABX...), tandis qu'une passerelle réalise l'interfaçage avec les réseaux IP:

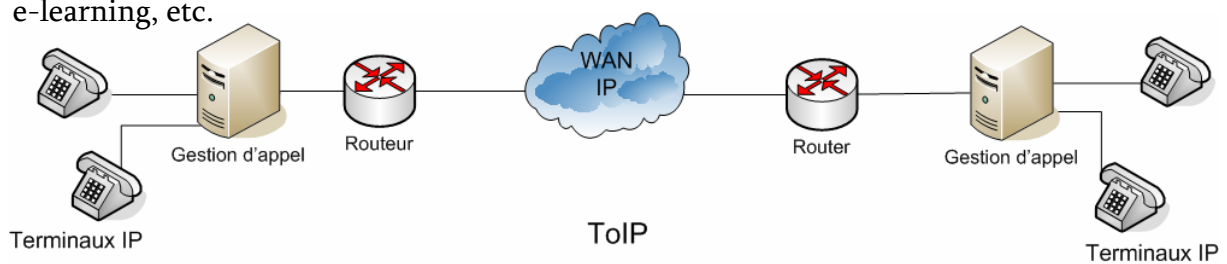


Les passerelles VoIP (Gateway) jouent un rôle essentiel dans l'architecture du réseau de téléphonie IP. Elles sont en fait des ordinateurs réalisant, d'une part, une jonction dans un environnement hétérogène (physique), et d'autre part, apportant une intelligence logicielle : le Gatekeeper.

Le Gatekeeper joue 2 rôles principaux: la gestion des permissions et la résolution d'adresse. Outre cela, il va non seulement router les appels, mais aussi leur attribuer une bande passante sur le réseau, connaître l'état des autres passerelles pour éviter les redondances et faire en sorte que tout appel puisse aboutir avec la meilleure qualité possible.

2.3.2. La ToIP

La ToIP quant à elle, profite également des réseaux IP mais de bout en bout. En effet, ce sont les terminaux qui sont en charge de convertir la voix en trame IP. Ces terminaux peuvent être des téléphones, des ordinateurs utilisant un logiciel spécifique (Ex : Skype), dans ce cas, le correspondant doit utiliser le même logiciel, ou bien plus évolué pour apporter de nouvelles fonctionnalités : visioconférence, application de travail collaboratif, e-learning, etc.



La VoIP permet ainsi une migration en douceur vers la ToIP, en attendant la généralisation des terminaux IP.

Ces nouvelles technologies sont relativement récentes, et souffrent d'un manque de standard unique. Ainsi, chaque constructeur apporte ses normes et ses nouvelles fonctionnalités.

Il existe tout de même quelques références que nous allons aborder : H.323 et SIP.

2.3.3. Les protocoles de la VoIP

Les différents protocoles non propriétaires sont les suivants :

2.3.3.1. H.323

Le protocole H.323 est utilisé pour l'interactivité en temps réel, principalement la visioconférence. Il se base sur le protocole H.320, qui avait le même objectif en RNIS et sur la commutation de circuit pour garantir une qualité de service (QoS) aux utilisateurs.

La commutation de circuit n'apporte cependant pas que des avantages. En effet, comme pour le téléphone, la facturation dépend du débit utilisé, du temps de communication et de la distance entre les appels.

Il est cependant le protocole le plus utilisé, on le trouve notamment dans NetMeeting de Microsoft ou encore certains équipement tels que les routeurs CISCO.

H.323 est composés de différents éléments réseaux :

- Les terminaux : Ce sont les appareils connectés au réseau : un téléphone IP, un ordinateur équipé d'un logiciel supportant le protocole H.323... Ils se regroupent en 2 catégories : matériel et logiciel.
- Les Gateways (Passerelles) : Equipement réalisant l'interconnexion entre réseaux hétérogènes à l'aide de cartes spécifiques. Elles assurent la conversion des données et des signaux de contrôle, et a cohésion des média. Pour cela, elle implémente les fonctions de transcodage audio (compression, décompression), de modulation, démodulation (pour les fax), de suppression d'écho, de silence et de contrôle d'appel.

Bien souvent, il s'agit d'un ordinateur, mais on les trouvent également intégrées dans des routeurs ou bien des PABX.

- Les GateKeepers (Logiciel des passerelles) : Elément optionnel réalisant la traduction d'adresse (n° de téléphone vers adresse IP et réciproquement) et la gestion des autorisations. Cette dernière permet d'établir ou non un appel, de limiter la bande passante ou encore de gérer le trafic sur le réseau. Il permet également de gérer les téléphones classiques et la signalisation permettant de router les appels afin d'obtenir des services supplémentaires tel qu'un service d'annuaire, le transfert d'appel...
- Les unités de contrôle multipoint (MCU, Multipoint Control Unit) : Gère les conférences entre plusieurs terminaux. Elles peuvent communiquer entre elles pour s'échanger des informations de conférence.

Elles sont composées d'un contrôleur multi-point (Multipoint Processor : MC) et de 0 à plusieurs processeur multi-point (Multipoint Processor : MP). Le premier gère la signalisation entre les participants, tandis que le second s'occupe du mixage et du traitement des données.

Les protocoles de signalisation spécifiés par H.323 :

- H.225.0 RAS (Registration, Admission, Status): utilisé pour communiquer avec les GateKeepers, notamment pour découvrir d'autre GateKeeper et s'enregistrer auprès de l'un d'eux à la connexion d'un terminal afin de permettre le routage des appels.
- H.225.0 (Q.931) : Version simplifiée de la signalisation RNIS Q.931 pour l'établissement et le contrôle d'appels téléphoniques sur IP. S'il y a une GateKeeper, les signaux sont routés à travers le GateKeeper, sinon, directement d'un terminal à l'autre.
- H.245 : Permet de déterminer par exemple quel type de Codec utiliser, ou encore de mesurer le délai aller-retour d'une communication.

H.323 spécifie également une liste de Codecs audio :

- G.711 est obligatoire. Il permet une compression et transmission de la voix à un débit de 48, 56 ou 64kbit/s. Ce débit convient pour les réseaux de type LAN, mais sont trop volumineux pour une connexion Internet.
- Les Codecs optionnels supplémentaires (G.723, G.729, G.728...) permettent un débit inférieur respectif de 5,3 kbit/s ou 6,3kbit/s, 8 kbit/s et 16kbit/s.

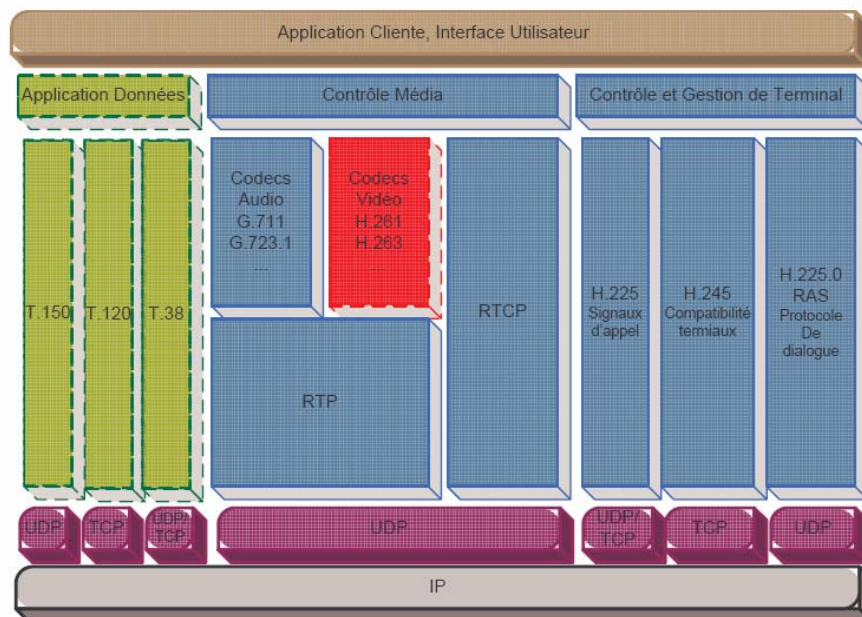
Concernant les protocoles de transports, H.323 en compte 2 :

- RTP (Real-time Transfer Protocol) fournit aux applications temps réel des fonctionnalités de transport, mais ne garanti pas la qualité de service.
- RTCP (RTP Control Protocol) quant à lui surveille le transfert et offre des fonctions d'identification et de contrôle par envois périodiques de paquets aux participants.

Déroulement d'une communication en H.323 :

1. Etablissement de l'appel
2. Echange de capacité (Codec supporté) et réservation éventuelle de la bande passante
3. Etablissement de la communication audio-visuelle
4. Invocation éventuelle de service en cours de communication
5. Libération de l'appel

La pile de protocole utilisé par la norme H.323 est représentée dans le modèle OSI ci-dessous:



Le protocole H.323 est un protocole complexe qui s'inspire de la téléphonie. Il a été créé initialement pour les conférences, et se retrouve aujourd'hui avec des mécanismes superflus, nécessitant une capacité de traitement et de mémoire plus importante sur les terminaux.

2.3.3.2. SIP (Session Initiation Protocol)

SIP est utilisé pour le contrôle de session. A savoir : Créer, réguler et terminer une session vidéo ou audio entre plusieurs terminaux, sur un réseau à commutation de paquet. Ce protocole a pour unique but de permettre la communication. Cette dernière doit ensuite être gérée par d'autres moyens.

Une entité SIP est identifiée par une URI de la forme : sip:user_name@domain_name. Cela présente plusieurs avantages : une mémorisation facile, possibilité d'utiliser la même adresse pour l'email et l'adresse téléphonique.

SIP est composé de plusieurs éléments réseaux :

- Le User Agent : Élément final de l'architecture ; composé d'un User Agent Client (UAC), et d'un User Agent Server (UAS). L'UAC est une application cliente qui envoie des requêtes SIP (Ex : station de travail, téléphone IP, Gateway...), tandis que l'UAS est une application serveur qui dialogue avec l'utilisateur quand une requête SIP est reçue.
- Le serveur Proxy (PS : Proxy Server) : Ils sont chargés du routage d'une session SIP. Lorsqu'il réceptionne une requête SIP, il la transmet à un autre serveur proxy sur la route, ou directement à l'User Agent concerné (si en liaison directe avec lui).
- Le serveur de redirection (RS : Redirect Server) : Il convertit l'adresse contenue dans la requête SIP en 0 ou plusieurs adresses (suivant qu'elle a été reconnue ou non) destinataires, et les transmet aux clients.
- Le Registrar (RG : ReGistration) : Il fournit les informations relatives à la localisation d'un utilisateur.

L'établissement d'une communication avec SIP se déroule en 6 étapes :

1. Localisation du terminal correspondant,
2. Analyse du profil et des ressources du destinataire,
3. Négociation du type de média (voix, vidéo, données...) et des paramètres de communication,
4. Disponibilité du correspondant, détermine si le poste appelé souhaite communiquer, et autorise l'appelant à la contacter,
5. Établissement et suivi de l'appel, avertit les parties appelant et appelée de la demande d'ouverture de session, gestion du transfert et de la fermeture des appels,
6. Gestion de fonctions évoluées : cryptage, retour d'erreurs,...

SIP supporte les sessions en mode point à point, en mode diffusif ou encore une combinaison des 2. Il est donc possible d'avoir :

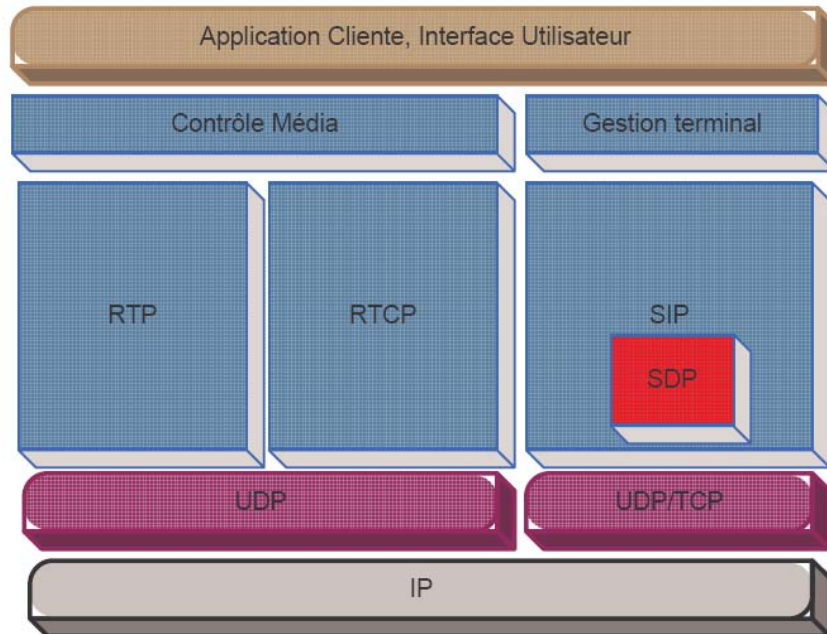
- Machine à machine => point-à-point (unicast)
- Plusieurs utilisateurs en multicast => diffusif. Utilisation d'une unité de contrôle M.C.U Multi-point Control Protocol)
- Plusieurs utilisateurs connectés en multicast dans un réseau maillé complexe => Combinaison des 2 modes précédents.

Les protocoles de transports utilisés sont :

- SDP (Session Description Protocol)

- RTP (Real-time Transfer Protocol)

La pile de protocole utilisé par la norme SIP est représentée dans le modèle OSI ci-dessous:

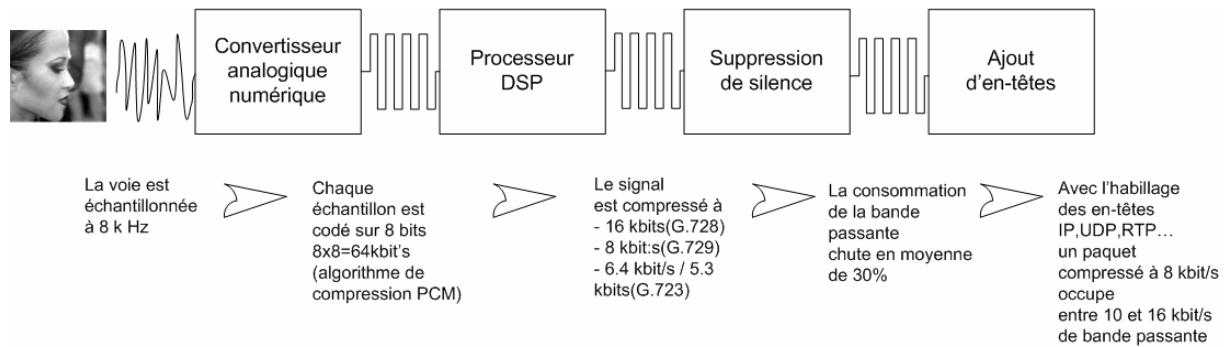


Le protocole SIP possède 3 mécanismes de cryptage afin de sécuriser et authentifier les sessions SIP:

- Bout en bout : Corps du message et certain champs d'entête sensibles aux attaques
- Saut par saut : Pour empêcher les pirates de savoir qui appelle qui
- Saut par saut du champ d'entête Via : Pour dissimuler la route empruntée par la requête.

2.3.4. La numérisation de la voix

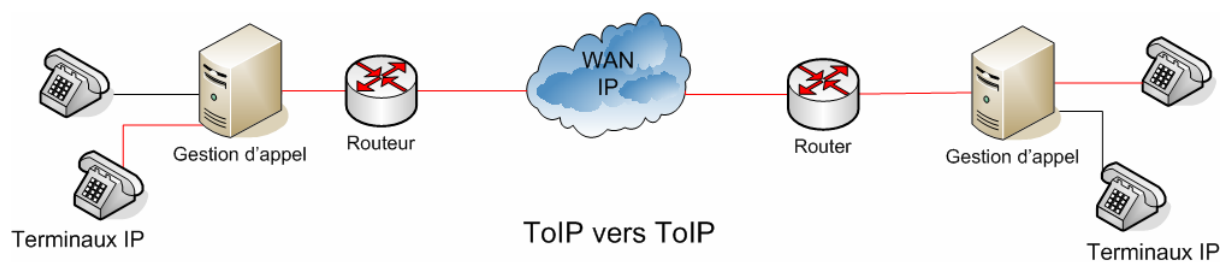
La téléphonie sur IP est une transmission de la voix en mode paquets au format TCP/UDP. Pour comprendre le traitement complexe de la voix analogique (signaux électriques) en signaux binaires, voici un synoptique explicatif :



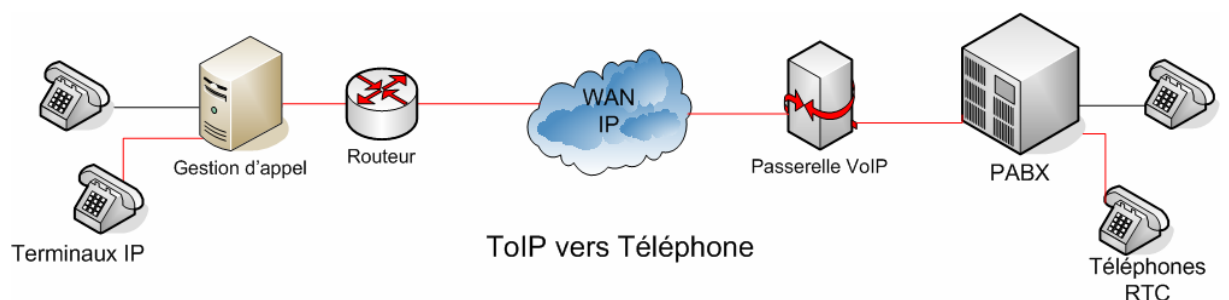
La bande voix qui est un signal électrique analogique utilisant une bande de fréquence de 300 à 3400 Hz, elle est d'abord échantillonnée numériquement par un convertisseur puis codé sur 8 bits, puis compressé par les fameux codecs (DSP), et ensuite, on peut éventuellement supprimer les pauses de silences observés lors d'une conversation, pour être ensuite habillé RTP, UDP et enfin en IP. Une fois que la voix est transformée en paquets IP, ces paquets IP identifiés et numérotés peuvent transités sur n'importe quel réseau IP.

2.3.5. Le trajet des communications

2.3.5.1. ToIP vers ToIP



2.3.5.2. ToIP vers Téléphone & réciproquement



CONCLUSION

Les fournisseurs d'accès à internet se retrouvent dos au mur. D'une part il leur est nécessaire d'offrir de nouveaux services à leurs clients tels que la télévision et/ou la téléphonie. Mais d'autre part ils font face à des difficultés techniques mais ce sont surtout les batailles juridiques et la lenteur des Majors qui sont un frein à l'expression du potentiel des offres Triple Play.

Comme nous l'avons vu en seconde partie de ce document, la téléphonie et la diffusion télévisuelle mettent en œuvre des technologies certes éprouvées mais néanmoins complexes. De nombreux fournisseurs d'accès n'ont pu survivre au passage de l'analogique à l'ADSL. Une nouvelle mutation des FAI s'opère avec les offres Triple Play et à l'heure actuelle seuls trois fournisseurs ont pu relever le défi.

On ne peut que spéculer sur les évolutions à venir, mais on peut désormais prédire que l'avenir des FAI sera audiovisuel, interactif et mobile.

LEXIQUE

ADSL	Asymmetric Digital Subscriber Line : Technologie exploitant la bande passante inutilisée des lignes téléphoniques pour une connexion Internet beaucoup plus rapide.
ADSL 2+	Nouvelle version de l'ADSL repoussant les limites de proximités du central téléphonique, et permettant de meilleurs débits
ART	Autorité de Régulation des Télécommunications
Codec	Algorithme utilisé pour compresser des données (voix, image, vidéo...)
Dégrouper	Le terme dégroupage voit son origine dans le fait que les fils de l'opérateur historique étaient "groupés" sur ses propres équipements dans son central. Il doit aujourd'hui les dégroupier pour permettre aux autres opérateurs d'y brancher les leurs.
DSLAM	Digital Subscriber Line Access Multiplexor. Permet de regrouper plusieurs lignes d'abonner en un unique lien à destination du FAI, en multiplexant les flux
FAI	Fournisseur d'accès à internet
Gatekeeper	Logiciel installé sur les passerelles (GateWay)
Gateway	Passerelle entre deux réseaux hétérogènes
IP	Internet Protocol
Netissimo	Première offre ADSL proposée par France Télécom.
PABX	Private Automatic Branch eXchange : Central téléphonique privé
PSTN	Public Switched Telephone Network, réseau téléphonique publique
Skype	Logiciel permettant de téléphoner via Internet (http://www.skype.com)
Streaming	Diffusion d'un flux vidéo sur réseau IP de manière continue. La lecture peut débuter sans avoir téléchargé entièrement le fichier
Triple Play	Offre intégrant la téléphonie, l'accès internet haut débit et la télévision

BIBLIOGRAPHIE

[1] <http://www.commentcamarche.net>

[2] <http://www.lea-linux.org>

[3] <http://www.mandrakeuser.org>

[4] <http://www.journaldunet.com>

[5] <http://www.linternaute.com>

[6] <http://www.frameip.com/voip>