

Nouvelles Technologies Réseau

Triple Play

Table des matières

1 Introduction.....	3
2 Triple Play par ADSL.....	4
2.1 La technologie ADSL.....	4
2.2 La Set-Top-Box.....	5
2.3 Accès à Internet.....	6
2.3.1 Connexion à l'abonné.....	6
2.3.2 Connexion à la Set-Top-Box.....	7
2.3.3 Débit IP.....	9
2.4 Téléphonie	10
2.4.1 POTS.....	10
2.4.2 Voice over IP.....	10
2.4.3 Voice over ATM.....	14
2.5 Télévision par ADSL.....	14
2.5.1 Fonctionnement.....	14
2.5.2 Bande passante et encodage.....	15
2.5.3 Vidéo à la demande.....	15
3 Triple Play par câble.....	17
3.1 Origine	17
3.2 Hybride Fiber Coax.....	17
3.3 Modem Câble.....	18
3.4 DVD/DAVIC.....	19
3.5 DOCSIS et PacketCable.....	19
4 Offres des différents opérateurs.....	21
5 Evolution.....	22
5.1 WiMax.....	22
5.2 UMA (Unlicensed Mobile Acces)	23
6 Conclusion.....	26
Bibliographie.....	26

1 Introduction

Les FAI (Fournisseur d'Accès Internet) proposent depuis maintenant près de deux ans de nouvelles offres. Il s'agit d'offres « Triple Play » qui permettent à l'utilisateur de bénéficier d'un accès Internet haut débit, de la téléphonie et de la télévision par Internet.

Après avoir réalisé une présentation générale de cette technologie, une présentation plus spécifiques des différentes technologies utilisées sera réalisée. Puis nous exposerons les différentes offres proposés actuellement par les FAI. Ce document sera clôturé par une présentation des évolutions possibles de cette technologie.

2 Triple Play par ADSL

L'ADSL (*Asymmetric Digital Subscriber Line*) est la technologie la plus utilisée actuellement pour l'accès à Internet par les particuliers. Bien que ça ne fut pas historiquement sur ce type de technologie que les offres Triple Play ont été développées, c'est aujourd'hui le premier fournisseur de ce genre d'offres.

Avant d'expliquer le fonctionnement de ces offres via ADSL, nous allons effectuer une brève description de cette technologie.

2.1 La technologie ADSL

L'ADSL est une technologie développée pour pouvoir faire passer des données informatiques au travers des lignes téléphoniques (cela permet alors de ré-utiliser un réseau de câble déjà existant). Pour ce faire, elle utilise les bandes de hautes fréquences, non utilisées par la téléphonie (300-3400Hz), en utilisant des techniques de multiplexage et de modulation adaptées aux lignes téléphoniques. Le fait d'utiliser les fréquences hautes de la ligne téléphonique implique cependant l'utilisation d'un filtre de part et d'autre de la ligne téléphonique afin que les signaux de téléphonie ne viennent pas perturber les signaux ADSL (et inversement).

Les flux sont asymétriques, ce qui signifie qu'en ADSL, un abonné peut envoyer des données (voie montante) à un débit plus faible qu'il peut en recevoir (voie descendante). Cela est particulièrement adapté à une utilisation de la connexion par un particulier qui reçoit plus souvent des données qu'il n'en envoie (bien que l'asymétrie de l'ADSL soit plus dû à une contrainte technique qu'à un réel choix).

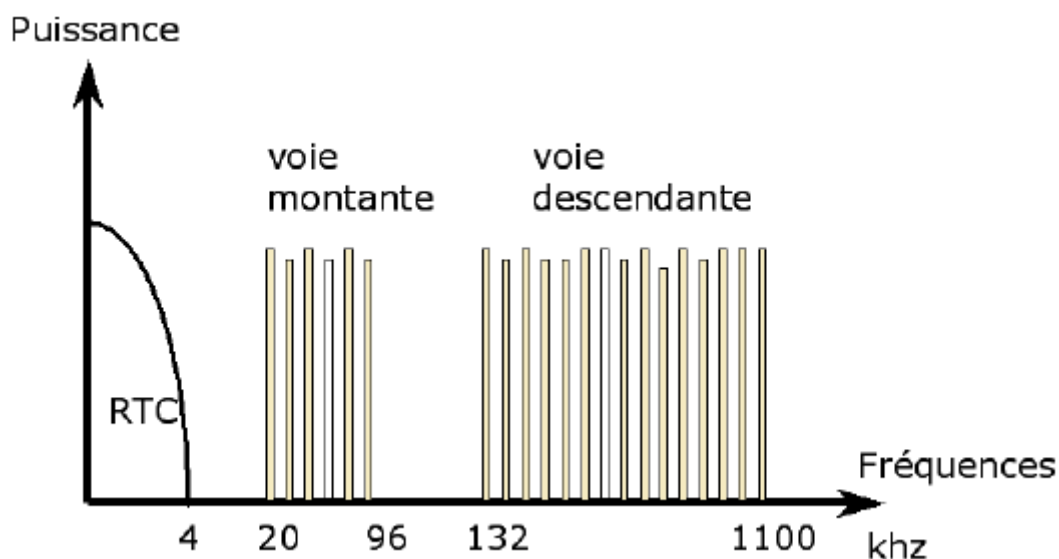


Illustration 1: répartition des bande de fréquence en ADSL.

L'ADSL a permis d'obtenir des débits de 10 à 500 fois plus importants que les précédentes techniques d'accès à Internet pour particuliers (V92¹: 56kbps ; ADSL2+²: 25Mbps), offrant alors la possibilité aux FAI² de proposer d'autres services que l'accès à Internet, comme c'est le cas avec les offres Triple Play.

1 V92: dernière norme en date de codage de l'information au travers d'un modem téléphonique.

2 Fournisseur d'Accès à Internet: société proposant des services de connexion à Internet.

Les offres Triple Play par ADSL sont exclusivement proposées aux abonnés dégroupés. Le dégroupage est une modalité technico-économique pour ouvrir rapidement le réseau local de télécommunications à la concurrence. Il permet aux FAI de disposer d'une partie (dégroupage partiel) ou de la totalité (dégroupage total) des bandes de fréquences de la ligne téléphonique, et ainsi, de faire passer des débits beaucoup plus importants que sur des lignes non dégroupées. Pour exploiter ces bandes de fréquences, ils doivent cependant installer leurs propres appareils dans les centrales téléphoniques.

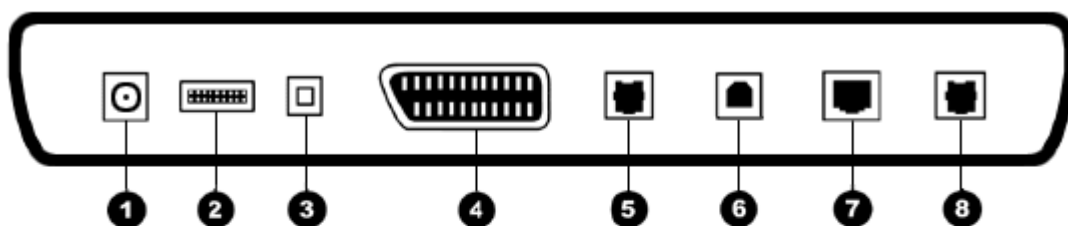
En France, à l'heure actuelle, les abonnés dont la ligne téléphonique n'est pas dégroupée ne peuvent, au mieux, que bénéficier d'un débit de 2Mbps, ce qui n'est pas suffisant pour faire passer des flux audio/vidéo.

Les débits proposés par l'ADSL sont des débits idéaux, car l'ADSL est très sensible à l'atténuation des lignes téléphoniques. Ainsi, plus une ligne sera longue entre un abonné et son central téléphonique, et moins le débit qu'il pourra obtenir via l'ADSL sera grand. De même si la ligne est abîmée, ou qu'elle comporte des dispositifs électroniques (ex: les anciens condensateurs en fin de ligne qui servaient à l'opérateur téléphonique pour tester la ligne à distance).

Cette contrainte est très pénalisante pour les offres Triple Play (et notamment pour le flux vidéo qui demandent beaucoup de bande passante), et ne peut être améliorée dans les futures versions de l'ADSL. Les offres Triple Play complètes sont donc réservées aux abonnés habitant relativement près de leur central téléphonique (max: 2,5km).

2.2 La Set-Top-Box

La *Set-Top Box* (STB) est un appareil que les FAI ADSL fournissent (parfois gratuitement) à leurs abonnés pour pouvoir bénéficier des offres Triple Play. Il s'agit d'un boîtier qui se connecte sur la ligne téléphonique, et qui dispose au minimum d'une sortie télévision (prise PériTel ou RCA), d'un connecteur téléphonique (RJ11 ou prise téléphonique), et d'un connecteur Internet (RJ45, USB, WiFi, etc.).



- 1 - Connecteur pour le bloc externe d'alimentation électrique
- 2 - Connecteur d'extension IDE SATA (réservé à des usages futurs)
- 3 - Connecteur audio optique S/P-DIF
- 4 - Connecteur PériTel
- 5 - Connecteur téléphonique
- 6 - Connecteur USB
- 7 - Connecteur Ethernet
- 8 - Connecteur xDSL

Illustration 2: connexions d'une Set-Top Box (Freebox).

La STB est en quelque sorte un mini-ordinateur capable de communiquer via ADSL avec le FAI, et de proposer des services avancés aux abonnés.

Certaines STB disposent de services supplémentaires (parfois payant) comme des fonctionnalités de partages de connexion Internet (routage IP/NAT), de lecteur multimédia (à destination de la télévision), de *streaming*³ multi-postes (i.e., recevoir plus d'une chaîne de télévision), etc.

2.3 Accès à Internet

L'accès à Internet est le premier type de service qui a été proposé à travers l'ADSL. Les autres services d'une offre Triple Play par ADSL étant dépendant de celui là, nous allons nous intéresser au fonctionnement de ce service dans un premier temps.

2.3.1 Connexion à l'abonné

La connexion entre l'utilisateur et la STB peut généralement s'effectuer de trois façons différentes:

- Connexion USB⁴: il s'agit d'une liaison série qui permet à l'utilisateur de connecter directement son ordinateur à la STB. Elle ne spécifie aucun protocole de communication particulier à utiliser. Cependant, la communication avec la STB se fait, la plupart du temps, en utilisant soit le protocole ATM⁵, soit le protocole Ethernet⁶. Il se peut aussi que la STB ne fonctionne que comme un modem ADSL classique en utilisant ce type de connexion, obligeant alors l'utilisation du protocole PPP⁷ au dessus d'ATM (PPPoA) ou d'Ethernet (PPPoE) dans ce cas.
- Connexion Ethernet: il s'agit en fait d'une connexion Fast Ethernet (100 Mbit/s) qui permet à l'utilisateur de se connecter à la STB au moyen d'une carte réseau.
- Connexion WiFi: la plupart du temps, il s'agit d'un module optionnel payant qui permet à l'utilisateur de se connecter à la STB au moyen d'une connexion sans fils, type 802.11b/g.

Bien évidemment, le protocole réseau utilisé ici est le protocole IP. Sa configuration au niveau de l'ordinateur de l'utilisateur est effectuée à l'aide d'un serveur DHCP, soit implémenté dans la STB, soit se situant dans les locaux du FAI.

En général, les FAI ne procurent qu'une seule adresse IP par abonné (l'abonné peut cependant en obtenir d'autre en payant, mais ce n'est pas fréquent avec tous les FAI). Cette dernière peut d'ailleurs changer dans le temps (IP dynamique), mais étant donné la nature quasi permanente des connexions ADSL, les IP dynamiques n'offrent aucun avantage aux FAI.

Pour partager la connexion Internet entre différent ordinateurs, il existe généralement deux solutions:

- soit la STB permet d'effectuer du routage IP (et plus précisément, du routage NAT), et dans ce cas, il suffit de la configurer de manière à ce qu'elle partage la connexion Internet (ou,

3 *streaming*: transfert de données multimédia, ayant des contraintes isochrones.

4 Universal Serial Bus: type de connexion à un ordinateur permettant des échanges à grands débits ainsi que des fonctions d'alimentation des appareils connectés.

5 Asynchronous Transfer Mode: protocole réseau qui transmet les données par « cellules » de 53 octets plutôt que par paquets de longueur variable comme IP ou Ethernet.

6 Ethernet: norme de protocole de réseau local relativement puissante et très répandue, utilisée dans du câble 10baseT ou du coaxial dans sa version de base, autorisant des transferts à 10 Mbps.

7 Point to Point Protocol: implantation d'IP pour le transfert de données par modem, sur port série.

plus exactement, qu'elle partage l'adresse IP publique de cette connexion).

Si on veut pouvoir se connecter en Ethernet à Internet, il faut alors prévoir des appareils de partage du lien Ethernet (hub ou switch). En WiFi, le lien est naturellement partagé. Enfin, en utilisant la connexion USB, on doit posséder un appareil qui fasse la passerelle entre le lien USB et un lien réseau (principalement Ethernet), et qui soit compatible avec les drivers USB de la STB. Cela ne peut bien sûr pas fonctionner si la connexion à Internet dépend du protocole PPP.

Ce type de partage de connexion permet de pouvoir utiliser en même temps les trois types d'accès à la STB pour se connecter à Internet.

- sinon, on doit utiliser un appareil externe à la STB capable d'effectuer le routage NAT. Cela peut être un appareil dédié, ou un ordinateur.

Là cependant, on ne peut plus utiliser qu'un seul des trois types de connexion à la STB pour accéder à Internet.

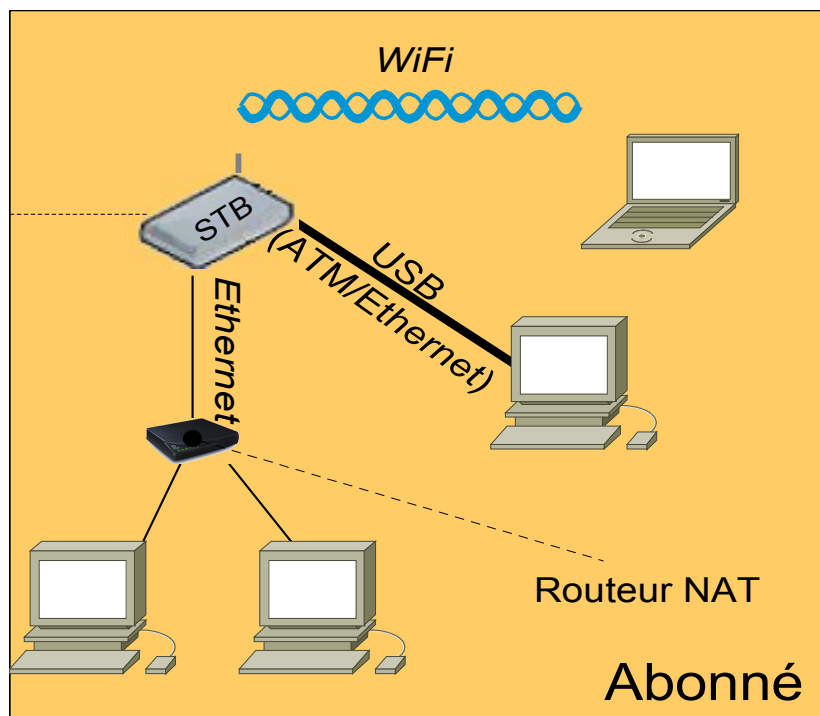


Illustration 3: connexion d'un abonné vers sa STB.

2.3.2 Connexion à la Set-Top-Box

La STB est connectée à la ligne téléphonique de l'utilisateur. A l'autre bout de la ligne téléphonique se trouve le DSLAM⁸ qui a pour tâche de faire la passerelle entre les équipements des utilisateurs (via la STB) et le réseau du FAI. Le DSLAM se situe au niveau du central téléphonique local (plus techniquement appelé le *Noeud de Raccordement Abonné*), et peut être un équipement appartenant au FAI ou à l'opérateur historique, France Télécom (cela dépend du niveau de dégroupage de l'abonné). Un même DSLAM est connecté à un ensemble d'abonnés (du même FAI). Le nombre d'abonnés par DSLAM varie en fonction du fabricant (ex: 1008 abonnés par DSLAM pour Free).

⁸ Digital Subscriber Line Access Multiplexer: appareil assurant la connexion d'un abonné au réseau de son FAI, en se servant de la technologie ADSL via sa ligne téléphonique.

La communication entre la STB et le DSLAM est effectuée en utilisant la technologie ADSL. Cette technologie provenant des télécommunications, elle implique quasiment tout le temps l'utilisation du protocole ATM au dessus, ce dernier étant suffisamment simple pour être implémenté facilement dans des appareils de télécommunication et offrant une très bonne gestion de la QoS⁹. Dans le cas d'une offre Triple Play, il peut aussi s'agir d'une extension du protocole ATM qui est utilisée (RFC 2684), afin de permettre le transport de plusieurs flux (protocoles) différents via ATM. Ces flux sont généralement au nombre de quatre: un pour les données audio (téléphonie), un pour les données vidéo (télévision), un pour les données Internet, et un dernier pour les données de contrôle des trois flux précédents.

Enfin, au dessus d'ATM, on peut trouver un certain nombre de protocoles, mais pour ce qui nous intéresse (l'accès à Internet), il s'agit bien évidemment du protocole IP (qui peut être encapsulé dans de l'Ethernet chez certains FAI pour faciliter l'interfaçage avec le réseau interne de ces FAI).

Le DSLAM peut contenir certains services IP, comme un service DHCP par exemple, pour configurer les STB. Ça n'est cependant pas courant.

La connexion entre le DSLAM et le réseau du FAI est effectuée à l'aide d'une ou plusieurs fibres optiques. A ce niveau, les technologies utilisées sont SDH ou DWDM, couplées à un protocole pouvant supporter le très haut débit, type ATM ou Gigabit Ethernet. Dans ce dernier cas, les fonctions de routages sont effectuées par la pile TCP/IP, le protocole IP étant inévitablement utilisé dans tous les cas pour pouvoir interagir avec Internet et les services IP du FAI (e-mails, newsgroup, proxy Web, etc.).

⁹ Quality of Service: mécanismes mis en place pour optimiser le transport de flux ayant des contraintes différentes (ex: faible latence, fiabilité de transmission, coût monétaire faible, etc.).

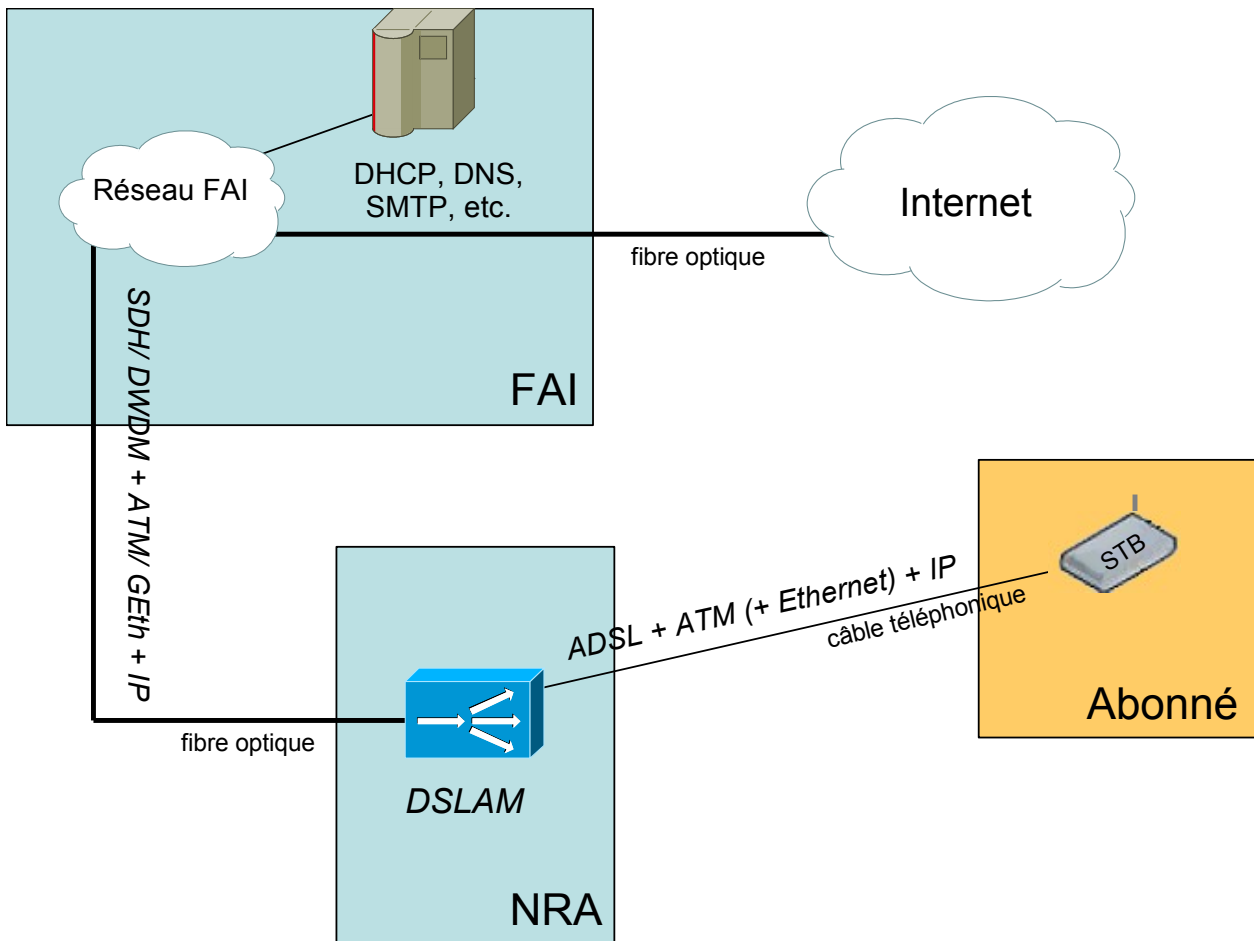


Illustration 4: connexion entre la STB et Internet.

2.3.3 Débit IP

Le débit en ADSL dépend du contrat de l'abonné, mais surtout, de la distance entre l'installation de l'utilisateur et le central téléphonique où se trouve le DSLAM auquel il est connecté. Actuellement, cela va de 128 kbit/s à 25 Mbit/s (ADSL2+) pour le flux descendant (download), et de 128 kbit/s à 1 Mbit/s (ADSL2+) pour le flux montant (upload), sachant que seuls les utilisateurs habitant près de leur central téléphonique peuvent bénéficier des meilleurs débits. Les limites de débits par utilisateur sont effectuées au niveau du DSLAM.

Ainsi, en ADSL, le débit vendu n'est que rarement garanti. De plus, il est spécifié par un débit ATM, qui ne correspond pas au débit IP, et, de fait, encore moins au débit utile disponible pour l'utilisateur.

On notera enfin que la totalité du débit ADSL vendu n'est pas totalement dédié à l'accès à Internet dans une offre Triple Play. En effet, ce débit est partagé entre le flux de données (Internet), le flux audio (téléphonie) et le flux vidéo (télévision), sachant que ce dernier est extrêmement gourmand. Ce partage est cependant adaptatif, c'est à dire que, tant qu'un flux est tout seul à utiliser la connexion, il peut jouir de la totalité du débit (c'est une spécificité d'ATM).

2.4 Téléphonie

La téléphonie au travers d'une ligne ADSL (parfois nommée *Voice over xDSL*) peut être effectuée de plusieurs manières, même si aujourd'hui, les FAI ADSL semble tous adopter la même technologie pour mettre en place leurs services de téléphonie.

2.4.1 POTS

Le *Plain Old Telephone Service* correspond en fait à la façon traditionnelle de faire de la téléphonie, c'est-à-dire, en se servant classiquement des fréquences basses de la ligne téléphonique de l'abonné pour y faire passer de la voix de manière analogique. C'est un système encore utilisé par les opérateurs téléphoniques, et qui, dans le cas de l'ADSL, est une façon logique de transporter de la voix, les lignes téléphoniques ayant été prévues initialement pour cela. Les conversations téléphoniques sont alors possibles sans ajout de matériel spécifique chez l'abonné, et sont directement transmises par le RTC¹⁰ classique (via le réseau d'un opérateur de téléphonie).

Fournir un service téléphonique de ce type nécessite d'avoir accès aux fréquences basses de la ligne téléphonique. Cela n'est possible que si le FAI a effectué un dégroupage total de la ligne téléphonique de l'abonné, ou si le FAI est en plus un opérateur de téléphonie alternatif¹¹.

Aujourd'hui, seuls les opérateurs de téléphonie qui se sont lancés par la suite dans la proposition de services Internet utilisent encore ce système. Les FAI qui ne proposaient pas initialement de services de téléphonie ont quant à eux préférés ne pas avoir à utiliser directement le RTC pour faire passer leurs services de téléphonie (et donc, payer les services d'un opérateur de téléphonie), mais plutôt, utiliser leur réseau informatique interne pour réduire les coûts.

2.4.2 Voice over IP

La voix sur IP est un mécanisme qui permet de faire passer des conversations audio entre plusieurs appareils inter-connectés entre eux via un réseau informatique supportant le protocole IP. Dans le monde ADSL, on peut aussi le retrouver sous l'acronyme VoMSDN (*Voice over MultiService Data Networks*).

Il se compose essentiellement de trois modules:

- un module de numérisation de la voix, qui a pour tâche de convertir la voix analogique en données numériques (et inversement), en utilisant éventuellement des algorithmes de compression.
- un protocole de contrôle de la conversation, qui permet d'établir une conversation entre plusieurs participant, et qui se charge de négocier les différents paramètres de configuration de cette conversation.
- un protocole de transport des données audio, qui encapsule la voix numérisée dans des paquets IP afin de la transporter à travers le réseau, en utilisant éventuellement un

10 Réseau Téléphonique Commuté: réseau du téléphone fixe, dans lequel un poste d'abonné est relié à un central téléphonique par une paire de fils alimenté en batterie centrale. Les centraux sont eux-mêmes reliés entre eux par des liens offrant un débit max de 2 Mb/s ou plus.

11 Opérateur de téléphonie alternatif: société proposant des services de téléphonie distincts, et étant en concurrence avec l'opérateur historique (France Télécom).

mécanisme de QoS.

La VoIP est une technique rentable pour les FAI, car elle ré-utilise leur réseau interne (initialement destiné aux services Internet) pour faire passer leurs services de téléphonie. De plus, cela permet de supprimer la notion de distance dans le coût des appels téléphoniques étant donné que le trafic IP n'est pas facturé à la distance, mais à la quantité de données transférées, et que les réseaux des FAI s'étendent sur la quasi-totalité du territoire français. Enfin, les circuits électroniques de numérisation de la voix étant aujourd'hui peu coûteux (du fait qu'il s'agisse d'une technologie amortie, et qu'ils sont maintenant produits en masse), cela permet d'inclure directement dans les STB de tels circuits à moindre frais. Ainsi, c'est ce type de technique qui est presque exclusivement utilisé par les FAI français pour proposer leurs services de téléphonie.

La VoIP ne reste cependant qu'un concept, et il en existe aujourd'hui plusieurs implémentations incompatibles entre elles. Elles fonctionnent cependant globalement avec les mêmes types d'éléments réseaux:

- les terminaux: cela peut être soit un ordinateur disposant d'une connexion IP, soit un téléphone IP, soit un appareil permettant de numériser les signaux d'un téléphone classique (le cas d'une STB par exemple). C'est par eux que les utilisateurs initialisent et reçoivent les conversations téléphoniques.
- les registres: ils permettent d'associer un terminal (via son adresse IP) à un identifiant plus simple à utiliser, et connu par les utilisateurs désirant contacter ce terminal. Cette association peut s'effectuer à l'aide d'un mécanisme d'identification plus ou moins complexe.
- les proxy: ce sont des éléments qui permettent la mise en relation de deux terminaux qui ne se connaissent pas (i.e., le terminal appelant ne connaît pas l'adresse IP du terminal à appeler). Ils sont généralement liés aux registres (voire confondus), et peuvent contrôler les accès d'un terminal en fonction d'une politique de gestion de droits.
- les passerelles: elles assurent l'inter-connexion entre un réseau VoIP spécifique et un autre type de réseau téléphonique (RTC, VoIP, VoATM, etc.).
- les unités de contrôle multi-points (*Multipoint Control Unit*): elles permettent de gérer les communications qui comportent plus de deux participants.

Ces implémentations permettent généralement d'effectuer trois types de conversations:

- point à point: les terminaux qui veulent communiquer (à hauteur de deux terminaux maximum par conversation) se connectent directement entre eux, en effectuant une phase de négociation pour déterminer les paramètres de la communication. Une fois la communication initialisée, les données (uniquement audio dans le cas de la VoIP) peuvent circuler entre les deux terminaux, à l'aide d'un protocole de transfert de données isochrones. Ce type de communication nécessite de connaître l'adresse IP du terminal qu'un utilisateur veut joindre, ce qui n'est pas toujours possible (surtout quand un des deux participants se situe derrière un routeur NAT).
- point à point, via un proxy: ici, tous les terminaux s'enregistrent avec le registre afin d'être associés avec un identifiant connu des utilisateurs susceptibles de les appeler. Quand un terminal a besoin d'en contacter un autre, il utilise alors le proxy en lui donnant l'identifiant du terminal qu'il veut contacter. Le proxy se sert alors du registre pour déterminer l'adresse

IP du terminaux à joindre, et détermine si ce terminal est libre et accessible par le terminal appelant. Le cas échéant, la communication entre les deux terminaux s'effectue en point à point.

- multi-points: dans le cadre d'une communication entre plus de deux terminaux, une MCU est utilisée pour gérer la mise en relation des différents participants. Elle permet de spécifier le nombre maximum de participants, les débits de la communication, l'identifiant de la communication, etc. La MCU est utilisée par le proxy. Le reste de la communication s'effectue de la même manière qu'en point à point, via un proxy, à ceci près que c'est la MCU qui est le destinataire de tous les flux (elle les redirige vers les autres participant en utilisant du multicast IP en général).

Les implémentations actuelles de VoIP ont été pensées, non pas pour effectuer des conversations audio seulement, mais pour gérer et transporter des communications multimédia, pouvant comporter autant de la voix que de la vidéo ou des données (texte, dessins, etc.).

Il existe aujourd'hui deux grandes normes qui sont utilisées pour effectuer de la VoIP:

- H.323: cette norme regroupe un ensemble de protocoles de communication de la voix, de l'image et de données sur IP. C'est un protocole qui fut développé par l'UIT-T en 1996. Il est dérivé du protocole H.320 utilisé sur RNIS.

Il se base sur le fonctionnement de la téléphonie classique (de l'époque), et est de fait assez complexe et très rigide. Il est de plus en plus remplacé par le protocole SIP, plus simple à utiliser et bien plus modulaire.

- SIP (*Session Initiation Protocol*): c'est un protocole normalisé et standardisé par l'IETF (RFC 3261) qui a été conçu pour établir, modifier et terminer des sessions multimedia. Il se charge de l'authentification et la localisation des multiples participants. Il se charge également de la négociation sur les types de média utilisables par les différents participants. SIP ne transporte pas les données échangées durant la session comme la voix ou la vidéo. SIP étant indépendant de la transmission des données, tout type de données et de protocoles peut être utilisé pour cet échange.

La plupart du temps, c'est le protocole RTP (*Real Time Protocol*) qui est utilisé pour transporter les données audio, que ça soit en H.323 (norme d'où provient RTP) ou en SIP. Ce protocole encapsule les données de la conversation en ajoutant des informations temporelles qui permettent d'effectuer une synchronisation temporelle des flux au niveau du récepteur. RTP reposant sur UDP, il ne permet pas de s'assurer de la fiabilité de la transmission (mais seul UDP peut être utilisé pour des applications temps réel, TCP ajoutant une latence non négligeable).

Il peut être associé au protocole RTCP (*Real Time Control Protocol*) qui permet d'avoir un retour de la part du récepteur sur, entre autre, le nombre de données reçues et perdues, afin d'adapter dynamiquement les paramètres de la communication, et effectuer ainsi de la QoS.

Les FAI fournissant des services de téléphonie par VoIP utilisent généralement le protocole SIP, en association avec d'autres protocoles de signalétique qui permettent d'adapter simplement les signaux de la téléphonie classique (provenant du RTC ou d'un simple téléphone classique) à des signaux de contrôles VoIP. Ainsi, on peut par exemple trouver les protocoles SIP-T (*Session Initiation Protocol for Telephones*) et MGCP (*Multimedia Gateway Control Protocol*) dans le dispositif VoIP du FAI Free.

Le protocole SIP-T permet d'adapter les signaux provenant (ou à destination) du RTC pour les utiliser en VoIP, et MGCP permet d'adapter les signaux provenant (ou à destination) d'un téléphone classique pour que la STB puisse les utiliser en VoIP, sans effectuer un trop gros travail de conversion.

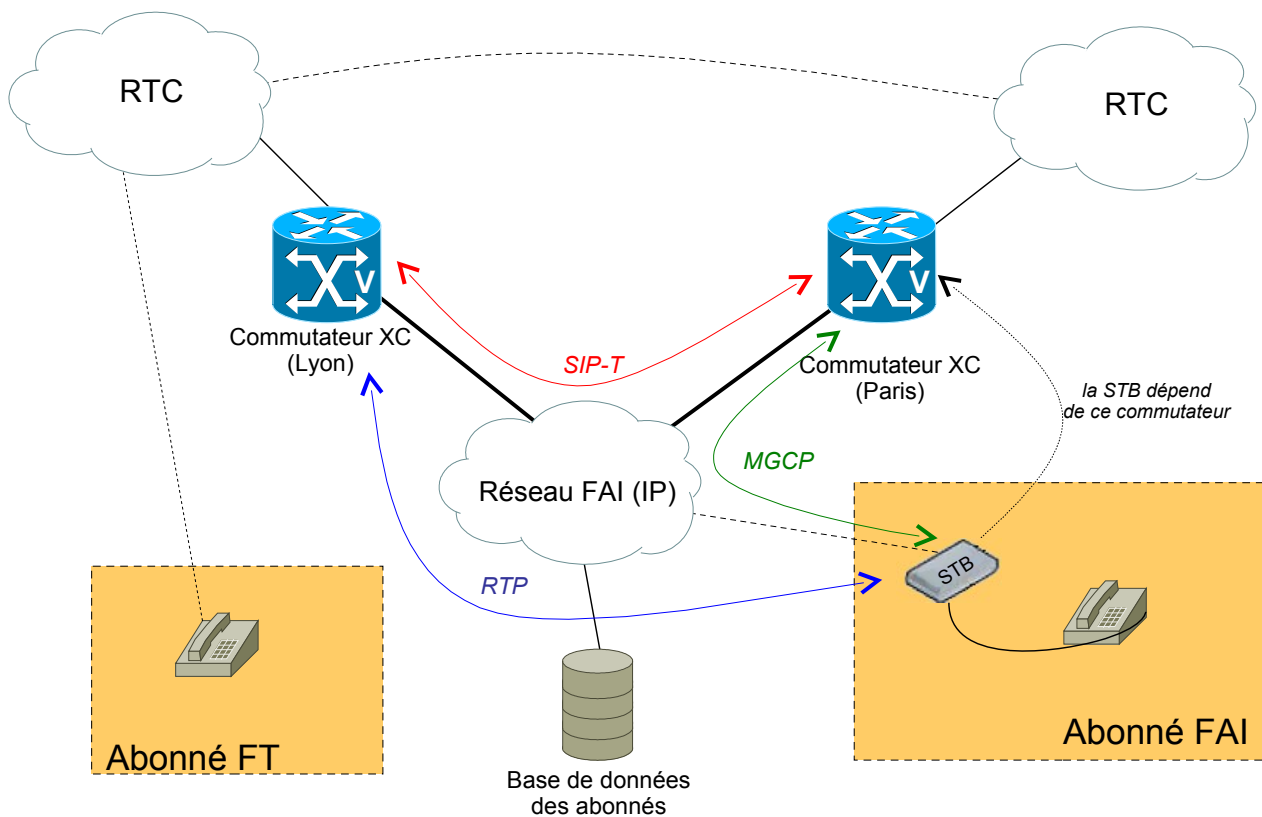


Illustration 5: la VoIP chez Free.

Dans le cas de Free, les commutateurs XC jouent à la fois le rôle de passerelle (vers le RTC ou les réseaux d'autres FAI), de proxy et de registre (en se servant de la base de données des abonnés). Ils communiquent entre eux à l'aide du protocole SIP-T.

Les STB (appelées Freebox chez Free) communiquent quant à elles avec un commutateur XC (toujours le même pour une Freebox donnée) à l'aide du protocole MGCP. Chaque Freebox est associée (géographiquement) à un commutateur dont elle dépend pour passer et recevoir des appels.

Les commutateurs ont besoin de communiquer entre eux pour acheminer un appel, soit en provenance (ou à destination) d'un autre réseau, soit en provenance (ou à destination) de deux Freebox ne dépendant pas du même commutateur.

Les données audio voyagent par le protocole RTP, entre une Freebox et un commutateur, dans le cas d'une communication inter-réseaux, ou directement entre deux Freebox, dans le cas d'une communication entre deux abonnés de Free. On notera, dans le premier cas, qu'un seul commutateur XC est concerné par les paquets RTP: le commutateur qui fait la passerelle avec le réseau du second participant de la communication.

La VoIP est donc une technique particulièrement adaptée à la téléphonie dans les offres Triple Play, de part son faible coût (dû principalement au fait qu'elle ré-utilise le réseau du FAI) et sa simplicité d'intégration dans les STB.

2.4.3 Voice over ATM

La VoATM (aussi connue sous le nom *Voice Traffic over ATM*) est une technique qui permet de tirer partie des fonctionnalités de transport multi-flux de l'ATM. Les DSLAM étant la plupart du temps reliés par des liaisons ATM au FAI, il peut sembler plus judicieux d'utiliser de la VoATM pour faire passer le flux audio ADSL plutôt que de se servir du protocole VoIP. De plus, l'ATM permet de faire de la réservation de débit, ce que n'offre pas IP, cela pouvant être un gros problème dans les transferts de type isochrone.

Cependant, en France, la VoATM n'est pas utilisée par les FAI ADSL qui proposent des services de téléphonie, probablement pour des raisons d'évolutions improbables. C'est pourquoi cette technologie est citée ici uniquement à titre informatif, et ne sera pas développée plus (se référer aux références bibliographiques pour plus de détails, et notamment, celles de l'IEC¹²).

On notera enfin que cette technologie reste cependant utilisée par certains FAI américains.

2.5 Télévision par ADSL

On peut trouver aujourd'hui de chaînes de télévision en ligne. Ces chaînes transmettent leurs programmes en temps réel. C'est ce que l'on appelle du streaming accessible grâce à des logiciels particuliers (le plus souvent Windows Media Player). Il s'agit alors d'un simple flux disponible sur son écran d'ordinateur. Avec ce système il faut posséder à haut débit constant pour assurer une bonne réception.

La télévision par l'ADSL permet quand à elle d'accéder à un bouquet de chaînes télévisées directement sur son poste de télévision.

2.5.1 Fonctionnement

Sur le câble et le satellite toutes les chaînes sont transmises aux abonnés. C'est alors au décodeur de faire le tri. Le fonctionnement est différent par le ADSL. Le débit sur la boucle locale étant limité, le DSLAM ne transmet qu'une seule chaîne au domicile de l'abonné. Il n'est donc pas possible de regarder deux chaînes simultanément, ou d'enregistrer une chaîne sur son magnétoscope pendant que vous en regardez une autre.

Lorsque l'utilisateur veut changer de chaîne, la set-top-box transmet la demande au DSLAM. Celui-ci à la charge de sélectionner le bon flux. Mais le DSLAM non plus ne reçoit pas toutes les chaînes. Il ne reçoit que les chaînes qu'il transmet à ce moment à ces abonnés, et cela pour ne pas saturer le réseau.

Donc quand un abonné zappe, le DSLAM vérifie s'il ne reçoit pas déjà la chaîne désirée. Ce serait le cas s'il la transmet à un autre abonné. Si c'est la cas il duplique le flux pour l'envoyer aux différents abonnés. Dans le cas contraire il doit aller le rechercher à la tête du réseau. Cela peut entraîner un délai lors du changement de chaîne.

La set-top-box reçoit enfin le flux vidéo. Il se charge de le séparer des autres flux éventuellement reçus (Internet ou téléphonie). Puis le décodeur numérique traduit le signal à la volée. Il envoie ce

¹² International Engineering Consortium

signal à la télévision (ou magnétoscope ...).

Avant de délivrer des programmes payant le DSLAM consulte le serveur de gestion des droits d'accès situé sur le centre de diffusion, pour vérifier que le client a bien souscrit l'abonnement correspondant.

2.5.2 Bande passante et encodage

La télévision est le service le plus critique en matière de bande passante pour les offres Triple play de l'ADSL. En effet elle est gourmande en bande passante, et requiert un débit garanti pour une bonne visualisation. Il faut donc trouver un compromis entre qualité de l'image et contraintes dues au débit.

Ainsi les opérateurs réservent environ 4 à 5 Mbps de bande passante pour le flux vidéo, même si le support est utilisé en même temps pour d'autre technologie (Internet, téléphonie ..). Cette bande passante allouée à la télévision sur ADSL devrait ainsi permettre d'obtenir une qualité d'images très correcte.

Le type d'encodage retenue est généralement le MPEG2. Il permet de diffuser le flux vidéo dans la bande passante réservé, tout en conservant une bonne qualité d'image. Une compression trop importante pourrait bien sur entraîner une perte de qualité d'image ou de fluidité. Ce taux de compression et le débit garanti de 3,5 à 4 Mbps permettent d'attendre une définition de 576;480 points.

Le passage en MPEG4 est aujourd'hui envisagé. Cela permettra d'obtenir une meilleure qualité dans un bande passante diminué de moitié. Les FAI pourrait alors envisagé de permettre à l'abonné de recevoir deux chaînes simultanément.

Les fournisseurs de contenu (TPS, Canal Satellite ou autres) livrent leurs contenus en direct au FAI. Ceux-ci encodent en direct ces flux audiovidéo en MPEG2. C'est une partie délicate qui peut être à l'origine d'une grande perte de qualité. Mais cet encodage est indispensable pour ramener le flux numérique à des dimensions permettant la transmission via l'ADSL. Une fois cet encodage réalisé, le flux peut être envoyé sur le réseau.

2.5.3 Vidéo à la demande

Le service VOD (Video On Demande) proposé par les FAI permet à un utilisateur de louer une vidéo sans bouger de chez lui, et de la visionné à partir de son écran de télévision. L'utilisation est très simple pour l'abonné .Il peut de sélectionner dans un catalogue les films, documentaires ou archives télévisuels que lui propose son FAI. Il utilise pour cela son équipement, connexion et set-top-box. Il effectue son choix sur sa télévision grâce à la télécommande de sa set-top-box. Il peut ainsi sélectionner une vidéo et la visionner moyennant finance.

Le FAI Propose à ses abonnés une série de vidéo. Ces vidéos sont détenus par des fournisseurs de contenus, les sociétés gérant les droits de ces vidéos. Ce sont eux qui sont chargés de la compression des vidéo. Cet encodage est réalisé en MPEG2 ou MPEG4. Ils peuvent également réaliser une encryption du flux vidéo, afin de protéger les vidéos contre la copie. Le plus utilisé pour réalisé cet encryption est la technologie DRM, Data Righth Management, de Microsoft. Les fichiers diffusés sont alors cryptés avant leur diffusion sur Internet. Le client doit posséder une clé, ou licence, pour le lire. Cette clé est unique et définit l'usage que faire de cette vidéo l'utilisateur et notamment le nombre de lecture et la durée de validité.

Une fois ces opérations effectuées, le FAI se charge de l'acheminement de ces flux de données vers l'abonné. Grâce à la technologie Multicast le fournisseur peut alléger la charge de transmission sur le réseau. Il installera partout sur son réseau des serveurs vidéo relais. Ce sont des ordinateurs dotés de très grandes capacités de stockage et d'interfaces très rapides. Ils peuvent envoyer simultanément

plusieurs instance d'une même vidéo vers différents abonnés.

D'après le débit de la ligne deux techniques peuvent être utilisé par les FAI. Si le débit vers l'abonné est suffisant la vidéo peut être envoyée en streaming au décodeur. Le client peut donc lire la vidéo en simultanée.

Si le débit est insuffisant le FAI proposera certain film préalablement envoyé sur le disque dur de l'abonné. Le fait que les vidéos soient cryptés empêche l'abonné de réaliser des copies de ces vidéos.

Au début de la séance le client effectue le règlement. Il reçoit alors une clé de décodage lui permettant de visualiser le film.

3 Triple Play par câble

3.1 Origine

A l'origine le câble a été développé pour véhiculer des émissions de télévision : il était donc analogique, unidirectionnel et déployé dans les zones résidentielles. La télévision devenant numérique les cablo-opérateurs ont voulu suivre. Ils ont alors rapidement voulu développer leur offre pour offrir à leurs abonnés l'Internet et la téléphonie. Le câble devient alors bidirectionnel et se déploiera dans les zones industrielles pour s'ouvrir aux entreprises.

A l'origine les réseaux desservant l'abonné étaient constitués de câbles coaxiaux TV. Ils ont une impédance de 75 ohms et offrent une largeur de bande de 400 Mhz environ. Leurs taux d'affaiblissement sont importants. Le nombre de répéteurs nécessaires au transport du signal viennent limiter la bande passante.

Afin d'augmenter cette bande passante une nouvelle architecture a été construite : l'architecture HFC, Hybride Fiber Coax.

3.2 Hybride Fiber Coax

L'architecture HFC combine les deux supports de transmission que sont la fibre optique et le câble coaxial. Le câble coaxial est alors utilisé pour le dernier kilomètre vers l'abonné.

Cette architecture s'oppose à un réseau en coaxial de bout en bout et à l'architecture FTTH, Fiber To The Home, où seul le dernier mètre est en coaxial.

Le câble était prévu au départ pour faire uniquement arriver la télévision chez l'abonné. Il fonctionnait donc en mode half-duplex, du fournisseur vers l'abonné. Les communications dans le sens inverse n'étaient possibles que via une ligne téléphonique. Ce système était performant pour l'acheminement de la télévision seule.

Mais le half-duplex n'est pas adapté pour les services Internet ou la téléphonie. Les cablo-opérateurs ont donc largement investi pour passer en full-duplex, en développant des architectures HFC.

Ils mettent ainsi en service la voie de retour de leurs câbles, qui auparavant servait à la maintenance ou aux tests. Cela permet d'obtenir des débits de 27 à 36 Mbps en voie descendante et de 320 Kbps à 10 Mbps en voie montante. Ces lignes full-duplex offrent donc à présent des débits suffisants pour permettre aux fournisseurs de proposer à leurs abonnés Internet et téléphonie.

Pour l'architecture HFC les artères sont donc en fibre optique, et la distribution jusqu'à l'abonné passe par du coaxial. Le câble coaxial ne sert donc plus que pour le dernier kilomètre au plus.

Un nœud de réseau HFC dessert entre 500 et 1500 abonnés. Au contraire de l'ADSL la bande passante doit être partagée par tous. Ce système, logique pour la distribution de la télévision uniquement, peut poser des problèmes de vitesse de transmission. Ainsi il y a le plus souvent une limitation en download pour les abonnés.

De plus cela signifie que l'ensemble des abonnés sur un nœud reçoivent l'ensemble des messages. Pour assurer un minimum de sécurité des données, il faut donc que l'opérateur crypte ces données et que seul l'abonné destinataire soit en mesure de le décrypter.

L'avantage de cette solution est de bénéficier du réseau TV câblé déjà mis en place. Mais ce réseau se limite aux grandes agglomérations, et il est financièrement lourd à déployer.

La communication s'effectue grâce à un modem câblé situé chez l'abonné.

3.3 Modem Câble

Il est indispensable de disposer d'un modem câble pour pouvoir bénéficier de l'Internet et de la téléphonie via le câble. En effet les signaux de données numériques sont transmis à travers des signaux de spectre de fréquence radio sur le câble. Les modems câbles permettent de convertir les données numériques en signal modulé de fréquence radio et inversement.

Les modems câbles sont bidirectionnelles et permettent l'envoi et la réception de données IP en même temps. Ce modems peuvent atteindre des vitesses de 43 Mbps en montant et 10 Mbps en descendant. Ils utilisent pour cela des techniques QAM (Quadrature Amplitude Modulation) ou PSK (Phase Shift Keying).

Le modem câble sert donc de convertisseur de modulation entre réseaux câblés et réseau Ethernet.

Les données sont transmises sur des fréquences du réseau câblé différentes de celles utilisées par la TV.

Pour transmettre la voix les opérateurs ont choisi de s'appuyer sur les technologies existantes. C'est donc via la voix sur IP que s'est implanté la téléphonie chez les cablo-opérateur.

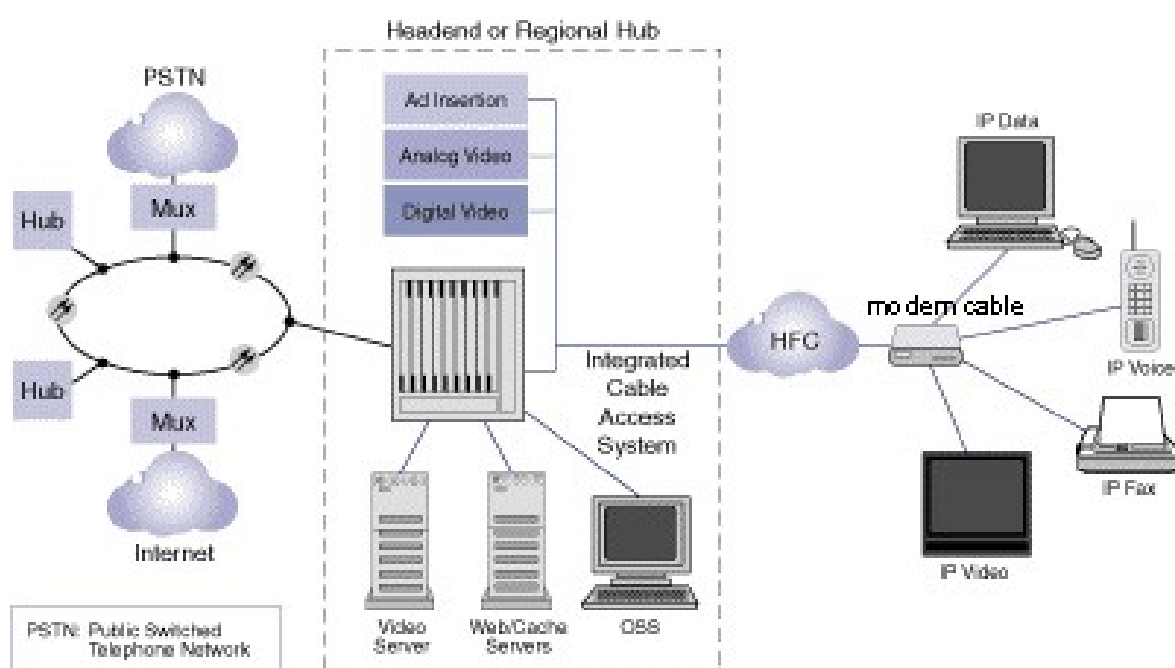


Illustration 6: Architecture de la transmission IP sur CATV

Les téléphones IP, les fax, les ordinateurs et les téléviseurs sont reliés au modem câble via un bus Ethernet. Une couche application DOCSIS permet de relier le réseau HFC à un réseau IP via le Headend ou CMTS (Cable Modem Termination System). C'est l'équipement de tête de réseau. Il est situé dans la station locale et connecte l'ensemble des abonnés de la zone. Il va donc convertir les données du réseau IP en signal radio fréquence pour les transmettre sur le réseau HFC. Il va également procéder à l'opération inverse. Il permet ainsi de faire communiquer le réseau HFC avec d'autres réseaux comme Internet ou le réseau CATV analogique. Le CMTS est l'équivalent du DSLAM pour les technologies xDSL.

Typiquement pour les consommateurs domestiques la vitesse du flux de données aval est limitée entre 512 kbit/s à 10 Mbit/s, et le flux amont entre 256 kbit/s et 1 Mbit/s.

Il faut distinguer trois types de communication qui se propagent sur un réseau câblé :

- Downstream Broadcast Channel : permettant la diffusion de la télévision.
- Downstream Interactive Channel : communication de l'opérateur vers l'abonné.

- Upstream Return Channel : communication de l'abonné vers l'opérateur.

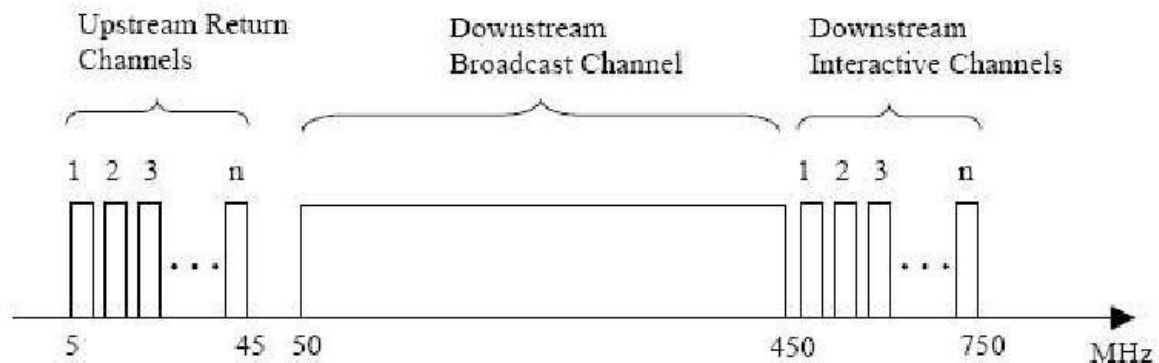


Illustration 7: Spectre de fréquence utilisé sur le câble

Les bandes passantes Upstream Return et Downstream Interactive sont réparties par le CMTS pour les différents abonnés.

3.4 DVB/DAVIC

La technologie de Digital Video Broadcast (DVB) et de Digital Audio Video Council (DAVIC) représente le standard européen pour la télévision numérique. Elles présentent l'intérêt d'être conforme aux directives et normes européennes.

La spécification DVD 2,0 appelé également DVD-RCC (Return Channel for Cable) est standardisé sous la dénomination ETSS 200800.

Le standard s'appuie sur une couche ATM utilisant LLC/SNAP (RFC 1483) et une couche d'adaptation AAL5 pour encapsuler les paquet IP (IP switching permettant un routage IP sur un commutateur ATM). Pour la communication entre le terminal abonné (STM) et les équipements de la station locale (TDR), il utilise le protocole de signalisation ATM ou alors un proxy avec DSM-CC.

3.5 DOCSIS et PacketCable

Le consortium CableLabs a été créé en mai 1988 et regroupe des opérateurs, acteurs ou industriels de la télévision par câble. Il a établi plusieurs spécifications pour le transport de paquet IP : DOCSIS et PacketCable.

Le standard américain DOCSIS (Data Over Cable Service Interface Specification) définit les exigences relatives aux interfaces des modems câbles utilisés pour la diffusion de données à grandes vitesse par télé réseau.

En mars 1998 l'ITU (Union Internationale des Télécommunications) accepte DOCSIS comme standard pour les modems câbles sous l'appellation ITU J,112 ou DOCSIS 1.0.

Pour délivrer les services de données DOCSIS sur un réseau câblé, un canal de fréquence radio de 6MHz dans la bande de fréquence 50-750 MHz est alloué pour le trafic descendant et un autre canal de 6 Mhz dans la bande de fréquence 5-42MHz pour le trafic montant.

Un équipement de tête de réseau CMTS communique à travers ces canaux avec les modems câbles situés chez l'abonné. Ce sont des équipement externes qui se connectent aux ordinateurs par l'intermédiaire d'une carte Ethernet ou d'une interface USB.

DOCSIS emploie la méthode TDMA(Time Division Multiple Access)/SCDMA(Synchronous Code Division Multiple Access). Cette méthode d'accès diffère du système d' Ethernet, car le système DOCSIS n'éprouve aucune collision.

La phase d'initialisation logicielle en DOCSIS est généralement la suivante (fortement simplifiée) :

1. Le modem envoie une requête DHCP de façon à connaître la configuration réseau à utiliser.
2. Le CMTS renvoie son adresse IP locale (à ne pas confondre avec l'adresse IP de l'ordinateur sur Internet), sa passerelle, et plus spécifiquement l'adresse IP du serveur TFTP et le nom du fichier de configuration à aller y chercher.
3. Le modem se connecte au serveur TFTP et demande le fichier de configuration nommé précédemment. Ce fichier contient entre autres les informations relatives à la vitesse de connexion du modem, sa priorité sur le réseau, et le nombre d'ordinateurs autorisés à accéder au modem en même temps.
4. Le modem informe le CMTS qu'il a bien reçu le fichier, et qu'il est prêt à opérer (phase de synchronisation).

Après ceci, le ou les ordinateurs branchés au modem peuvent eux-même demander leurs informations de connexion via le DHCP, et agir comme sur un réseau local tout à fait conventionnel.

En avril 1999 CableLabs a écrit une nouvelle spécification : DOCSIS 1.1. Elle ajoute quelques éléments clés par rapport au standard d'origine : qualité supérieures, systèmes de sécurité, gestion prioritaire des paquets destinés aux communications vocales ... L'objectif est de supporter la téléphonie et les autres services temps réel.

Enfin en février 2002 arrive DOCSIS 2.0. Cette nouvelle norme apporte une symétrie de la bande passante entre les voies montantes et descendantes. Cette évolution est due à l'évolution de l'utilisation d'Internet par les internautes avec l'avènement du peer-to-peer, de la voix sur IP, de la vidéo-conférence ...

La version européenne de DOCSIS s'appelle EuroDOCSIS. La différence principale est que les canaux de câble en Europe sont de 8 MHz de large (PAL), tandis qu'en Amérique du Nord les canaux sont de 6 MHz de large (NTSC). Ceci permet d'assigner plus de largeurs de bande à la circulation de données aval. Il existe également un DOCSIS spécifique pour le Japon.

Le projet PacketCable a pour ambition d'implanter des services audio et vidéo IP sur le câble. Ces services incluent TV, téléphonie, vidéo-conférence, unifiées sur la couche réseau IP.

Ce projet s'appuie sur plusieurs protocoles. Il utilise DOCSIS 1.1 pour le transport des données sur le réseau câblé. IPsec doit assurer la sécurité des données en dehors du réseau câblé. H.263 pour la compression vidéo et G.711, G.726 et G.729 pour la compression audio. Enfin pour la gestion centralisée de la signalisation téléphonique inter-réseau CableLabs utilise MGCP.

MGCP (Media Gateway Control Protocol) permet d'assurer la signalisation des services de téléphonie sur les réseaux câblés.

4 Offres des différents opérateurs

Voici un tableau comparatif des différents opérateurs proposant du Triple play. Nous avons deux catégories: les opérateurs proposant du Triple play à travers le téléphone (ADSL), et les opérateurs passant par le câble.

	Fournisseur	Débit du Triple play	Prix par mois	Type de ligne
ADSL	Livebox de Wanadoo	Jusqu'à 18Megabit/s	49.90€/ mois + 3 € location modem	Zone ADSL FT ADSL 2+
	Freebox de Free	Jusqu'à 20Megabit/s	29.99€/ mois	Dégrouper ADSL 2+
	Neufbox de Neuf Télécom	Jusqu'à 16Megabit/s	34.90 €/ mois + 3 € location modem	Dégrouper ADSL 2+
	AliceBox de Alice	Jusqu'à 16Megabit/s	29,95 €/mois	Dégrouper ADSL 2+
CABLE	Digitalbox de UPC-Noos	Jusqu'à 10Megabit/s	61,80 €/mois	Fibre optique + coaxial
	Numéricable	Jusqu'à 4Megabit/s	59,90 €/mois	Fibre optique + coaxial

Tableau comparatif des fournisseurs Triple play

90 % des français sont abonnés aux fournisseurs téléphoniques utilisant l'ADSL. En faisant une comparaison des différentes offres, nous trouvons une offre moyenne pour l'ADSL correspondant à 16Megabit par seconde avec un coût d'environ 30 euro par mois.

En ce qui concerne les offres passant par le câble, les offres des deux fournisseurs étaient pendant longtemps très ressemblantes, mais UPC-Noos a depuis peu augmenté le débit de 4Mégabit à 10Megabit. Nous avons une offre moyenne de 7Megabit par seconde de débit avec un coût d'environ 60 euros par mois.

Nous voyons que les offres ADSL proposent un débit plus élevé avec un coût inférieur par rapport aux fournisseurs câble. Mais les facteurs de choix ne s'arrêtent pas là. Le débit de l'Internet pour les clients ADSL peut changer dans le cas où ils regardent la télévision, alors que le débit Internet des offres câble est fixe. Il faut également prendre en compte l'offre et le débit des différents fournisseurs proposés selon le lieu d'habitation, ce qui varie beaucoup d'une localisation à une autre.

5 Evolution

Un des grandes évolutions de ces dernières années est la fusion des technologies telecoms avec celle de l'Internet dans des offres dites convergentes.

En d'autre terme, cela signifie pour le client une facturation unique, et la possibilité de retrouver les mêmes services chez lui mais aussi en mobilité (vidéo, musique, communication...)

Depuis le début de l'année 2005, les offres de convergence se multiplient en Europe et dans le monde. Ces offres sont basées sur différentes technologies, principalement sur Cell-ID (France, Suisse, Allemagne) et UMA (Angleterre, Suède et Finlande). NTT DoCoMo, opérateur mobile au Japon, a lancé une offre entreprise permettant à ses clients d'utiliser de la VoIP grâce à un terminal bi-mode Wi-Fi.

La technologie Cell-ID permet à un opérateur mobile de localiser un client (précision de la cellule GSM). Cette information est utilisée pour une facturation différenciée. Cette solution qui est "pur mobile" souffre d'un manque de précision en milieu urbain et de coûts importants de développements. Elle ne répond pas aux attentes en termes d'intégration et de haut débit mais permet de répondre aux attentes clients concernant des offres d'abondance domestique. C'est pourquoi on continue à chercher d'autres solutions de convergence.

Afin d'adapter ces nouvelles technologies, il est nécessaire de faire évoluer les technologies de réseau sans fil comme le Wi-Fi ou le WiMAX aux téléphones mobiles.

5.1 WiMax

Le WiMAX (*Worldwide Interoperability for Microwave Access*) est l'évolution du Wi-Fi. Cette norme est basée sur le standard de transmission radio 802.16. Elle a été validée en 2001 par l'organisme international de normalisation IEEE (*Institute of Electrical and Electronic Engineers*), et fut poussée par un consortium d'une cinquantaine de membres, dont Intel, Nokia, Fujitsu, Cisco, Atmel, Siemens, Motorola, Alcatel, France Telecom, etc.

WiMAX est une réponse pour des connexions sans-fil à haut débit. Elle porte sur des zones de couvertures de plusieurs kilomètres, permettant des usages en situation fixe ou mobile. Avec sa couverture de réseau de 20 km et le débit de 70 Mbit/s, il est par la suite envisageable de fournir un accès haut débit aux endroits ruraux n'ayant pas l'ADSL ni le câble.

Il y a très peu de temps, le 12 décembre 2005, l'organisme IEEE a standardisé la variante mobile de la technologie WiMAX, le *WiMAX mobile*. Elle a un débit de 30 Megabit/seconde avec une portée de 3-4 kilomètres, ce qui est largement plus que les réseaux téléphonique. Le G3 peut actuellement transiter entre 400 et 700 Kilobit/seconde et par utilisateur. C'est la concurrent direct du réseau téléphonique.

Pour le moment les composants compatibles avec le WiMAX mobile commencent tout juste à être fabriqués. On estime la sortie en masse des ces composants en 2008. Avec cette technologie on pourrait peut être un jour remplacer le réseau mobile actuel, à condition d'avoir une couverture total du pays.

Les licences d'exploitation du WiMAX sont aujourd'hui en cours d'attribution au niveau régional, sachant que seuls 2 opérateurs pourront se partager une région. C'est l'ARCEP (*Autorité de Régulation des Communications Electroniques et des Postes*), anciennement ART (*Autorité de Régulation des Télécoms*), qui a pour charge de déterminer les ayant droits.

Il existe aussi une seule licence d'exploitation nationale qui a été attribuée à la société Altitude Telecom (récemment renommée IFW suite à son acquisition par le FAI Free) qui aurait déjà commencé à déployer son réseau WiMAX avec des équipements « 802.16e ready ».

Une Autre évolution se fait au niveau des services proposés par le Triple play. Il existe aujourd'hui plusieurs concepts et technologies en cours de développement par les différents fournisseurs. Afin de gagner des parts du marché, ils proposent des services et des fonctionnalités supplémentaires. Une des services qui est en plein essor est le *Quadruple play*. Le Quadruple play est un Triple play auquel on ajoute de la téléphonie mobile.

Dès qu'on entre dans la zone du STB de la maison ou du bureau, la communication mobile passe par le réseau haut débit via de la VoIP. Pour que cela fonctionne, il faut avoir des opérateurs qui proposent cette fonctionnalité, ainsi que des téléphones mobiles compatibles.

Grâce au développement des technologies sans fil, le Wi-Fi et le WiMAX, ainsi que des téléphones compatibles Wi-Fi via la VoIP, le Quadruple play sera envisageable. La plupart des téléphones mobiles en construction intègrent le support de la VoIP. Aujourd'hui il y a un certain nombre de téléphones sortis avec le support de la VoIP. Il y a notamment Skype qui présente, en partenariat avec Netgear, le premier téléphone Skype Wi-Fi VoIP. Il y a également Senao, société taïwanaise, qui propose un téléphone Wi-Fi 802.11b/g pour la VoIP. Un autre exemple est NTT DoCoMo, opérateur mobile au Japon, qui introduit son téléphone 3G/Wi-Fi.

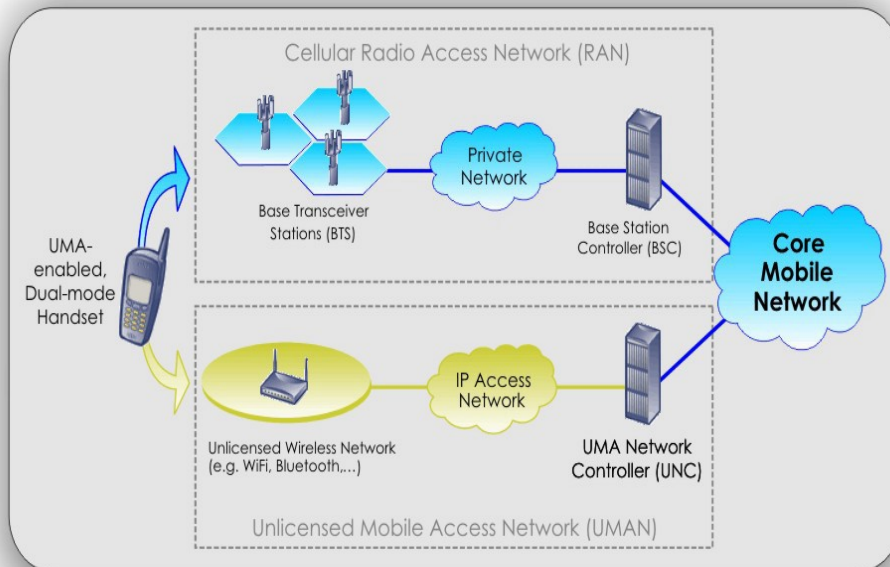
En ce qui concerne les fournisseurs d'accès, ils sont un pas en avance. Il y a, pour le moment, déjà deux fournisseurs proposant le concept du Quadruple play, mais les autres ne tarderont pas à suivre. Nous faisons par la suite une brève explications de ces deux offres.

5.2 UMA (Unlicensed Mobile Acces)

Le téléphone compatible avec la technologie UMA utilise un accès haut débit sans fil à la maison ou au bureau. Puis il bascule, sans interruption de service, sur le réseau mobile à l'extérieur et en mobilité. L'utilisation du réseau fixe ou mobile devient transparente pour l'utilisateur. Ce dernier pourrait alors utiliser un seul téléphone et un seul numéro au lieu d'avoir un numéro fixe et un deuxième pour le téléphone mobile.

Le protocole dont se sert l'UMA permet d'utiliser des services concernant les téléphones mobiles tel que GSM et GPRS, à travers des technologies comme le Bluetooth et le Wi-Fi (802.11b/g). Il est également compatible avec les réseaux IP sans fil comme les réseaux WiMAX.

Le fonctionnement de cette technologie est relativement simple. Dès qu'un téléphone mobile UMA entre dans la zone de couverture d'un point d'accès Wi-Fi ou Bluetooth, il peut recevoir et établir une communication par paquet IP. Ces paquets sont alors transmis jusqu'au contrôleur UMA grâce au réseau IP de la maison ou de l'entreprise. Ce contrôleur envoie les données nécessaires vers le réseau de l'opérateur mobile. Il authentifie de cette même manière l'utilisateur avant sa connexion au réseau cellulaire.



Une fois que cette technologie sera sortie de la phase tests, elle sera intégrée à la Livebox afin d'offrir le Quadruple play aux clients de Wanadoo.

Le deuxième fournisseur proposant le Quadruple play est Neuf Télécom. Il propose le **Beautiful Phone**. C'est un téléphone de nouvelle génération qui permet lui aussi de téléphoner en Wi-Fi à la maison grâce à la Neufbox, et de basculer vers une connexion GSM à l'extérieur, en utilisant le réseau de l'opérateur SFR. Actuellement le *Beautiful Phone* est en cours de tests par des clients volontaires. Après cette période d'essais le fournisseur devrait ajouter la téléphonie mobile à ses offres, et le Triple play se transformera en Quadruple play.

Avec ces nouvelles technologies qui ne cessent d'évoluer, utilisant de plus en plus de bande passante, le débit doit également suivre. A la suite de ADSL 2+, voici maintenant le VDSL (*Very High Rate Digital Subscriber line*). Basée sur la même technologie que l'xDSL, les signaux VDSL sont transportés sur une paire de cuivre, simultanément et sans interférence avec la voix téléphonique. Cette technologie permet d'atteindre de très hauts débits. VDSL promet un débit vers l'internaute atteignant 50 Mbit/s, et depuis l'abonné vers Internet de l'ordre de 3 Mbit/s. L'évolution de cette technologie, le VDSL 2, peut même fonctionner jusqu'à 100 Mbit/s dans les deux sens (en théorie).

Cette technologie utilise une bande de fréquences allant jusqu'à 12 MHz en VDSL 1 et 30 MHz pour le VDSL 2, tandis que l'ADSL 2+ utilise une bande de fréquences de 2,2 MHz.

La plage de fréquences étant plus large et la consommation d'énergie plus importante, les opérateurs doivent adapter leurs équipements réseaux. Alors qu'une carte ADSL 2+, insérée dans un

multiplexeur d'accès pour lignes d'abonnés numériques (DSLAM), peut desservir jusqu'à 72 clients, une carte VDSL n'accepterait pas plus de 24 clients pour l'instant.

Club Internet est l'un des rares FAI à disposer déjà de DSLAM équipés aussi bien de cartes ADSL 2+ que VDSL. L'objectif est de fournir des débits en VDSL aux abonnés situés à 1500 m du répartiteur et de l'ADSL 2+ aux personnes résidant à plus de 1,5 km.

Une autre technologie en cours de développement est la FTTH (*Fiber To The Home*) ; la fibre optique à la maison/immeuble.

Elle permet l'accès à Internet à des débits atteignant souvent 100 Mbit/s. Comparable au câble dans son installation, puisqu'elle nécessite la pose de fibres jusque chez l'abonné, la FTTH est principalement utilisé dans les zones urbanisées de la Corée du Sud, du Japon et des Etats-Unis, ainsi que dans quelques agglomérations européennes.

Elle est cependant en phase de tests dans certaines grandes villes françaises (telles Lyon ou Paris), par différentes sociétés (Cite Fibre, France Télécom, etc.).

6 Conclusion

Les grands axes de convergence technologique s'effectuent principalement entre le monde des télécommunications et celui de l'informatique. Cela se voit notamment avec l'arrivée de solutions concernant la téléphonie sur IP. La convergence des opérateurs de télécommunication avec les FAI, s'effectue entre le téléphone fixe, le mobile, l'Internet ainsi que la télévision à travers les offres Quadruple play. L'objectif principale de la téléphonie sur IP est de réduire les coûts de fonctionnement. En effet, avec cette offre, l'utilisateur n'est plus dépendant de l'opérateur téléphonique pour des appels internes. On diminue de même les frais sur les appels longue distance en passant par le réseau IP.

Afin de garder leur clientèle, et de gagner plus de part du marché, les FAI et les câblo-opérateurs ne cessent pas de développer des services supplémentaires. En parallèle avec le Quadruple play, on parle également de Quintuple play. Ce dernier présente différents services selon le fournisseur. Le cinquième service peut être: le jeu en ligne, des services à travers le réseau Wi-Fi ou bien le CPL (*Courant Porteur en Ligne*).

Demain, notre téléphone mobile basculera de manière automatique, en fonction du lieu d'utilisation et sans que nous le sachions, sur les modes de télécommunications les plus adaptés, comme le Wi-Fi et le WiMAX.

Bibliographie en ligne

- JDN Solutions : <http://www.solutions.journaldunet.com>
- Futura Sciences : <http://www.futura-sciences.com/>
- ZD Net: <http://www.zdnet.fr>
- Dico du Net
- MobilNews Info : <http://www.mobilnews.info/mobilnews/>
- 01Net : <http://www.01net.com>
- <http://www.silicon.fr>
- <http://www.LExpansion.com>
- Motive : <http://www.motive.com/>
- Les tutoriaux de l'IEC (<http://www.iec.org/online/tutorials/>), et en particulier:
 - http://www.iec.org/online/tutorials/voip_voatm/index.html (VoIP et VoATM)
 - http://www.iec.org/online/tutorials/vodsl_revenue/index.html (VoDSL)
 - http://www.iec.org/online/tutorials/voice_dsl/index.html (VoDSL)
- **FreeNews**, l'actualité des freenauts (<http://www.freeneews.fr>). En particulier, les recopies des messages des newsgroups *proxad.free.adsl.** sur le fonctionnement technique du FAI ADSL Free/Proxad.
- « Anatomie d'une connexion ADSL », *Christian CALECA* (<http://christian.caleca.free.fr/adsl/>)
- **Wikipédia**, l'encyclopédie libre, gratuite et multilingue que chacun peut améliorer (<http://fr.wikipedia.org> et <http://en.wikipedia.org>)
- Les newsgroups *fr.reseaux.telecoms.** et *alt.fr.fai.**.