

**A.D.S.L.**

**1 LES TECHNIQUES DSL : ..... 2**

1.1 HDSL ..... 3

1.2 SDSL ..... 3

1.3 ADSL ..... 3

1.4 RADSL ..... 4

1.5 VDSL ..... 4

1.6 SHDSL ..... 5

**2 ADSL ..... 5**

2.1 BANDE PASSANTE : ..... 5

2.2 DÉBITS : ..... 6

2.3 ADSL ET TÉLÉPHONIE ANALOGIQUE : ..... 6

2.4 ADSL ET TÉLÉPHONIE RNIS : ..... 7

2.5 ADSL G-LITE : ..... 7

**3 ADSL POUR INTERNET ..... 8**

3.1 RACCORDEMENTS CHEZ L'ABONNÉ : ..... 8

3.2 RACCORDEMENT DE QUELQUES ORDINATEURS (NAT) : ..... 8

3.3 RACCORDEMENT D'UN RÉSEAU LOCAL : ..... 9

3.4 RACCORDEMENT CHEZ L'OPÉRATEUR : ..... 9

3.5 RACCORDEMENT CHEZ UN OPÉRATEUR ALTERNATIF : ..... 9

3.6 NETISSIMO : ..... 11

**4 ADSL ET LES AUTRES SOLUTIONS..... 12**

4.1 LE CÂBLE : ..... 12

4.2 LE SATELLITE : ..... 12

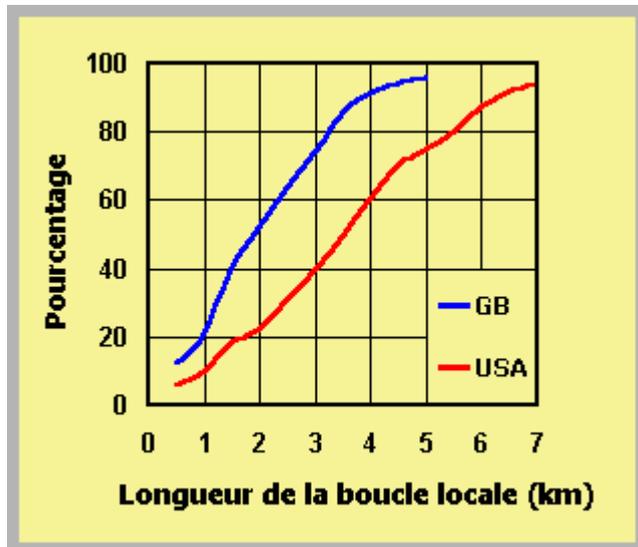
4.3 LE MMDS : ..... 12

4.4 LES CÂBLES ÉLECTRIQUES : ..... 13

**5 INFORMATIONS ET DOCUMENTATIONS ..... 13**

## 1 Les techniques DSL :

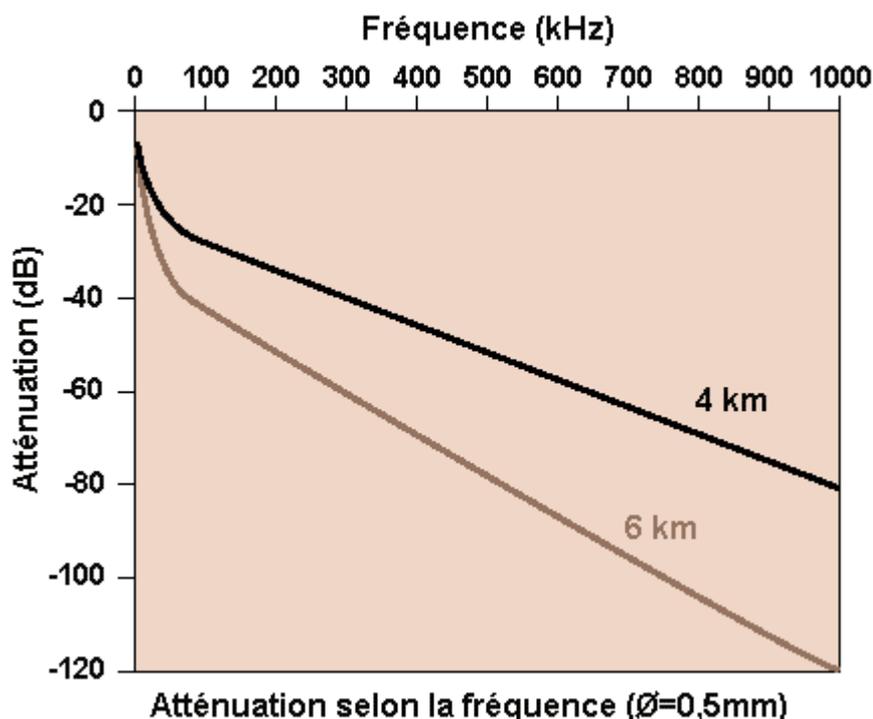
Les techniques de transmissions DSL (*Digital Subscriber Line*) ont été développées pour permettre la transmission de données à débits élevés sur une ligne d'abonné téléphonique classique (une paire de cuivre de 6 km maximum envisagé).



Environ 85% des abonnés sont situés à moins de 4 km de leur commutateur de rattachement en Europe (60% aux USA). Plutôt que de réaliser de nouveaux raccordements (optiques) il est plus économique d'utiliser au mieux les lignes existantes.

La paire de cuivre reliant un abonné du téléphone à son commutateur de rattachement autorise une bande passante élevée (0 à plusieurs MHz), malheureusement l'atténuation étant proportionnelle à  $\sqrt{f}$  (effet de peau) celle-ci devient très importante aux fréquences élevées. La bande effectivement utile

dépendra donc de la longueur réelle de la liaison et des techniques de codages utilisées, on estime que 1,1 MHz est le maximum exploitable. De plus, la diaphonie sur ces lignes est importante et réduit fortement le rapport signal/bruit, les nouvelles techniques de transmission devront être compatibles avec l'existant.



## 1.1 HDSL

HDSL (*High bit rate Digital Subscriber Line*) est la version la plus ancienne, elle permet de raccorder un accès primaire (T1 = 1536kbit/s ou E1 = 2048kbit/s) en utilisant 2 paires téléphoniques.

La liaison est symétrique. On utilise un codage 2B1Q (au lieu des codages AMI ou HDB3 initiaux qui sont moins performants) et on effectue une transmission duplex sur chaque paire (avec annulation d'écho) : 768kbit/s ou 1Mbit/s sur chaque paire avec mixage aux extrémités pour faire un duplex global de 1,5 ou 2Mbit/s. La distance permise est d'environ 4km et de 12km avec répéteurs.

**HDSL2** est une version plus récente qui permet le raccordement T1/E1 en n'utilisant qu'une seule paire. De plus HDSL2 est compatible avec ADSL et peut partager certains équipements chez l'opérateur (DSLAM).

## 1.2 SDSL

SDSL (*Symmetric Digital Subscriber Line*) utilise la moitié de HDSL, elle permet de raccorder un abonné à 768kbit/s duplex en utilisant 1 seule paire téléphonique (liaisons informatiques...). L'utilisation simultanée du téléphone analogique n'est pas prévue.

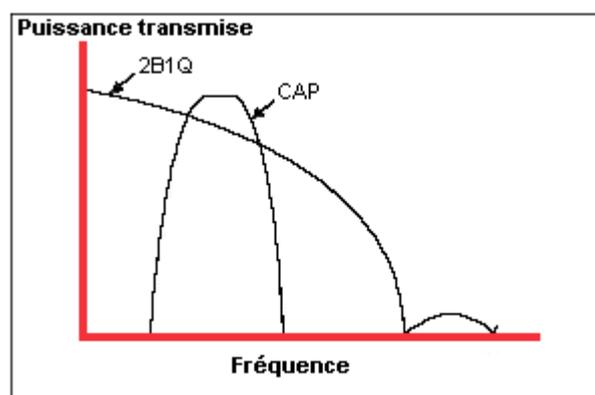
## 1.3 ADSL

ADSL (*Asymmetrical Digital Subscriber Line*). C'est à dire « ligne d'abonné numérique asymétrique ».

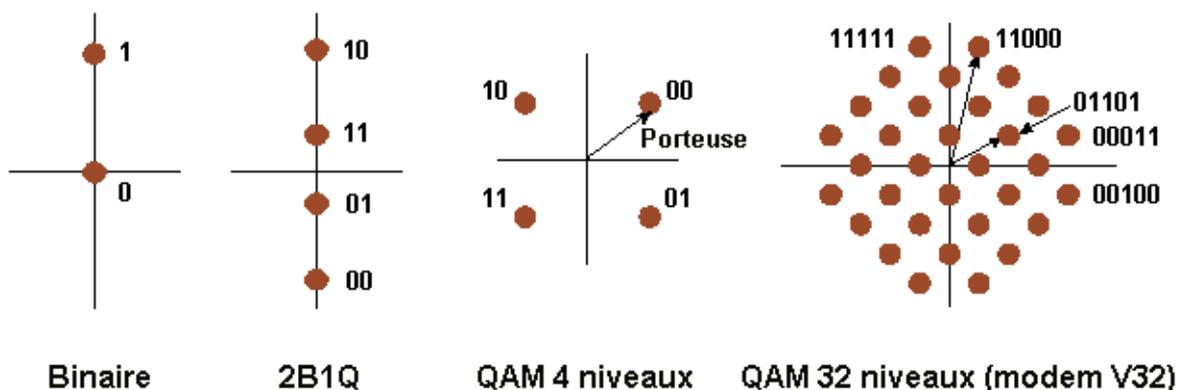
Au début des années 1990, l'objectif initial de l'ADSL était de permettre la distribution de vidéo à la demande sur le câblage téléphonique (*VDT Video Dial Tone*). Pour cela quelques Mbit/s du distributeur vers l'abonné sont nécessaires mais le canal montant peut être réduit. L'application majeure actuellement est le raccordement à Internet.

ADSL étant devenu la technologie désignée pour les applications SOHO (*Small Office – Home Office*), la coexistence avec la téléphonie classique sur la même paire de cuivre s'avère nécessaire.

Le codage 2B1Q n'étant plus envisageable, on a utilisé, dans un premier temps, une modulation CAP (*Carrierless Amplitude and Phase*), modulation sur une porteuse supprimée ensuite. Actuellement, les progrès sur les DSP permettent une transmission multi-porteuses et on préconise le DMT (*Discrete Multi Tone*) plus performant avec 256 canaux de 4kHz utilisant une modulation QAM (*Quadrature Amplitude Modulation*), dont le spectre permet de générer des canaux étroits..



Comparaison 2B1Q / CAP

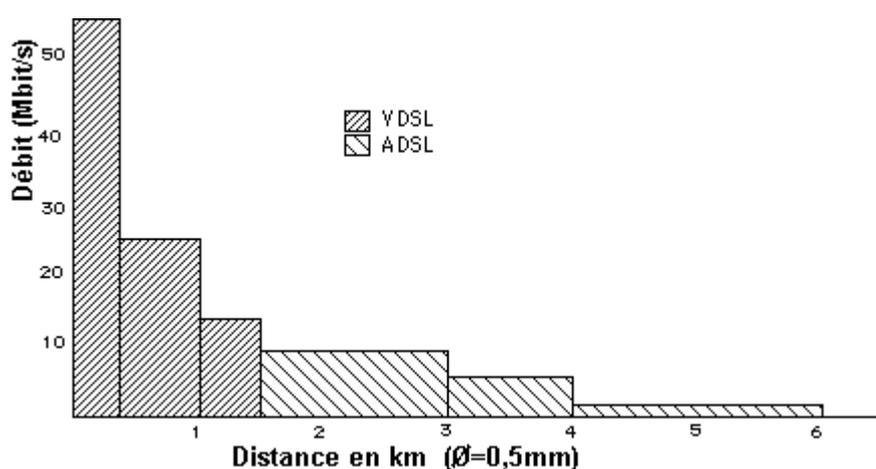


## 1.4 RADSL

RADSL (*Rate Adaptive Digital Subscriber Line*), la vitesse de la transmission entre deux modems est fixée de manière automatique et dynamique, selon la qualité de la ligne télécom. Cette technique permet de simplifier l'installation d'un nouveau service, d'autoconfigurer l'équipement de raccordement en fonction des conditions de transmission, mais aussi de donner aux fournisseurs de services l'option de configurer leurs systèmes à des vitesses fixes, pour proposer à leurs clients des coûts adaptés à leurs besoins. Le même système peut être décliné sous plusieurs formes, ce qui simplifie la gestion et la maintenance des lignes de produits. En réalité le RADSL est un ADSL avec une couche logicielle supplémentaire.

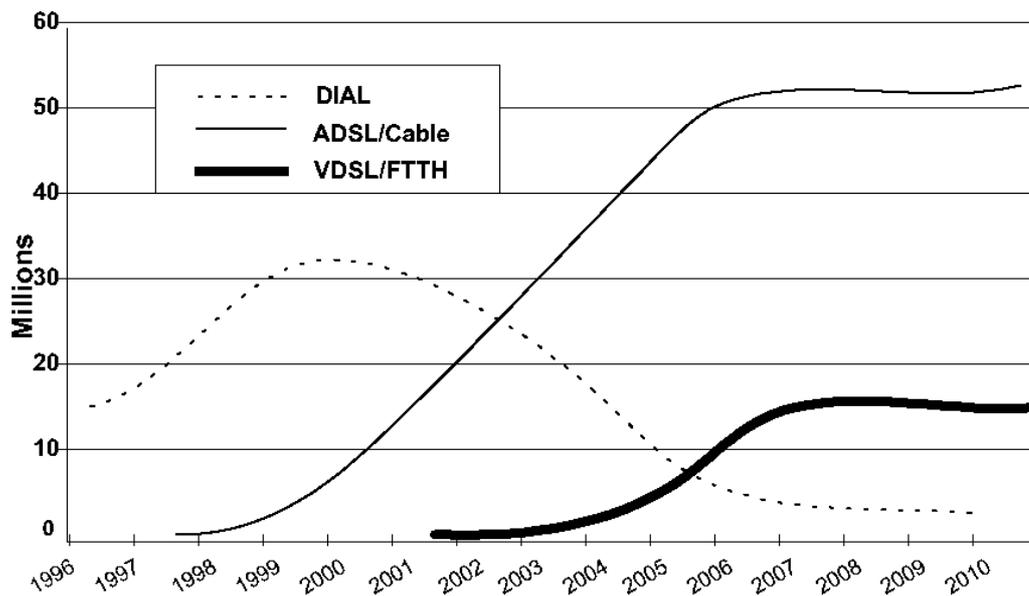
L'ADSL avec modulation DMT est intrinsèquement adaptatif !

## 1.5 VDSL



de cuivre. VDSL est prévu pour les besoins futurs en attendant un éventuel FTTH (*Fiber To The Home*).

VDSL (*Very high speed Digital Subscriber Line*) est la dernière version. Elle permet des débits très élevés sur une distance courte. Le raccordement jusqu'à proximité de l'abonné (quartier, bâtiment...) étant optique, VDSL permet 26Mbit/s, voire 52Mbit/s, sur les 300 derniers mètres en paire



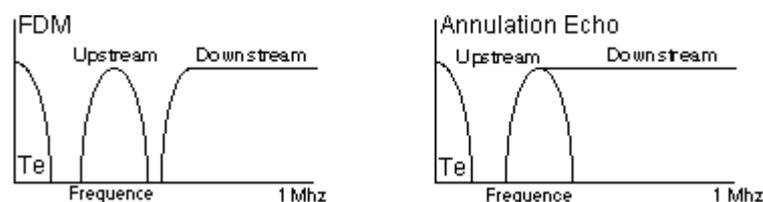
## 1.6 SHDSL

SHDSL (*Single pair HDSL*), normalisé par l'UIT-T en 2001, débits symétrique de 192kbits/s à 2,32kbits/s selon la distance (2Mbits/s envisagés sur 3km).

Voir [www.shdsl.org](http://www.shdsl.org)

## 2 ADSL

### 2.1 Bande passante :



La première partie de la bande passante sera réservée au téléphone classique (POTS = *Plain Old Telephone Service*).

On utilisera les premières fréquences pour le canal montant (« Upstream » de l'abonné vers le commutateur de rattachement).

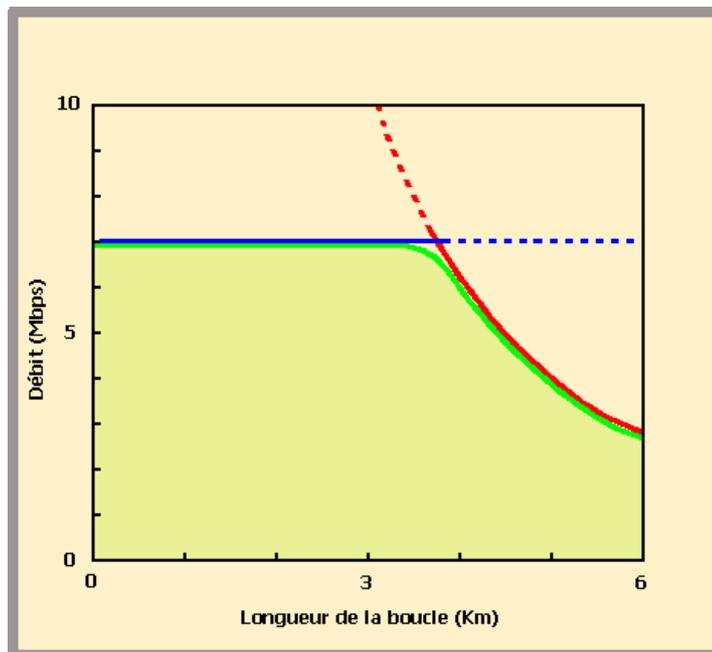
Le canal descendant (« downstream » du commutateur vers l'abonné) utilisera les fréquences les plus élevées. Si on utilise une technique de transmission avec annulation d'écho, les canaux montant et descendant pourront utiliser les mêmes fréquences. On pourra dans ce cas avoir un débit plus élevé sur le canal descendant ou permettre une distance de liaison plus grande.

## 2.2 Débits :

En 1995, le standard T1.413 de l'ANSI précise que les débits seront :

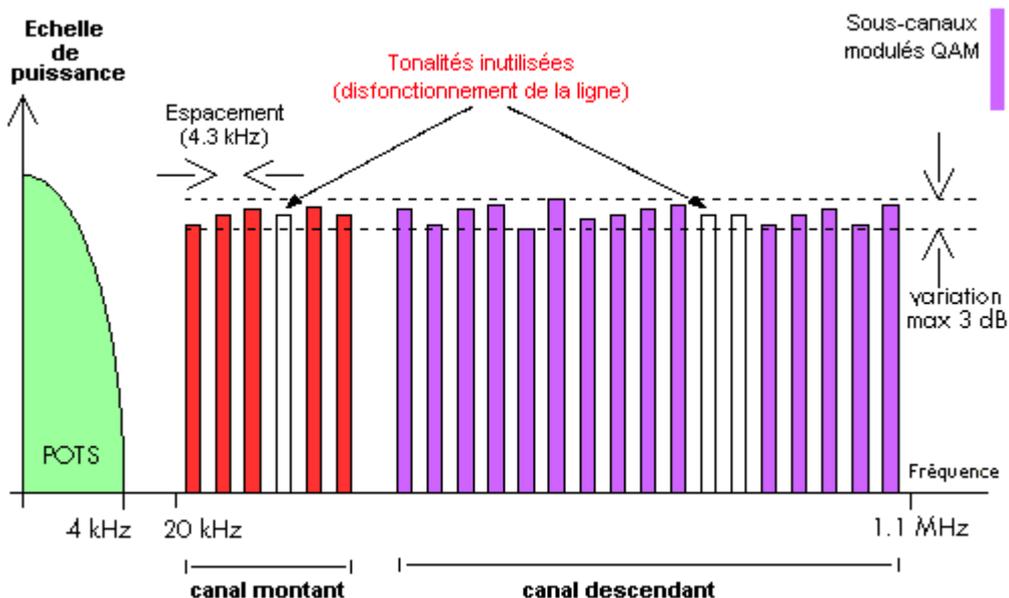
- Canal montant : 16k..640kbit/s
- Canal Descendant : 1,5Mbit/s..8,2Mbit/s

Les débits maximum dépendent essentiellement de la distance effective entre l'abonné et le commutateur. Au delà de 4km, l'atténuation joue un rôle prépondérant.



## 2.3 ADSL et téléphonie analogique :

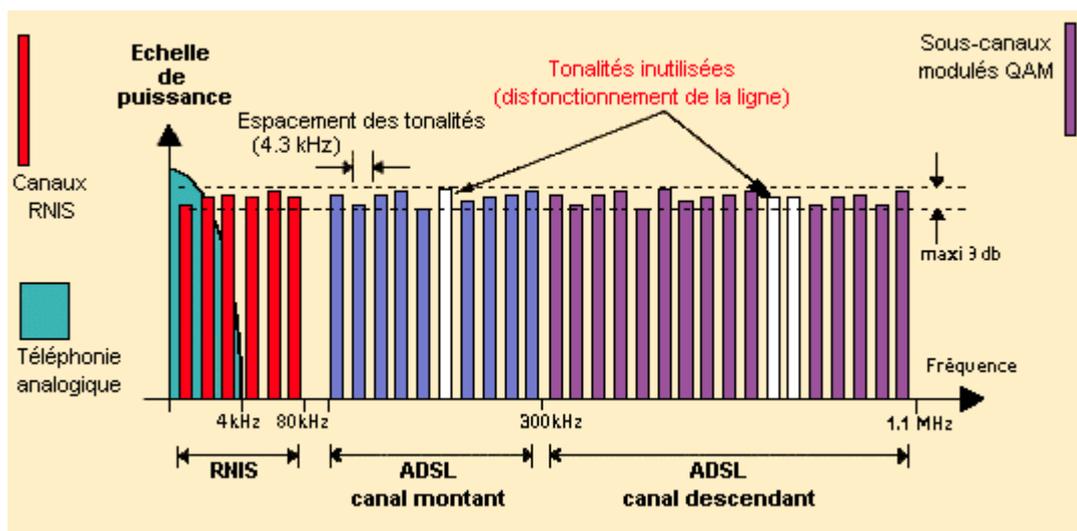
Le DMT utilisé pour l'ADSL segmente la bande passante en 256 canaux de 4,3kHz. Le canal n°1 est réservé à la téléphonie, les canaux 2 à 6 constituent la bande de garde. Il reste 250 canaux dont les 24 premiers sont utilisés par la transmission montante. La transmission descendante utilise 217 canaux suivants (après 8 canaux interbande) ou éventuellement la totalité des 250 canaux si on effectue une transmission avec annulation d'écho.



La modulation QAM permet à chaque canal de transporter potentiellement 15 bits/s/Hz soit  $15 \times 4k = 60\text{kbit/s}$ , on obtient donc en débit potentiel brut  $24 \times 60 = 1440\text{kbit/s}$  montant et  $217 \times 60 = 13020\text{kbit/s}$  descendant !

Chaque canal est utilisé au mieux selon le rapport signal/bruit, certains canaux pouvant être inutilisés selon le bruit environnant..

## 2.4 ADSL et téléphonie RNIS :



## 2.5 ADSL G-lite :

L'absence de normalisation des équipements ADSL a fortement freiné son développement. De plus, les débits élevés n'étaient nécessaires que pour un service vidéo, or le câble et le satellite s'étaient depuis fortement déployés à des tarifs très compétitifs. Seul le déferlement d'Internet constituait le nouveau marché potentiel pour l'ADSL à condition de permettre un déploiement simple et rapide chez l'abonné, l'objectif est d'éviter le déplacement d'un technicien .

Une association de constructeurs (*Universal ADSL Working Group*, [www.uawg.org](http://www.uawg.org)) créée en 1998 a défini une version légère de l'ADSL appelée G-lite ou ADSL-lite ou Universal ADSL ou Splitterless ADSL dont les recommandations validées par l'ITU G992.2 sont les suivantes :

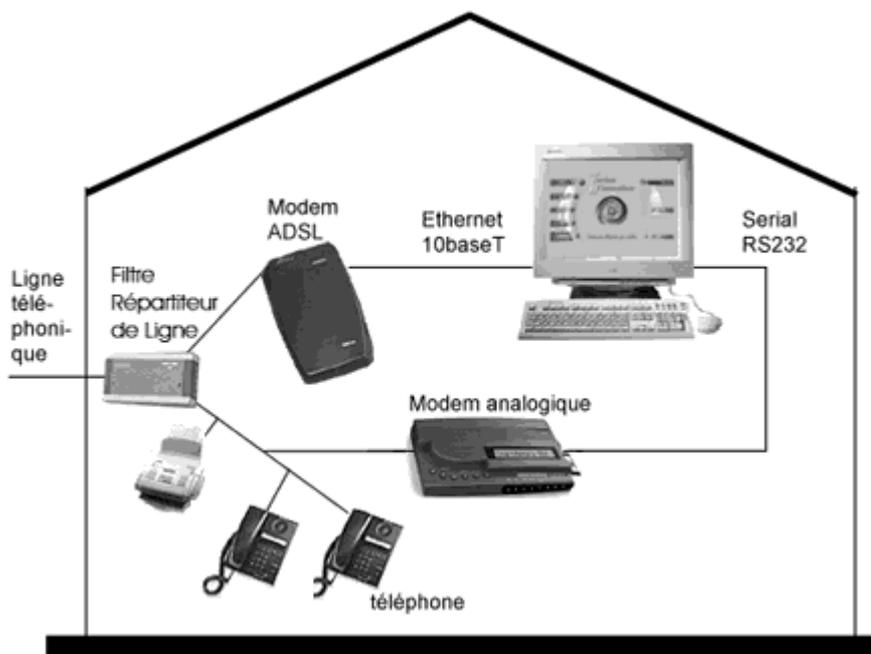
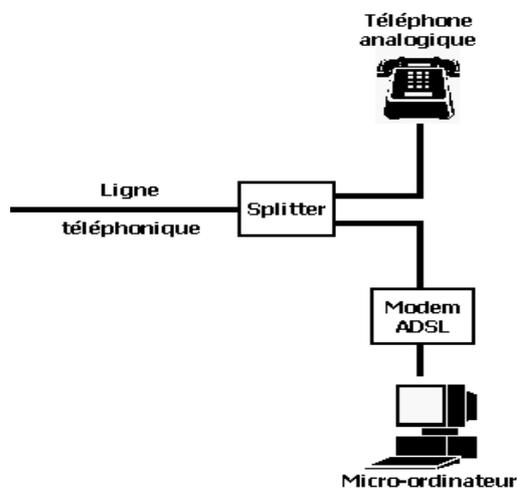
- Transmission DMT (*Discrete Multitone*) sur 127 canaux (bande passante totale = 550kHz).
- Limitation de QAM à 8bits/s/Hz soit 32kbit/s brut par canal.
- Débit descendant jusqu'à 1,5Mbit/s
- Débit montant jusqu'à 512 kbit/s.
- Splitter (filtre) intégré au modem (réduction des coûts d'installation).
- Modem « plug and play ».

### 3 ADSL pour Internet

#### 3.1 Raccordements chez l'abonné :

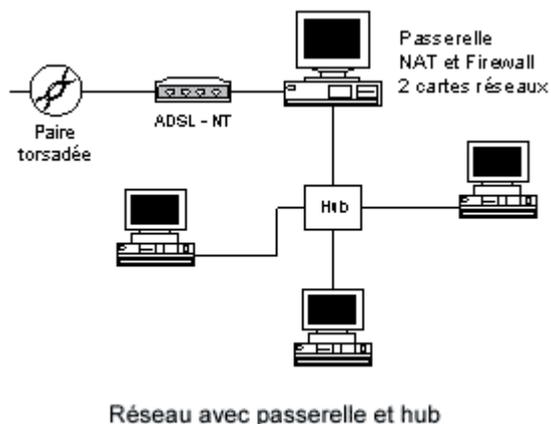
A l'arrivée de la ligne téléphonique on installe un filtre chargé de séparer les basses fréquences (du continu à 4kHz) à destination du téléphone et les hautes fréquences à destination du modem ADSL.

Il existe une version économique dans laquelle on installe simplement des micro-filtres dans les prises des téléphones analogiques et pour laquelle le déplacement d'un technicien est inutile (comme pour un modem RTC). Un modem ADSL-lite est actuellement commercialisé pour 100€



#### 3.2 Raccordement de quelques ordinateurs (NAT) :

Si on désire raccorder quelques ordinateurs sur une même liaison, il est nécessaire de prévoir un dispositif de translation d'adresse (NAT *Network Address Translation*) et un minimum de sécurité.



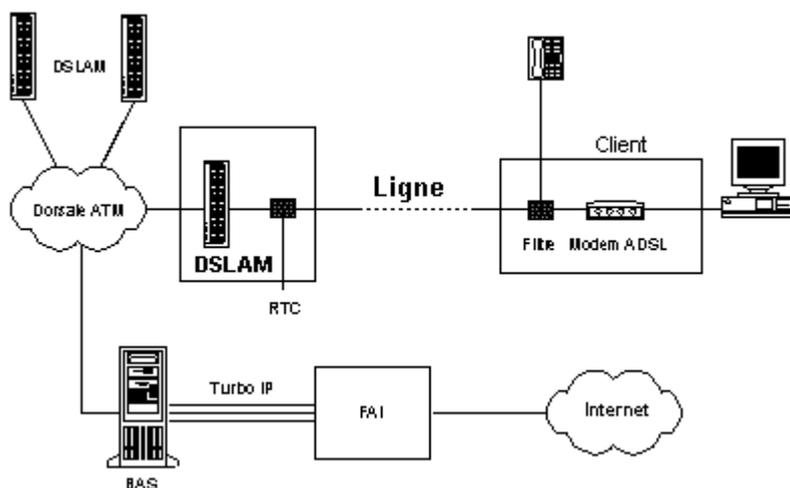
### 3.3 Raccordement d'un réseau local :

Dans le cas d'un réseau local, un routeur sera chargé d'effectuer la connexion entre le modem ADSL et le réseau local.

Dans ce type d'installation, l'interface de sortie du modem peut être de type ATM (au lieu d'Ethernet) permettant ainsi une liaison ATM de bout en bout. Il sera alors possible de multiplexer des trafics avec des qualités de service différentes (vidéo, Internet...). Le routeur possédera alors une Interface ATM coté modem.

Un serveur proxy sera généralement installé, le proxy peut être configuré de manière à n'autoriser des transactions que sur certains ports spécifiés (comme http (80), ftp(21), pop3(110), smtp(25) ou telnet(23) par ex) ce qui constitue en quelque sorte un 'firewall' puisque les intrusions sur les autres ports ne seront pas prises en compte. Cependant il faut configurer chaque machine du réseau pour utiliser un proxy ce qui augmente considérablement le travail d'administration.

### 3.4 Raccordement chez l'opérateur :

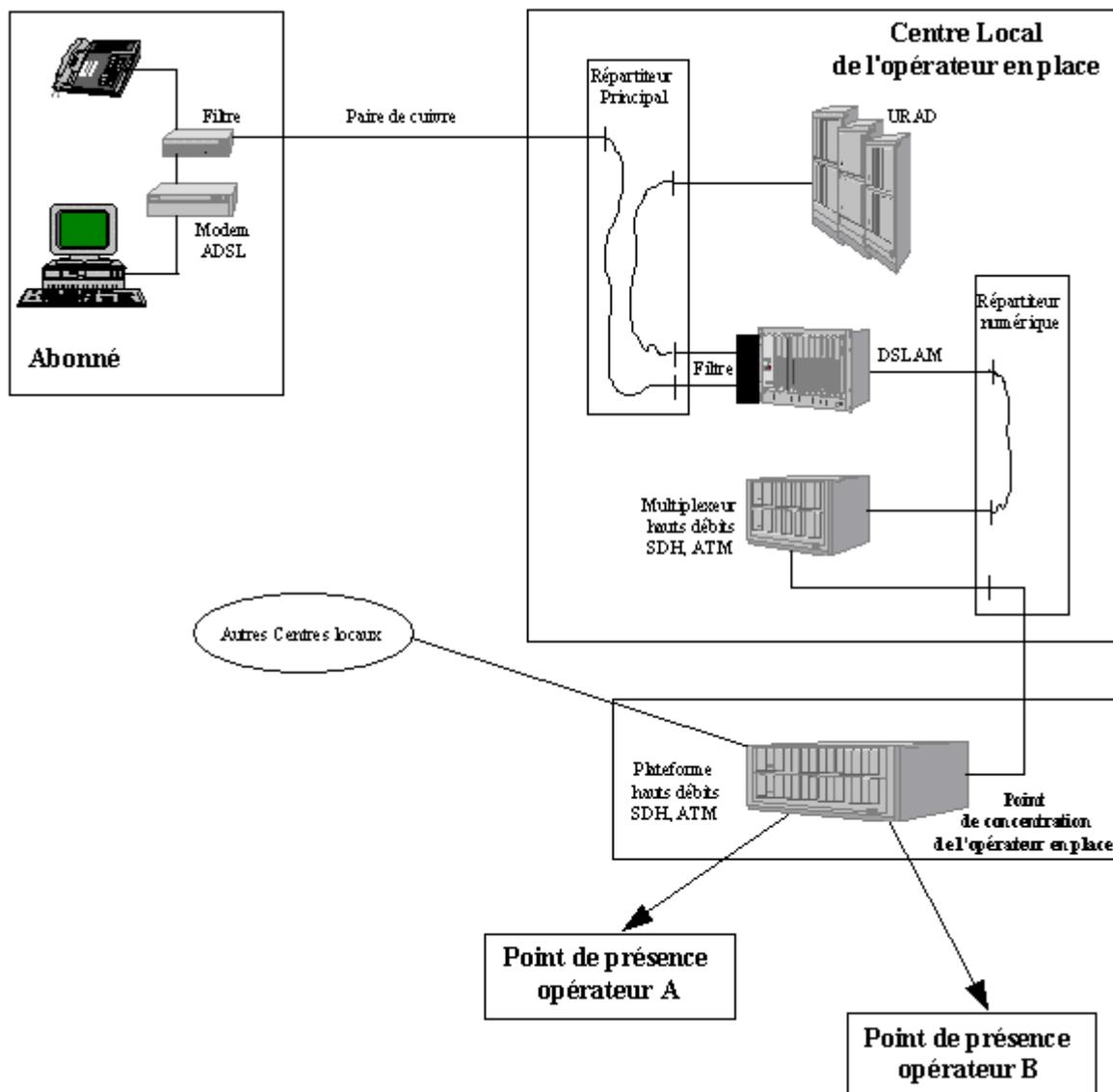


L'arrivée de la ligne de l'abonné est dirigée vers un filtre. La partie basse fréquence rejoint le répartiteur téléphonique et la partie haute fréquence un DSLAM (*DSL Access Multiplexer*) celui-ci contient en entrée un modem ADSL par abonné et permet de relier plusieurs abonnés vers une dorsale ATM (éventuellement SDH).

Plusieurs DSLAM sont reliés sur un même BAS (*Broadband Access Server*), un serveur RADIUS (*Remote Access Dial In User Server*) relié au BAS autorise la mise en place de la liaison de l'abonné. L'ensemble des équipements DSLAM et BAS d'une même région s'appelle une plaque. La France compte près d'une soixantaine de plaques sur l'ensemble du territoire, dont une dizaine sur la région Île de France.

### 3.5 Raccordement chez un opérateur alternatif :

L'ART impose le dégroupage de la ligne téléphonique de France Télécom à partir de 2001. Pour l'instant le raccordement vers un autre opérateur se fait en sortie de DSLAM sur la dorsale ATM (seul protocole en place !) par un circuit virtuel permanent.



Le dégroupage devrait permettre aux autres opérateur de se raccorder :

- Sur le répartiteur principal.
- Sur le répartiteur numérique, le multiplexage étant à la charge de l'opérateur entrant.

Trois types de colocalisation sont possibles :

- Colocalisation physique : les équipements de l'opérateur entrant sont installés chez l'opérateur en place (France Télécom), éventuellement dans des cages de colocalisation.
- Colocalisation virtuelle : les équipements de l'opérateur entrant sont installés et exploités par l'opérateur en place (France Télécom).
- Colocalisation distante : les équipements de l'opérateur entrant sont installés dans un local à proximité de l'opérateur en place (France Télécom), un raccordement à partir des répartiteurs peut être effectué.

### 3.6 Netissimo :

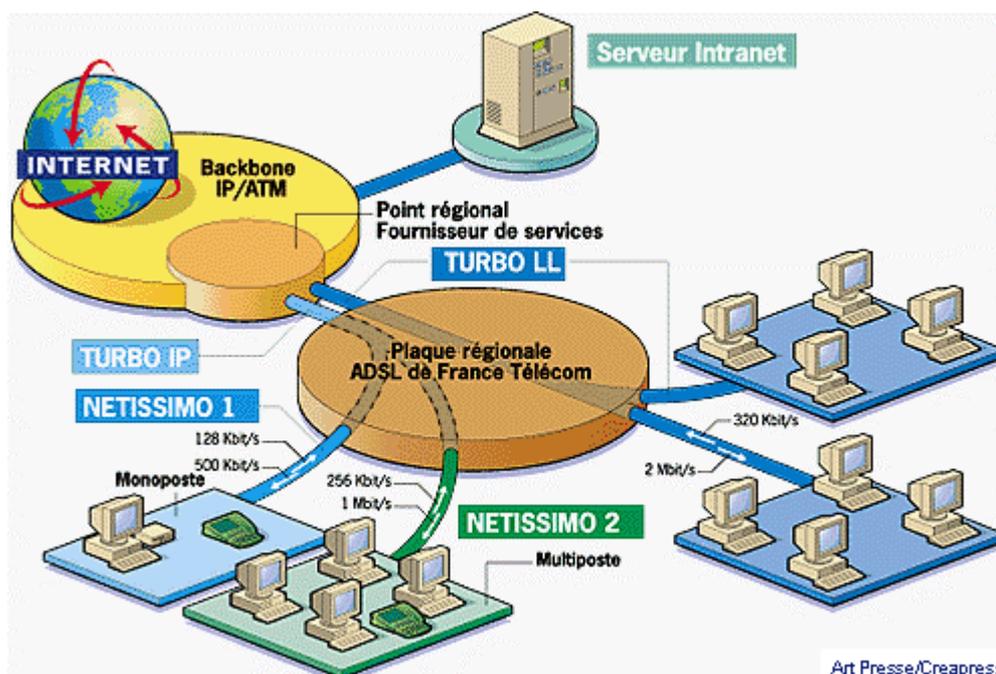
L'offre de France Télécom est exclusivement prévue pour une ligne téléphonique analogique et sur une distance limitée à 3-3,5km (80% des abonnés). Elle ne concerne que le raccordement IP via ADSL à des FAI (*Fournisseur d'Accès Internet*) auprès desquels l'utilisateur devra aussi prévoir un abonnement pour un accès à Internet.

#### Netissimo 1 :

- Débits 128kbit/s montant et 500kbit/s descendant.
- Interface Ethernet (10Mbit/s) ou USB, prévu pour un seul poste utilisateur (NAT possible).
- Transport IP dans une couche PPPoE (PPP over Ethernet).

#### Netissimo 2 :

- Débits 256kbit/s montant et 1Mbit/s descendant.
- Interface Ethernet ou ATM, prévu pour un réseau local.
- Transport IP dans une couche PPPoE ou PPPoA.



Pour ce qui est de la responsabilité des différents partis (abonné / opérateur / FAI), il est évident que la configuration de la machine de l'utilisateur ainsi qu'un éventuel Réseau local situé derrière le modem sont du ressort de l'abonné. D'autre part, l'ensemble des équipements du modem ADSL jusqu'au routeur terminant la liaison Turbo IP et situé dans les locaux du FAI sont sous l'entière responsabilité de FT. Pour ce qui est de l'allocation des IPs, de la gestion du serveur Radius (identification des abonnés) ou encore du dimensionnement des tuyaux vers Internet, c'est la responsabilité du FAI.

## 4 ADSL et les autres solutions

### 4.1 Le Câble :

Grâce au câble hybride bidirectionnel, les câblo-opérateurs peuvent étoffer leur offre de télévision en y ajoutant la téléphonie classique et la consultation d'Internet. Pour cette dernière application, le débit descendant vaut 10 Mbit/s (10..27Mbit/s possible sur un canal vidéo de 6MHz), et le débit montant 768kbit/s (1 Mbit/s), mais ces débits sont partagés entre de multiples utilisateurs. Aux heures de pointe, les chiffres précités sont à diviser par 100 environ, mais le débit résultant reste cependant nettement supérieur à celui d'un modem analogique.

Les débits proposés en France sont généralement de 512kbit/s descendant / 128kbit/s montant pour un abonnement d'environ 40€

Aux USA, le câble est très bien implanté et 25% (en augmentation) des installations sont bidirectionnelles. En France, le monopole jusqu'en 1986 de France Télécom a freiné le développement de l'accès Internet par le câble. De plus, le câblage en paires de cuivre est véritablement généralisé et amorti favorisant ainsi l'ADSL.

### 4.2 Le Satellite :

La télévision directe par satellite numérique est fortement développée (surtout en France), l'usage de certains canaux pour la diffusion d'Internet est possible avec un débit descendant de plusieurs Mbit/s (2Mbit/s en général). Le problème reste toujours le canal montant pour lequel la solution la plus simple reste le RTC/RNIS via modem/adaptateur.

**Canal satellite** et **TPS** sont sur les rangs pour un accès à Internet destiné au grand public. Côté professionnels, **Netsat** commercialise déjà ses services.

En cas de développement important de cette solution, le débit moyen par utilisateur risque de se réduire fortement !

### 4.3 Le MMDS :

Lorsque la construction d'un réseau câblé est trop chère ou lorsqu'on se heurte à une zone d'ombre pour le satellite, le MMDS (*Microwave Multipoint Distribution System*) se révèle idéal. Cette solution est pour l'instant expérimentale.

MMDS est un procédé de diffusion de programmes de télévision analogique ou numérique par micro-ondes ou hyperfréquences. Deux écoles s'affrontent. Celle de TDF (*Télédiffusion de France*), qui a retenu la modulation d'amplitude. Celle de MDS international, une société lyonnaise qui considère cette technologie dépassée et a opté pour la modulation de fréquence, utilisée par les satellites de télévision directe.

L'opérateur peut capter par des paraboles en tête de réseau, des programmes sélectionnés en provenance des divers satellites, et les redistribuer ensuite au moyen d'un émetteur Hypercâble. Il suffit ensuite d'équiper les usagers (individuellement ou collectivement) d'une mini-antenne active de 10 cm (à moins de 30 Km de l'émetteur, la portée atteignant 100 Km pour une antenne de 28 cm), et d'un récepteur de TV par satellite.

Il suffit enfin d'installer à côté de l'émetteur un IRS (*Internet Radio Server*), micro-ordinateur raccordé au réseau LAN du fournisseur Internet qui transformera le signal au standard MPEG2/DVB, pour émission via l'antenne Hypercâble.

L'internaute devra s'équiper, en sus de son antenne, d'une carte PC qui intègre un récepteur satellite (permettant de recevoir les données à **2, 4, 8 ou 15 Mbit/s**), d'un navigateur standard, et d'un modem RTC/RNIS ou GSM pour la voie de retour.

#### **4.4 Les câbles électriques :**

L'idée d'utiliser le procédé de communication par *courants porteurs* pour faire transiter les données d'Internet sur le réseau électrique est particulièrement séduisante, la mettre en pratique n'est pas si simple : les hautes fréquences des systèmes à courants porteurs sont incapables de traverser le moindre transformateur électrique ou tout autre dispositif comprenant un bobinage, comme les compteurs électriques domestiques.

Le réseau électrique français, celui d'EDF, comme celui des autres pays européens, est entièrement télécommandé grâce à un réseau informatique qui le double et établit en permanence un "dialogue" entre les centres de surveillance et les transformateurs. Ce réseau utilise, le plus souvent, une fibre optique pour acheminer les données numériques à très haut débit. Comme la fibre optique de télécommande informatique y est accessible, on peut la connecter à un centre de contrôle Internet et l'utiliser pour acheminer les données en amont de ces transformateurs. Et comme, en aval, rien n'entrave le passage des courants porteurs vers l'abonné, il suffit de loger dans le local technique des transformateurs de distribution, un dispositif électronique chargé de convertir la transmission par fibre optique en transmission par courants porteurs. Rien ne s'oppose plus alors à l'acheminement des données jusqu'au compteur des foyers.

Pour le compteur de l'abonné un petit boîtier électronique, monté en dérivation, permettra aux courants porteurs de le contourner. Ainsi la connexion directe à Internet sera possible à partir de n'importe quelle fiche électrique de la maison.

A la suite d'essais, les canadiens annoncent un débit total disponible de **1 Mbit/s** en aval du transformateur et les Allemands de **3 Mbit/s** pour des distances inférieures à 300m (à partager entre les abonnés). Un transformateur de distribution ne dessert que quelques dizaines d'utilisateurs, ce qui limite le nombre de personnes susceptibles de se connecter en même temps et permet donc d'offrir à chacun un débit confortable.

En France, EDF a parrainé quelques tests dans des collèges pour raccorder des bâtiments afin de permettre un accès Internet aux salles éloignées (débits de quelques centaines de kbit/s réellement obtenus). ASCOM fabrique des équipements de ce type.

## **5 Informations et documentations**

[www.adsl.com](http://www.adsl.com) : Forum ADSL.

[www.shdsl.org](http://www.shdsl.org)

[www.adsl-offres.net](http://www.adsl-offres.net) : portail offres des fournisseurs.

[www.grenouille.com](http://www.grenouille.com) : permet un test périodique de la qualité (débits/délais) d'une connexion ADSL ou Câble.

[www.dslreports.com](http://www.dslreports.com) : propose un test du débit de votre connexion.

[www.adslautoconnect.net](http://www.adslautoconnect.net) : propose un freeware de reconnexion automatique.