

## **DOSSIER ADSL**



### **OBJECTIFS DU DOSSIER :**



- Dans le dossier suivant, nous vous proposons de découvrir les spécificités des lignes à haut débit. Nous verrons notamment deux dossiers :
  - L'ADSL (Asymmetric Digital Subscriber Line)
  - Les liaisons du futur

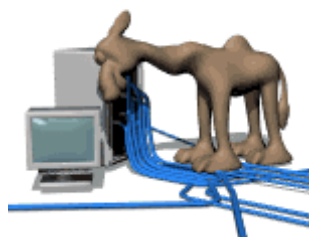
### **DEMARCHE DE TRAVAIL :**



- Consultez rapidement le dossier avant de commencer
- Complétez le dossier en suivant les indications du document

**BON COURAGE !**



  *Consultez le dossier ADSL multimédia en n'oubliant pas de faire les exercices associés...*

  *Lorsque vous vous sentirez prêt, complétez le dossier papier ...*






  A l'aide du dossier multimédia « ADSL » et du document papier « ADSL et LIAISONS DU FUTUR », répondez aux questions suivantes...



  Avec l'ADSL, la consultation de page Web (canal descendant) est-elle plus rapide que l'envoi de données (canal montant) ?



  Quelles sont les différences entre les solutions symétrique et asymétrique ?

...

  Quels sont les avantages de l'ADSL ?

  Quels sont les inconvénients de l'ADSL ?

  En vous fiant au tableau donné dans le paragraphe ADSL du dossier papier, quel est le débit de données en downstream et upstream à 2,4 km de distance pour un diamètre de fil de 0,4 millimètre ?

  Quelle est la solution idéale lorsque la construction d'un réseau câblé est trop cher et qu'une zone d'ombre gêne les satellites ?

  A quelle vitesse la fibre optique permet-elle de transférer les données ?

...





## DOSSIER ADSL ET LIAISONS DU FUTUR

CE DOCUMENT INTITULÉ « TECHNOLOGIES INTERNET - ADSL » ISSU DE COMMENT ÇA MARCHE EST MIS À DISPOSITION SOUS LES TERMES DE LA LICENCE CREATIVE COMMONS. VOUS POUVEZ COPIER, MODIFIER DES COPIES DE CETTE PAGE, DANS LES CONDITIONS FIXÉES PAR LA LICENCE, TANT QUE CETTE NOTE APPARAÎT CLAIEMENT.

## L'ADSL...

### Que signifie xDSL et ADSL ?

Le terme **DSL** ou **xDSL** signifie *Digital Subscriber Line (Ligne numérique d'abonné)* et regroupe l'ensemble des technologies mises en place pour un transport numérique de l'information sur une simple ligne de raccordement téléphonique. Les technologies xDSL sont divisées en deux grandes familles, celle utilisant une transmission symétrique et celle utilisant une transmission asymétrique. Ces deux familles seront décrites plus loin dans ce support.

Le terme ADSL signifie *Asymmetric Digital Subscriber Line* (dans les pays francophones ce terme est parfois remplacé par *LNPA* qui signifie *Ligne Numérique à Paire Asymétrique*). Ce système permet de faire coexister sur une même ligne un canal descendant (downstream) de haut débit, un canal montant (upstream) moyen débit ainsi qu'un canal de téléphonie (appelé **POTS** en télécommunication qui signifie : Plain Old Telephone Service).

### L'utilité des technologies xDSL et ADSL

Le rapide développement des technologies de l'information ont fait apparaître de nouveaux services gourmands en capacité de transmission. L'accès rapide à Internet, la visioconférence, l'interconnexion des réseaux, le télétravail, la distribution de programmes TV, etc font parties de ces nouveaux services multimédia que l'utilisateur désire obtenir à domicile ou au bureau.

Jusqu'à présent les services à hauts débits existant (câble coaxial, fibre optique) n'étaient pas bien adaptés aux besoins réels (trop chers à remplacer des fibres optiques ou connexion pas très stable en câble coaxial). L'idée d'utiliser la paire torsadée semble la mieux adaptée puisque dans le monde plus de 800 millions de connexions de ce type sont déjà en place et qu'il suffit d'ajouter un équipement au central téléphonique ainsi qu'une petite installation chez l'utilisateur pour pouvoir accéder à l'ADSL.

### Caractéristiques des technologies ADSL

Le terme **DSL** ou **xDSL** peut se décliner en plusieurs groupes : **HDSL**, **SDSL**, **ADSL**, **RADSL**, **VDSL**. A chacun de ces groupes correspondent une utilisation et des caractéristiques particulières.

Les différences entre ces technologies sont à différencier par :

- La vitesse de transmission
- La distance maximale de transmission
- La variation de débit entre le flux montant et le flux descendant
- Le caractère symétrique ou non de la liaison

La connexion point à point est effectuée via une ligne téléphonique entre deux équipements, d'une part le NT (Network Termination) installé chez l'utilisateur et d'autre part le LT (Line Termination) installé dans le centre de raccordement.

### Les solutions symétriques

La connexion s'effectue au travers de paires torsadées avec un débit identique en flux montant comme en flux descendant.

### HDSL

**HDSL** (*High bit rate DSL*) est la première technique issue de DSL et a vu le jour au début des années 1990.

Cette technique consiste à diviser le tronc numérique du réseau, **T1** en Amérique et **E1** en Europe sur 2 paires de fils pour T1 et 3 paires de fil pour E1.

Avec cette technique, il est possible d'atteindre un débit de 2Mbps dans les 2 sens sur trois paires torsadées et 1,5 Mbps dans les 2 sens sur deux paires torsadées. Il est possible que le débit, s'il est à 2 Mbps, puisse tomber à 384 kbps secondes par exemple en fonction de la qualité de la ligne et de la distance de la ligne sur le dernier kilomètre (entre 3 et 7 km suivant le diamètre du fil, respectivement entre 0.4mm et 0.8mm).

La connexion peut être permanente mais il n'y a pas de canal de téléphonie disponible lors d'une connexion HDSL.

Le problème actuel de cette technologie est que sa standardisation n'est pas encore parfaite.

### SDSL

**SDSL** (*Single pair DSL*, ou *symmetric DSL*) est le précurseur de HDSL2 (cette technologie, dérivée de HDSL devrait offrir les mêmes performances que ce dernier mais sur une seule paire torsadée).

Cette technique est conçue pour une plus courte distance qu'HDSL (voir tableau ci-dessous). La technique SDSL va certainement disparaître au profit de l'HDSL2.

Downstream : [Kbit/s]	Upstream : [Kbit/s]	Distance : [km]
128	128	7
256	256	6.5
384	384	4.5
768	768	4
1024	1024	3.5
2048	2048	3

*Distances et débits d'une liaison SDSL*

### Les solutions asymétriques

En étudiant différents cas de figure, on s'est aperçu qu'il était possible de transmettre les données plus rapidement d'un central vers un utilisateur mais que lorsque l'utilisateur envoie des informations vers le central, ceux-ci sont plus sensibles aux bruits causés par des perturbations électromagnétiques (plus on se rapproche du central, plus la concentration de câble augmente donc ces derniers génèrent plus de diaphonie).

L'idée est donc d'utiliser un système asymétrique, en imposant un débit plus faible de l'abonné vers le central.

### ADSL

**ADSL** (*Asymmetric Digital Subscriber Line*) au même titre que l'HDSL existe depuis une dizaine d'années et a tout d'abord été développé pour recevoir la télévision par le réseau téléphonique classique. Mais le développement d'Internet a trouvé une autre fonction à cette technologie, celle de pouvoir surfer rapidement sur le net et sans occuper une ligne téléphonique.

ADSL est aussi actuellement une des seule technologie disponible sur le marché qui offre le transport de la TV/vidéo sous forme numérique (MPEG1 ou MPEG 2) en utilisant un raccordement téléphonique.

Le standard ADSL a été finalisé en 1995 et prévoit :

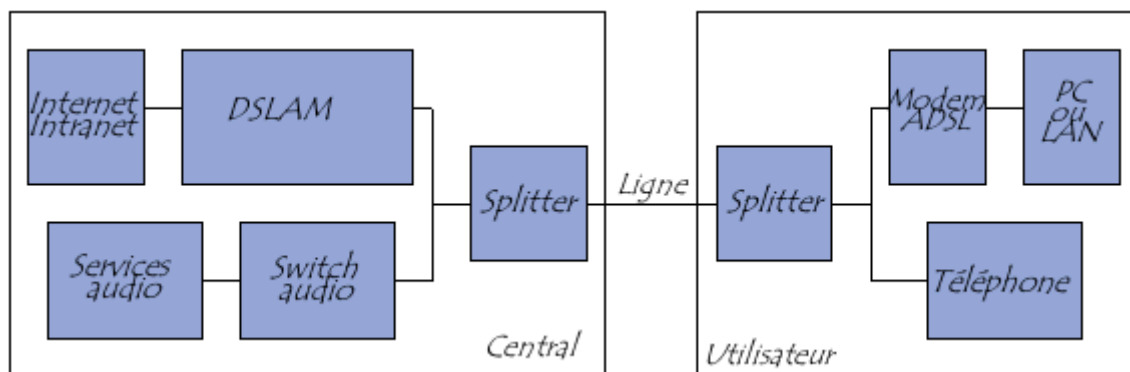
- Un canal téléphonique avec raccordement analogique ou RNIS
- Un canal montant avec une capacité maximale de 800 kbits/s
- Un canal descendant avec un débit maximal de 8192 kbits/s

Comme pour toutes les technologies DSL, la distance de boucle entre le central et l'utilisateur ne doit pas dépasser certaines échelles afin de garantir un bon débit des données (voir tableau).

Downstream : [Kbit/s]	Upstream : [Kbit/s]	diamètre du fil : [Mm]	Distance : [km]
2048	160	0.4	3.6
2048	160	0.5	4.9
4096	384	0.4	3.3
4096	384	0.5	4.3
6144	640	0.4	3.0
6144	640	0.5	4.0
8192	800	0.4	2.4
8192	800	0.5	3.3

*Débits en fonction de la distance et du diamètre du câble*

Cette figure présente les divers blocs fonctionnels qui composent une liaison ADSL.





Fin 1998, l'**UIT** (*Union Internationale des Télécommunications*) a normalisé un nouveau standard : l'**ADSL-Lite**, qui est en fait une version allégée d'ADSL. L'ADSL-Lite a un débit plus faible que son aîné (de l'ordre de 1,5 Mbit/s) et ne requiert pas de splitter.

## LIAISONS DU FUTUR

### La fibre optique

Elle permet de transférer des informations à 100 Mbps, cependant elle coûte très cher et le transfert de voix est difficile, ainsi elle se limite à des réseaux locaux internes aux entreprises.

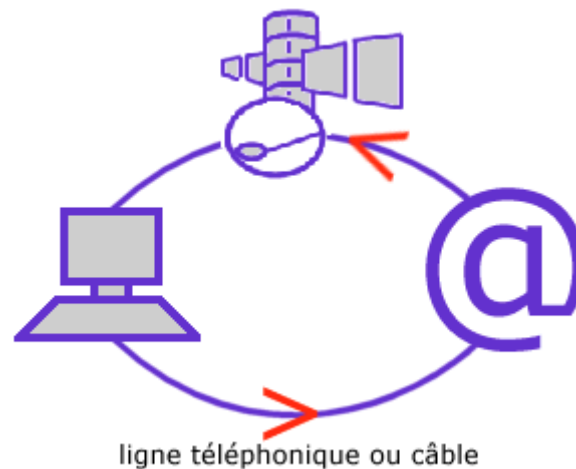
### Le satellite

Les liaisons satellites ont une bande passante très large cependant elles sont totalement asymétriques (la réception de données est aisée contrairement à l'émission). Ainsi, lorsque l'on veut par exemple surfer sur un site web, il est très difficile d'en donner l'ordre.

La solution est simple : un modem sur une ligne téléphonique suffit pour envoyer ces informations. Certaines compagnies commencent toutefois à proposer des solutions avec la possibilité d'avoir des flux montants sans passer par la ligne téléphonique.

La société Hughes offre déjà un service internet par satellite, Canal Satellite et TPS sont déjà sur les rangs pour un Internet destiné au grand public.

Le téléchargement de données s'effectue actuellement à un taux de transfert de 400Kbps.

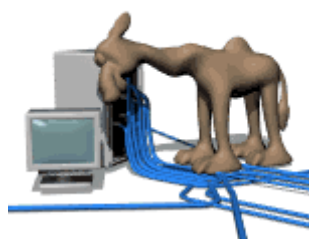


### Les ondes hertziennes

Lorsque la construction d'un réseau câblé est trop cher, qu'une zone d'ombre gêne le satellite, le MMDS se révèle être une solution idéale. Il permet de fournir un accès pour une petite ville. Le réseau hertzien est cependant trop encombré pour une couverture nationale.

### Le réseau électrique

Une compagnie de téléphone Canadienne (Northern Telecom) prétend avoir découvert un nouveau moyen d'accéder à Internet via les lignes électriques.



**POUR ALLER PLUS LOIN...**

## RADSL

La technique **RADSL** (Rate Adaptive DSL) est basée sur l'ADSL. La vitesse de transmission est fixée de manière automatique et dynamique en recherchant la vitesse maximale possible sur la ligne de raccordement et en la réadaptant en permanence et sans coupure.

RADSL permettrait des débits ascendants de 128kbps à 1Mbps et des débits descendants de 600kbps à 7Mbps, pour une longueur maximale de boucle locale de 5,4 km.

Le RADSL utilise la modulation DMT (comme la plus part du temps pour l'ADSL). Il est en cours de normalisation par l'ANSI.

## VDSL

**VDSL** (*Very High Bit Rate DSL*) est la plus rapide des technologies DSL et est basée sur le RADSL. Elle est capable de supporter, sur une simple paire torsadée, des débit de 13 à 55.2 Mbps en downstream et de 1,5 à 6 Mbps en upstream ou, si l'on veut en faire une connexion symétrique un débit de 34Mbps dans les 2 sens. Donc à noter que VDSL est utilisable en connexion asymétrique ou symétrique.

VDSL a principalement été développé pour le transport de l'ATM (*Asynchronous Transfer Mode*) à haut débit sur une courte distance (jusqu'à 1,5 km).

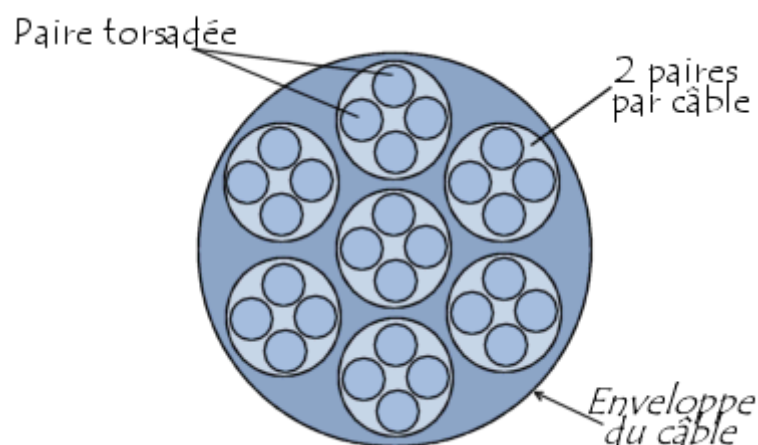
Le standard est en cours de normalisation. Les modulations QAM, CAP, DMT, DWMT (Discrete Wavelet MultiTone) et SLC (Simple Line Code) sont à l'étude.

Pour le transport des données, l'équipement VDSL est relié au central de raccordement par des fibres optiques formant des boucles SDH à 155 Mbps, 622 Mbps ou 2,5 Gbps. Le transport de la voix entre l'équipement VDSL et le central de raccordement peut également être assuré par des lignes de cuivre.

## Comment faire cohabiter un réseau analogique et ADSL sur une même ligne

### Description d'un câble cuivre

La paire torsadée est constituée de deux conducteurs de cuivre d'un diamètre compris entre 0.4mm et 0.8mm (rarement 1mm). Les conducteurs sont isolés et torsadés afin de diminuer la diaphonie. La plupart du temps, les paires torsadées sont regroupées en quatre dans un câble protégé par un manteau de plastique. Les câbles utilisés sur le réseau téléphonique comprennent de 2 à 2'400 paires et ne sont pas blindés.



Les services téléphoniques traditionnels nécessitent une largeur de bande de 3,1 kHz (la bande passante comprise entre 300 Hz et 3400 Hz), or les câbles reliant les centraux téléphoniques aux utilisateurs possèdent tous une bande passante supérieure, de l'ordre de plusieurs centaines de kHz. C'est sur ce réseau d'accès câblé que ce sont développées les techniques xDSL.

En hautes fréquences les problèmes liés à la distance sont les plus contraignants (affaiblissement, diaphonie, distortion de phase). Aux basses fréquences, ce sont les difficultés liées aux bruits impulsionnels qui dominent sans trop de difficulté jusqu'à 1 Mhz. Au-delà, leur utilisation devient délicate et elle nécessite des systèmes de

transmission très performants.

### Les limitations du réseau analogique

Le débit maximum possible sur le réseau analogique est de 33'600 bit/s en upstream et 56'000 (théorique) en downstream.

On comprend l'utilité d'une technologie allant au-delà de la bande passante de 3,1 kHz.

L'utilisation d'un raccordement ISDN fait en fait déjà appel à la technologie xDSL puisque celui-ci couvre un spectre de fréquence jusqu'à 80 kHz.

Comme expliqué au chapitre 2.3.1, la technique de modulation CAP a été délaissée pour la technique DMT qui fut retenue pour le standard ANSI T1.413-1995.

DMT (Discrete Multi Tone) est une forme de modulation multiporteuse. Pour son application à l'ADSL, le spectre de fréquence compris entre 0 Hz et 1,104 MHz est divisé en 256 sous-canaux distincts espacés de 4,3125 kHz. Les sous-canaux inférieurs sont généralement réservés au POTS, ainsi les sous-canaux 1 à 6 (jusqu'à 25,875 kHz) sont en principe inutilisés et laissés pour la téléphonie analogique.

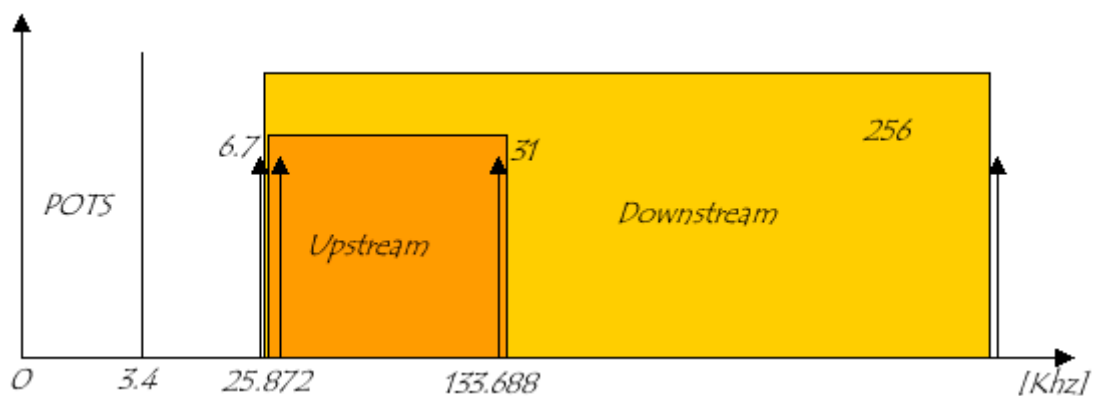
Selon T1.413, seuls les sous-canaux 1 à 31 peuvent être utilisés pour le débit upstream.

Les débits upstream et downstream sont séparés soit par EC (Echo Cancelling) qui permet d'utiliser les sous-canaux inférieurs (de 1 à 31) pour le downstream et le upstream ou soit par FDM (Frequency Division Multiplexing), qui est le plus utilisé en raison de sa simplicité et son faible coût, qui sépare les sous-canaux upstream/downstream par un filtre passif.

### Répartition des canaux DMT sur POTS avec EC

Les sous-canaux 1 à 6 sont utilisés pour la téléphonie, les sous-canaux 7 à 31 pour le flux montant, le sous-canal 32 est réservé, les sous-canaux 33 à 256 sont utilisés pour les flux descendant.

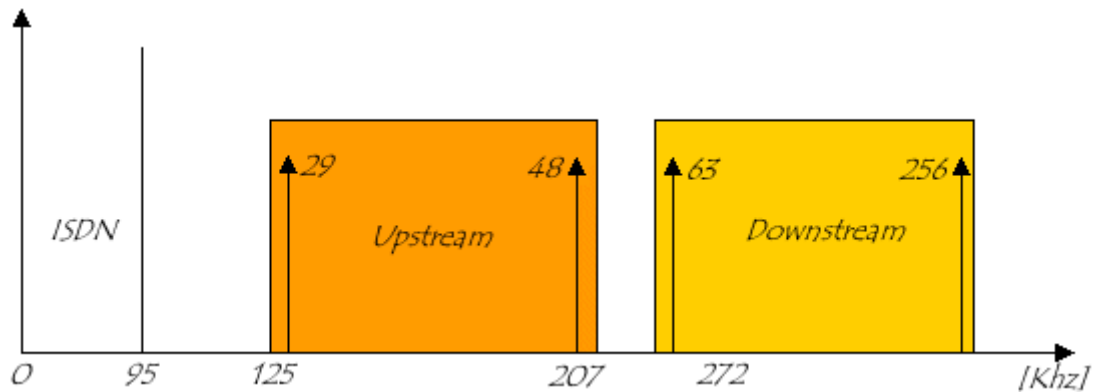
A noter que les sous-canaux 16 et 64 sont utilisés pour transporter un signal pilote et que les canaux 250 à 256 sont utilisables que sur des lignes de raccordement de faible longueur. Au dessus de 1 MHz, les perturbations sont trop grandes pour permettre un flux stable.



Dans ce cas, DMT utilise la technique d'annulation d'écho sur ces sous-canaux ce qui résulte un flux en duplex sur les sous-canaux 7 à 31. Si DMT avait appliqué FDM, seuls les sous-canaux supérieurs (33 à 256) seraient utilisés pour le downstream.

### Répartition des canaux DMT sur ISDN avec FDM

Comme on l'a vu précédemment, ISDN utilise la bande passante inférieure jusqu'à 80 KHz (pour ISDN avec 2B1Q - 2 Binary 1 Quaternary ; codage de 2 éléments binaires en un moment de modulation quaternaire). Pour permettre l'utilisation simultanée de l'ISDN et d'ADSL sur la même ligne téléphonique, les sous-canaux 1 à 28 sont libérés.



On utilise les canaux inférieurs pour le débit upstream car les équipements des utilisateurs ont une puissance d'émission plus faible que l'équipement installé au central donc en émettant dans les fréquences inférieures, le signal subira une plus faible atténuation.

On utilise les canaux supérieurs pour le débit downstream car les équipements situés au central sont fortement perturbés par les appareils de transmission en fréquences élevées donc il apparaît plus efficace d'émettre dans les canaux supérieurs afin de bénéficier d'un meilleur rapport signal/bruit.

### Equipements ADSL

#### Le DSLAM

Le DSLAM (Digital Subscriber Line Access Multiplexer) 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 **multiplexage** correspondantes. Chaque carte supporte plusieurs modems ADSL.

Les éléments regroupés dans le DSLAM sont appelés ATU-C (ADSL Transceiver Unit, Central office end).

En fait tous les services disponibles sur le réseau (Internet, LAN-MAN-WAN, Teleshopping, Video MPEG) arrivent par broadband vers une station DSLAM pour être ensuite redistribués vers les utilisateurs.

La maintenance et la configuration du DSLAM et des équipements ADSL est effectuée à distance.

#### Les modems et routeurs ADSL

On a vu dans le chapitre précédent comment les données sont renvoyées vers l'utilisateur. Mais maintenant il faut bien que celui-ci décode les données, c'est le rôle du modem, qui est appelé ATU-R (ADSL Transceiver Unit, Remote terminal end).

Il existe à l'heure actuelle trois types de modems suivant les besoins de l'utilisateur :

Avec interface 10/100 baseT, pour les PC équipés de carte Ethernet

ATMD 25 pour les PC équipés de carte ATM ou pour redistribuer ADSL sur un réseau ATM

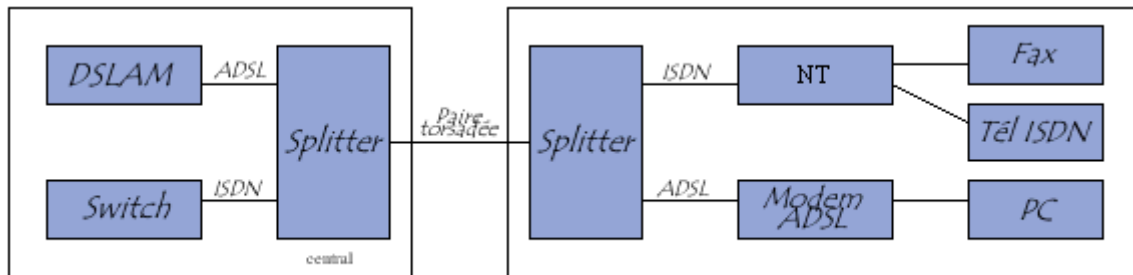
Avec interface USB, pour les PC équipés d'interface USB

Si l'utilisateur veut redistribuer ADSL sur son réseau informatique, celui-ci préférera l'utilisation d'un routeur avec interface ADSL.

#### Le splitter et le microfiltre

Le splitter est de toute façon installé dans le central téléphonique, en aval du DSLAM et switch audio.

Ensuite, si l'utilisateur a une connection ISDN, il devra installer un splitter chez lui en amont de son modem et de son NT ISDN.



Si l'utilisateur a une connexion analogique traditionnelle, il n'a pas besoin d'installer de splitter chez lui, mais un microfiltre avant chaque appareil téléphonique.

**Rôle du splitter :** le splitter est un filtre d'aiguillage qui sépare la bande passante réservée au service téléphonique de la bande passante utilisée pour la transmission ADSL. Il assure un découplage suffisant pour éviter que les signaux émis sur l'une des bandes fréquences ne viennent perturber le fonctionnement de l'autre. A noter que l'installation du splitter est obligatoire pour avoir ADSL avec un connexion ISDN.

**Rôle du microfiltre :** le microfiltre est un filtre passe-bas et est installé sur les connexions analogiques. Il n'y a donc pas besoin d'installer de splitter.

### Le splitter et le microfiltre

Grâce au standard de diffusion numérique par le réseau hertzien terrestre, DVB-T (Digital Audio Broadcasting), il devient possible de recevoir la TV numérique en format MPEG sur un décodeur relié à un poste TV.

Pour l'instant, il n'y a pas encore sur le marché de décodeur ayant un modem ADSL intégré. Il faut donc posséder un modem ADSL sur lequel vient se brancher le décodeur MPEG DVB-T qui est ensuite relié à un poste TV.

### Bibliographie et liens Internet

- ADSL Connaissances de base, publié par Swisscom SA Network Training, écrit par Marcel Butty, Edité en septembre 2000
- Technologies d'accès aux réseaux, publié par l'Ecole d'ingénieurs et d'architectes de Fribourg, écrit par Antoine Delley, Marco Francioli et Pascal Zbinden, Edité en 1999
- <http://www.dslvalley.com/>
- <http://www.alcatel.com/>
- <http://www.towercast.fr/>
- <http://surpinsat.com/actualite/nokia9902.htm>
- [http://www-isis.enst.fr/Documents/RapportsGDR/OP62/CR62\\_JJMM.html](http://www-isis.enst.fr/Documents/RapportsGDR/OP62/CR62_JJMM.html)

### Conclusion

En choisissant ce sujet, j'ai beaucoup appris sur un domaine qui m'était jusqu'alors inconnu. Les technologies d'accès aux réseaux sont un sujet très vaste et qui cache encore beaucoup de découvertes et de progrès à réaliser.

J'espère que le lecteur aura pu avoir en parcourant mon document une bonne idée de ce qu'offrent à l'heure actuelle les techniques DSL.