ADSL

Principes de fonctionnement

La technologie de l'Asymetric Digital Subscriber Line utilisant à travers un modem spécial votre ligne de téléphone permet une connexion permanente à l'Internet atteignant un débit jusqu'à 200 fois celui des modems actuels. Elle se déploie pour les particuliers et les petites entreprises françaises dans la période 2000-2002.

Le principe :

Il repose sur l'utilisation de la simple paire de fils de cuivre qui constitue votre ligne téléphonique. Ubiquitaire dans les pays riches (700 millions de lignes), cette ligne téléphonique sans aucune modification autorise le transport d'un signal modulé et de relativement haute fréquence (généré par un modem ADSL chez l'usager), ce signal demandant à être démodulé par un modem dans le central téléphonique. La connexion pour être de bon débit, du fait des pertes, interférences et parasites sur la ligne téléphonique, intéresse les usagers situés à moins de 5 km de leur central téléphonique (débit 1,5Mbits/s) lequel central doit nécessairement être lui aussi équipé d'un modem ADSL. L'accès à l'Internet est complet et les utilisateurs de L'ADSL peuvent joindre et être joint en permanence par n'importe quel serveur du réseau Internet.

La vitesse :

du central téléphonique vers l'usager (download :DL)la connexion s'établit entre 1,5 et 10 Mbits/s soit 30 à 200 fois plus rapide qu'un modem RTC en V90; par contre de l'usager vers le central téléphonique (upload: UL) la liaison s'établit entre 256 et 640 kbits/s soit 5 à 10 fois plus rapide que le modem.

C'est comme son nom l'indique une liaison asymétrique fort bien adaptée à l'Internet et au streaming radio et vidéo.

Le déploiement :

Plusieurs milliers de communes françaises seront raccordées à l'Internet via ADSL. En Belgique, au Canada et en Asie le déploiement à la fin de l'année 2000 est explosif. Aux USA on estime à 15% les usagers d'une telle technologie par les internautes américains en 2002.

En savoir plus :

a) Historique :

Ce mode de transmission a été découvert et mis au point par les laboratoires Bell en 1988 qui ont développé le premier réseau DSL.
L'intérêt de cette technique est revenu à l'ordre du jour en 1996 pour deux raisons :

le déploiement de la fibre optique jusque chez l'abonné, envisagé il y a quelques années, s'est avéré trop coûteux, avec une rentabilité hypothétique. Il a fallut trouver une autre solution pour proposer des services assurant un débit élevé à un moindre coût.
la libéralisation du marché des télécommunications aux USA en 1996 met en concurrence tous les acteurs régionaux, nationaux et le câble. Les sociétés de téléphonie pour contrecarrer la montée en puissance du câble cherchent une solution haut débit concurrente :

a) doper le réseau téléphonique existant semble économiquement viable.

b) Aspects techniques :

L'ADSL permet d'éviter d'investir dans de nouveaux et coûteux réseaux en utilisant les ressources inexploitées du double fil de cuivre de nos lignes téléphoniques.

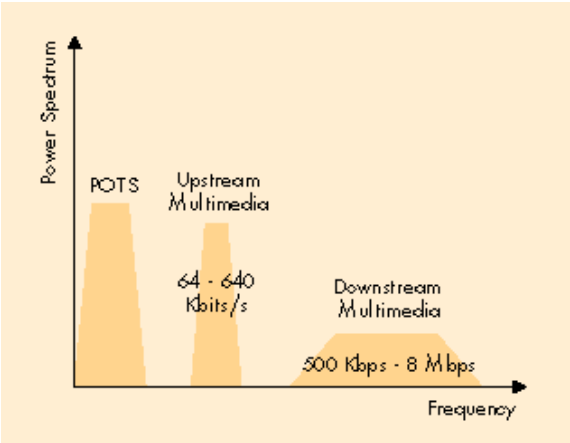
Le réseau téléphonique a d'abord été conçu pour transporter de la voix et dans cette optique la bande passante utilisée par les équipements de communication classique est bridée à 3,3 kHz. Or les caractéristiques physiques des lignes d'abonnés permettent en réalité de supporter la transmission de signaux à des fréquences de l'ordre de 1 Mhz.

En modifiant les équipements au niveau du central téléphonique et chez l'utilisateur, il est donc possible d'optimiser l'utilisation de ces lignes.

Du fait de l'existence de pertes de signal dans les hautes fréquences (effet Joule) et de phénomènes d'interférences, le débit de données est fonction étroitement de la distance de l'abonné à son central téléphonique et l'on peut citer les chiffres suivants

les paires de cuivre peuvent supporter des débits de 1,5 Mbits/s (5,5 km), 2 Mbits/s (4,9 km), 6,3 Mbits/s (915m), 51 Mbits/s (300m).

La liaison entre l'abonné et le central peut se diviser en trois canaux de transmission.



Le haut de la bande (entre 700 kHz et 1 MHz) est réservé au canal descendant (DL) vers l'abonné : du fait de sa bande passante de fréquence il est très rapide (1-10 Mbits/s).

En milieu de bande (entre 20 kHz et 700 kHz) on trouve un canal bidirectionnel à débit moyen utilisé pour émettre les données vers le central (UL). Le débit est inférieur ou égal à 512 kbits/s.
Le troisième canal est réservé soit à la téléphonie analogique classique soit au RNIS (ISDN).

La ligne de cuivre n'étant pas continue entre l'abonné et le central, les opérateurs doivent tester région par région les lignes supportant la solution. Il semble que l'ADSL soit assez bien acceptée partout.

Cette asymétrie de connexion qui assure un fort débit du réseau vers l'abonné et une voie ascendante rapide mais de plus faible débit dans le sens inverse, est parfaitement adaptée à la consultation de documents multimédias, de vidéo (son) à la demande (streaming).

I.2 LES TECHNOLOGIES xDSL

Les différences essentielles entre les nombreuses technologies DSL sont affaire de vitesse, de distance, de débit entre flux montant utilisateur/réseau public et descendant, du réseau public vers l'utilisateur.

I.2.1 HDSL / SDSL

La première technique issue de l'arbre DSL, au début des années 90, a consisté à diviser le tronc numérique du réseau, T1 aux Etats-Unis, E1 en Europe, sur plusieurs paires de fils. Et ce, grâce à la théorie du signal qui permet d'augmenter le nombre de bits par symbole transmis. On arriva à 1 168 kbits/s, tout en respectant la longueur de 5 km pour la boucle locale, sans adjonction de répéteurs. Au vu de l'amélioration sensible des performances, on baptisa cette méthode HDSL, pour High Bit Rate DSL, c'est à dire DSL à haut débits.

L'extension du principe de transmission à base de codage 2B1Q ne fut pas la seule méthode employée pour faire mieux que les technologies traditionnelles AMI, utilisée pour T1, et HDB3 pour E1. Paradyne alors filiale de AT&T, développa CAP, dérivée des techniques modernes appliquées aux modems analogiques. CAP permet de coder jusqu'à 9 bits par symbole, ce qui lui valu l'agrément des sacro-saintes organisations de normalisation, en l'occurrence l'ANSI américaine et l'ETSI européenne.

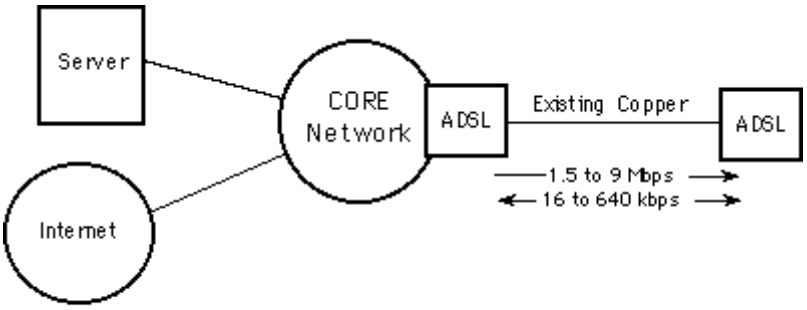
Lorsque la longueur de la boucle locale l'autorise, soit environ 3 km, les systèmes HDSL à deux paires de fils peuvent être remplacés par des systèmes à une paire, ou SDSL (Single-Pair, ou Symmetric DSL).

I.2.2 ADSL

Comme son acronyme le suggère (Asymetric DSL), la technologie ADSL est basée sur un débit asymétrique. Elle assure un débit plus important dans la direction du commutateur public vers l'abonné qu'en sens inverse. En fonctions de la distance séparant l'abonné de son central téléphonique, les paires de cuivre peuvent supporter différents débits:

Distance	Débit
5,5 km (18 000 ft)	1,544 Mbits/s (T1)
4,9 km (15 000 ft)	2,048 Mbits/s (E1)
3,7 km (12 000 ft)	6,312 Mbits/s (DS2)
2,7 km (9 000 ft)	8,448 Mbits/s

Etant donné la complexité des modélisations des boucles locales, le plus sûr moyen de trouver les meilleures solutions est de tester en grandeur réelle les différents systèmes dans des configurations données. Ensuite, on détermine leur comportement selon divers paramètres : longueur de boucle locale, type de signaux



ADSL Connection

transportés dans le même chemin de câbles, etc.

C'est en étudiant des cas de figure qu'on s'aperçut qu'il était possible de transmettre les données plus rapidement depuis le central du réseau public (commutateur) vers l'utilisateur final. Ce "phénomène" s'explique dans la mesure où la concentration de câbles est plus grande lorsqu'on se rapproche du central : il génère potentiellement plus de diaphonie à proximité du commutateur. Les signaux qui proviennent du site utilisateur étant plus atténués, ils sont plus sensibles au bruit causé par les radiations électromagnétiques.

D'où l'idée d'utiliser des systèmes asymétriques, soit avec un débit plus faible vers le central, soit en se servant des techniques FDM, avec les fréquences basses pour les données vers le central et les fréquences hautes dans l'autre direction. Les systèmes utilisant ces techniques ont été baptisés ADSL : pour Asymmetric DSL.

Plusieurs types de modulation sont utilisés dans les systèmes ADSL, dont la modulation d'amplitude quadratique, ou MAQ, qu'on retrouve déjà dans les modems analogiques (notamment les modulations V34 et 56K), le CAP et le DMT.

La nécessité de définir une norme pour les applications de VDT et la démonstration par AT&T de la capacité du DMT à transférer des données vidéo encodées à 6 Mbits/s en fit un standard, tout du moins aux Etats-Unis via l'ANSI. Mais pour une fois, la normalisation était en avance : la technique VDT fut vite oubliée, à cause du succès de la TV par câble et par satellite. Aujourd'hui, CAP reste la technologie la plus déployée sur les systèmes ADSL.

I.2.3 RADSL

Avec RADSL (Rate Adaptative DSL), la vitesse de la transmission entre deux modems est fixée de manière automatique et dynamique, selon la qualité de la ligne télécoms.

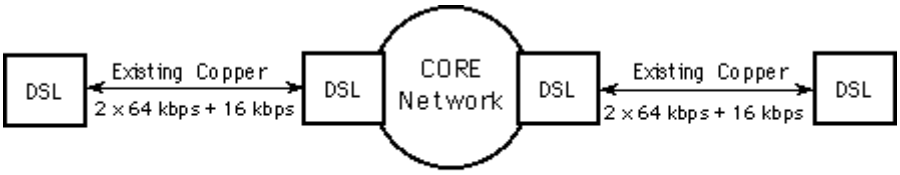
Aussi longtemps qu'on est resté au transfert de données vidéo, il fut hors de question de faire varier le débit. Dans ce cas, le traitement synchrone est la règle. Mais de nouvelles applications sont vite apparues pour faire oublier l'échec du VDT. Les architectures client-serveur, l'accès aux réseaux à distance et l'Internet ont ouvert de nouveaux horizons aux applications de DSL.
Celles-ci ont deux avantages :
la synchronisation n'y est plus nécessaire et, de même que pour les modems 56K, l'architecture asymétrique devient évidente (par exemple, beaucoup plus d'informations circulent dans le sens serveur/client que dans celui du client vers le serveur).

Ainsi on a pu définir une technologie qui adapte la vitesse de transmission aux conditions locales et l'optimisé selon des paramètres spécifiques. Les experts en télécommunications, à court d'idées ce jour-là, l'ont appelée RADSL (Rate Adaptative DSL) soit "boucle locale numérique à débit variable".

RADSL est une technique très intéressante. Elle 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. L'ANSI est en train de normaliser l'ADSL. L'organisme de normalisation considère les technologies MAQ, CAP et FDM comme modulations RADSL.

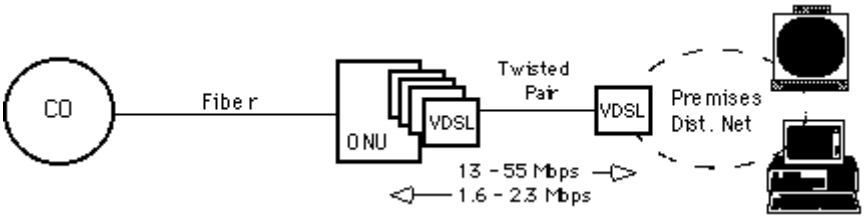
I.2.4 DSL

Tout moyen de relier la prise téléphonique à un central autocommutateur (privé ou public) peut être qualifié de DSL. Ainsi, IDSL (ISDN-DSL) désigne l'utilisation 'adaptateurs de terminaux RNIS à chaque extrémité de la boucle.



ISDN Connection

Des tests mettant en jeu de très courtes boucles locales (entre 300 et 1 500 m) ont débouché sur de nouveaux systèmes. Les technologies VDSL (Very-High Rate DSL).

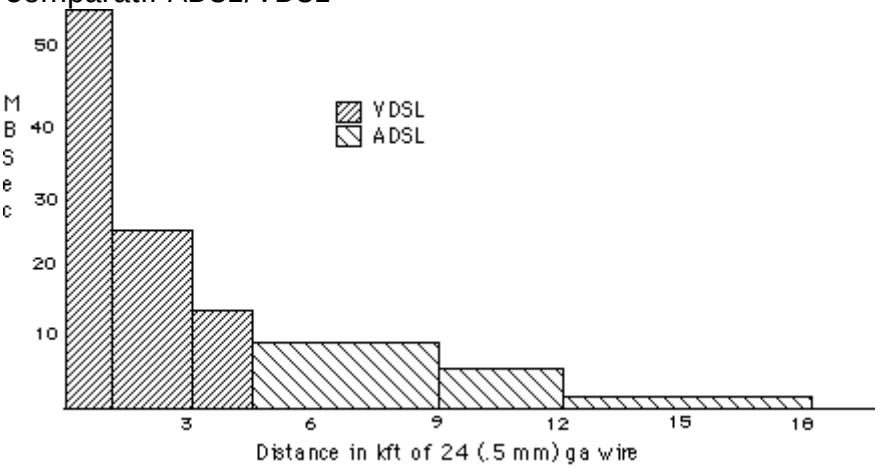


VDSL Connexion

Ces technologies portent le débit maximal à 55 Mbits/s environ. Il faudra attendre au moins la fin de l'année 1998 pour leur normalisation. Ces vitesses remettent au goût du jour les applications vidéo et apportent leur lot de confusion, certains traduisant VDSL par Video DSL...
Les débits VDSL sont les suivants:

Distance	Débit
1,5 km (40 500 ft)	12,96 Mbits/s (1/4 STS-1)
1 km (3 000 ft)	25,82 Mbits/s (1/2 STS-1)
300 m (1 000 ft)	51,84 Mbits/s (STS-1)

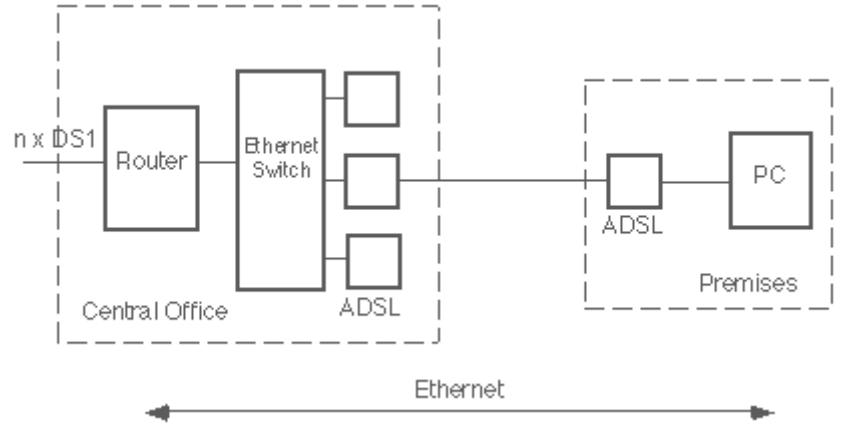
Comparatif ADSL/VDSL

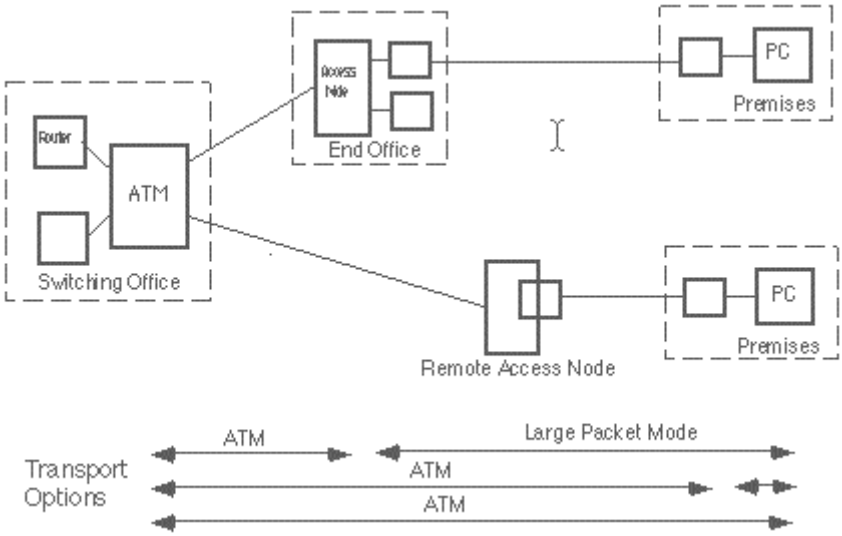


Les technologies DSL sont adaptées aux accès à distance et aux transferts de fichiers, en particulier Internet, à l'interconnexion de réseaux locaux et aux accès rapprochés de type campus. En effet, elles sont indépendantes des types de réseau.

Elles fonctionnent aussi bien avec les protocoles ATM que relais de trames ou IP. Quasiment toutes les architectures peuvent évoluer au moyen d'une "variation" DSL.

Exemples d'architecture utilisant ADSL:





Accès à distance à un réseau Ethernet

Accès à distance à un réseau ATM

La multiplication des standards peut sembler inquiétante. Surtout aux yeux de ceux qui sont à la recherche d'une solution et espèrent qu'elle ne sera pas obsolète quelque mois après ou carrément incompatible. Ce problème n'en est pas un. Le seul point important est de choisir la technique qui conviendra le mieux à la configuration physique donnée, la boucle locale étant, par définition, indépendante du reste du monde communicant. Un test dans les conditions réelles d'utilisation

I.2.5 Récapitulatif

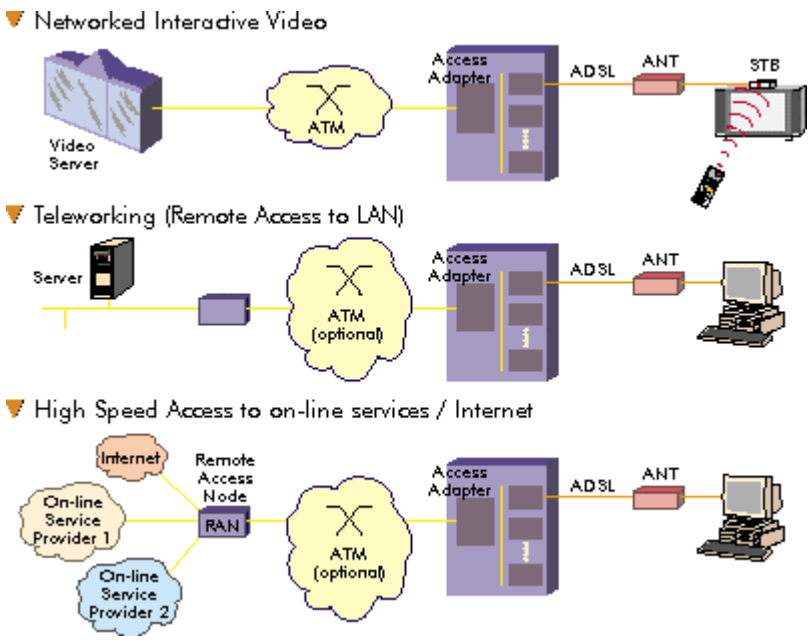
Technologie	Signification	Mode de Transmission	Débit opérateur vers utilisateur	Débit utilisateur vers opérateur	Distance maximale
HDSL	High-Data-Rate DSL	Symétrique 2B1Q/CAP)	1,544 Mbits/s	1,544 Mbits/s	3,6 km
SDSL	Single-Line DSL	Symétrique (2B1Q/CAP)	768 kbits/s	768 kbits/s	3,6 km

ADSL	Asymetric DSL	Asymétrique (DMT)	1,544 Mbits/s à 9 Mbits/s	16 kbits/s à 640 kbits/s	5,4 km (à 1,5 Mbits/s)
RADSL	Rate-Adaptative DSL	Asymétrique (CAP)	600 kbits/s à 7 Mbits/s	128 kbits/s à 1 Mbits/s	5,4 km (à 1,5 Mbits/s)
DSL	Digital Subscriber Line	Symétrique (CAP/DMT…)	160 kbits/s	160 kbits/s	5,4 km
IDSL	ISDN over DSL	Symétrique (2B1Q)	128 kbits/s	128 kbits/s	3,6 km
VDSL	Very-High-Data-Rate DSL	Asymétrique (CAP/DMT…)	13 Mbits/s à 53 Mbits/s	1,544 Mbits/s à 2,3 Mbits/s	1,5 km (à 13 Mbits/s)

La technologie DSL et ses variantes

Technologie	Applications
HDSL/SDSL	Services d'interconnexion de PABX, de stations GSM, de routeurs, de serveurs internet; services d'agrégation de trafic (accès locaux…); réseaux privés de données.
ADSL/RADSL	Accès Internet-Intranet; vidéo à la demande; accès aux bases de données; accès à des réseaux locaux à distance.

Les applications des technologies xDSL



Infrastructures xDSL