

# Interconnexion LAN/WAN

## But des réseaux étendus

- Les WAN connectent les LAN
- Les WAN sont utilisés pour connecter des sites distants au réseau de l'entreprise.
- Les réseaux WAN connectent les utilisateurs à domicile à Internet.
- Les réseaux d'entreprise utilisent des solutions de sécurité et de confidentialité via Internet pour connecter des sites distants et des utilisateurs.

## Les topologies de réseau étendu communes

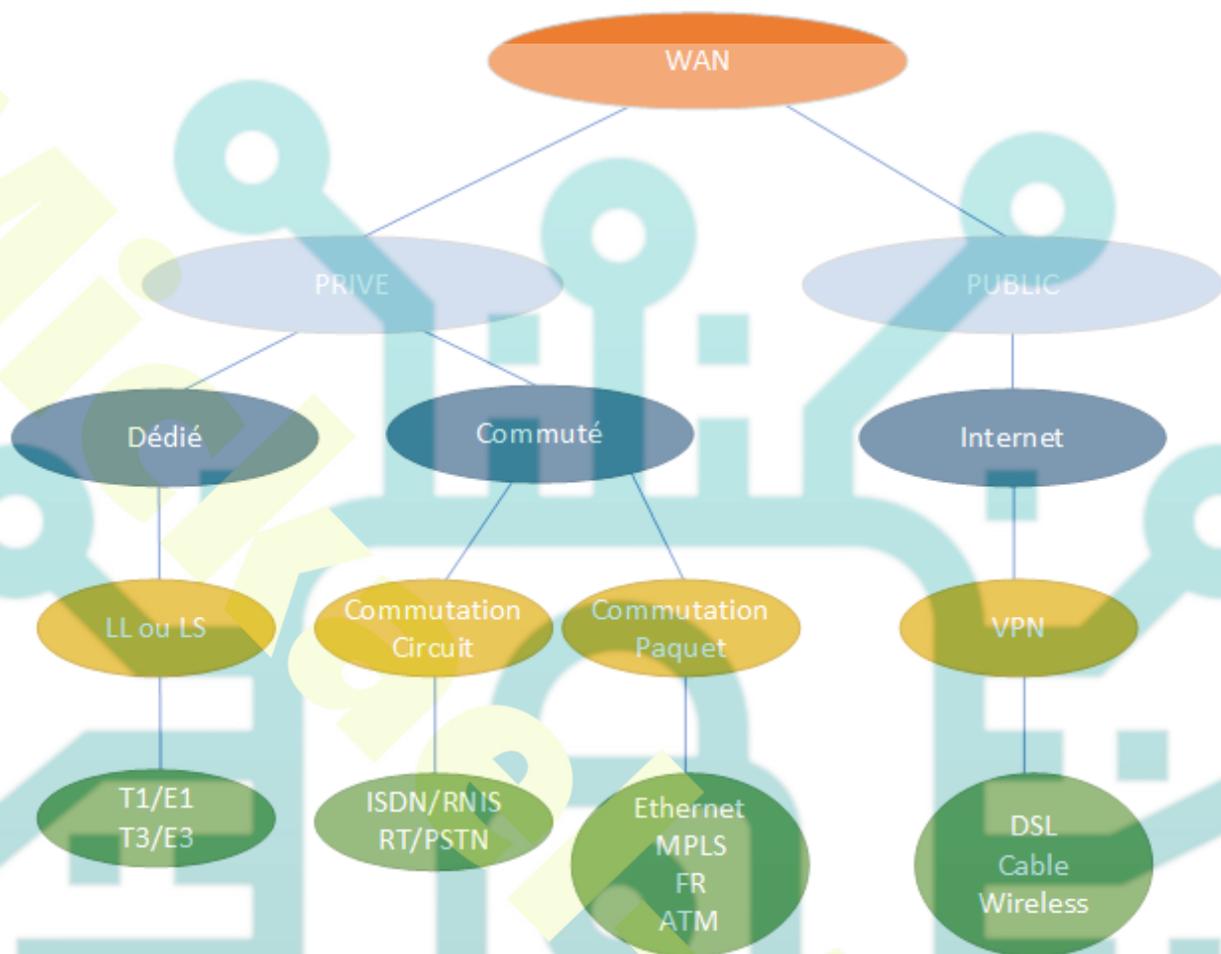
**Petite entreprise** – Ces entreprises sont généralement constituées d'un réseau local unique connecté à Internet via une technologie à large bande.

**Réseau de campus** – Une petite ou moyenne entreprise disposant d'un seul site et de plusieurs réseaux locaux utilise un équipement et des technologies spécialisés pour se connecter à Internet.

**Réseaux de succursales** – Au fur et à mesure de la croissance de l'entreprise, de nouvelles succursales sont créées, chacune avec son propre réseau de campus. Les contrats de réseau étendu pour connecter les réseaux distants sont négociés.

**Réseau distribué** – Une entreprise multinationale dispose d'un réseau réparti dans le monde entier. Ces entreprises disposent de stratégies WAN complexes pour se connecter en toute sécurité aux bureaux régionaux, aux succursales, aux partenaires et aux télétravailleurs.

## Types de réseaux WAN



Architecture WAN

### Équipement de la couche 1

Les réseaux étendus utilisent les installations fournies par un fournisseur de services, ou opérateur, tel qu'une compagnie de téléphone ou de câble, pour connecter les sites d'une organisation entre eux, les connecter aux sites d'autres organisations, à des services externes ou à des utilisateurs distants.

Les réseaux étendus transportent généralement divers types de trafic, tels que la voix, des données et des images vidéo.

## L'équipement de l'abonné

Il est nommé **DTE** ( Data Terminal equipment ) ou **ETTD** (équipement terminal de traitement de données).

Il comprend les périphériques et câblage interne situés chez l'abonné et connectés via le canal de télécommunications d'un opérateur. L'abonné est propriétaire de l'équipement ou le loue à son fournisseur de services.

## L'équipement de communication de données

**DCE** (Data Communication Equipment) également appelé équipement de terminaison de circuit de données (**ETCD**).

Il comprend des périphériques qui placent des données sur la boucle locale. L'équipement de communication de données fournit principalement une interface visant à connecter des abonnés à une liaison de communication sur le nuage de réseau étendu.

## Boucle locale

C'est le câble téléphonique de cuivre ou à fibre optique qui connecte l'équipement d'abonné sur le site de l'abonné au central téléphonique du fournisseur de services. La boucle locale est parfois appelée « last-mile ».

## Central téléphonique

Installation ou bâtiment de fournisseur de services local dans lequel des câbles téléphoniques locaux relient des lignes de communications grande distance, entièrement numériques et à fibre optique via un système de commutateurs et d'autres équipements.

### Schéma de communication

**ETTD**<>**ETCD**<>**NUAGE**(réseau du fournisseur)<>**ETCD**<>**ETTD**

## Les liaisons louées (spécialisées)

Une liaison point à point est une connexion entre le réseau du client et celui de l'opérateur qui se fait généralement via des lignes louées en cuivre ou en fibre optique. Au

bout de chaque ligne, on place un routeur connecté d'un côté au réseau local du client et de l'autre à l'infrastructure de l'opérateur. En liaison point à point ou multipoints comme le service TRANSFIX (le réseau est dédié au client qui dispose donc de toute la bande passante 24/24 et 7j/7)

Codification Européenne	Codification États-Unis
E0 (64Kbps)	
E1 = 32 lignes E0 (2Mbps)	T1 (1.544 Mbps)
E2 = 128 lignes E0 (8Mbps)	T2 = 4 lignes T1 (6 Mbps)
E3 = 16 lignes E1 (34Mbps)	T3 = 28 lignes T1 (45 Mbps)
E4 = 64 lignes E1 (140Mbps)	T4 = 168 lignes T1 (275 Mbps)
E5 = 8192 lignes (565 Mbps)	T5 = 5760 lignes T1 (400 Mbps)

## Circuit commuté

Les connexions de type RTC (RNIS (réseau numérique à intégration de services) ont l'inconvénient d'être facturées à la communication.

Ces deux types de connexion peuvent utiliser les protocoles SLIP (obsolète) , HDLC (peu utilisé) ou PPP (le plus courant).

## Le réseau téléphonique commuté (RTC)

Le RTC ou switched telephone network (PSTN) est le réseau historique des téléphones fixes, dans lequel un poste d'abonné est relié à un commutateur téléphonique du réseau public par une paire de fils. Les commutateurs téléphoniques sont eux-mêmes reliés entre eux par des liens offrant un débit de 2 Mb/s.

## Réseau numérique à intégration de services (RNIS)

RNIS est apparu en France en 1980 avec Numéris. Il s'agit d'un câble vous raccordant à FT/ORANGE et permettant un accès numérique.

RNIS fonctionne avec 3 canaux numériques différents, deux canaux B à 64Kb/s pour les données et un canal D de 16 Kb/s pour la signalisation. Le débit est en moyenne de 128 Kb/s.

## Commutation de paquets

De type ATM ou IP, ils permettent un débit garanti par le fournisseur d'accès à Internet ou FAI. Ce type de connexion peut utiliser les protocoles comme :

- X.25, obsolète
- Frame Relay, en voie d'obsolescence avancée
- ATM, en voie d'obsolescence
- MPLS
- PBT/PBB-TE : Ethernet en tant que technologie de transport avec ingénierie de trafic.

## Réseaux X.25

Datant de 1970, X.25 est un protocole à commutation de paquets, orienté connexion qui reposait à l'origine sur l'emploi de lignes téléphoniques analogiques. X.25 connu en France sous le nom commercial de TRANSPAC.

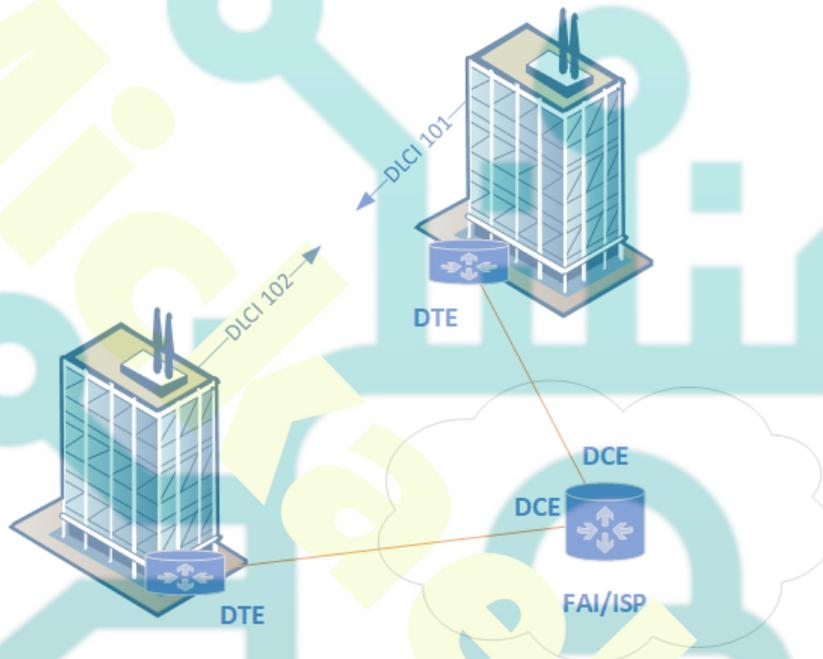
## Relayage de trames (Frame Relay)

Le Frame Relay est une nouvelle forme de commutation de paquets, plus rapide et moins encombrante que X.25, car il supprime la majeure partie des informations de suivi, telles que la correction d'erreurs et le contrôle du flux du réseau nécessaires dans un environnement X.25.

Au sein du nuage Frame Relay, la connexion entre deux sites se fait par l'intermédiaire de circuits virtuels qui peuvent être établis en dur par le fournisseur. Dans ce cas, ils sont permanents et on parle de *Permanent Virtual Circuit* (PVC) . Ils peuvent également être établis uniquement sur demande et on parle de *Switched Virtual Circuit* (SVC) .

Les PVC véhiculent à la fois le trafic voix et le trafic de données.

Un PVC est identifié par un identificateur de lien virtuel (DLCI) qui permet d'adresser 1024 liaisons virtuelles dont seules 992 sont utilisables.



R1 utilise DLCI 102 pour atteindre R2 tandis que R2 utilise DLCI 201 pour atteindre R1

Le Frame Relay permet un débit de 2 Mbit/s à 45 Mbit/s et des temps de réponse très faibles. Il est particulièrement bien adapté aux forts trafics aléatoires tels que les trafics d'interconnexion de réseaux locaux. Par contre, les délais de transmission sont variables, le Frame Relay n'est pas adapté aux applications telles que la téléphonie.

## ATM

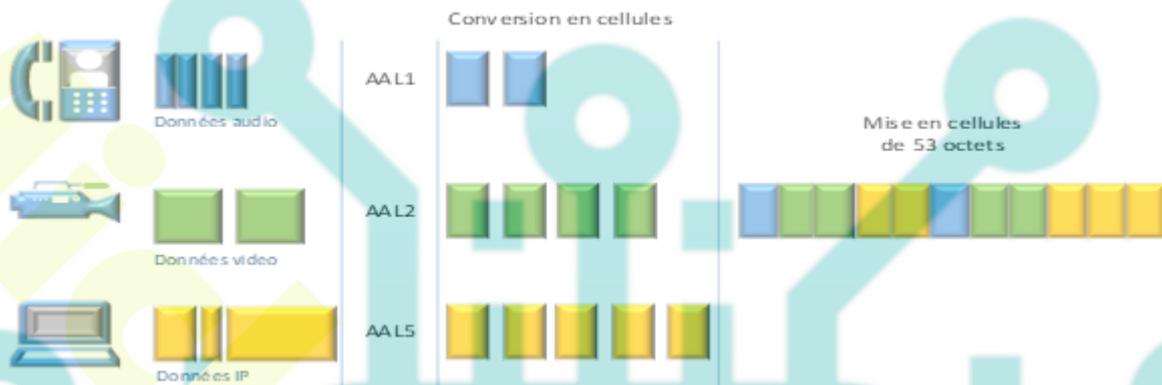
### Fonctionnement

ATM accepte des flux de données (voix, vidéo...) et les conditionne sous forme de cellules uniformes de 53 octets. En sortie, il les envoie sur le réseau étendu afin de constituer un flux continu jusqu'au lieu de livraison.

### La couche supérieure, AAL (Couche d'adaptation ATM)

Elle contient les périphériques et protocoles réseau de niveau supérieur, qui envoient et reçoivent les différents types d'informations sur le réseau ATM. AAL, comme le mot

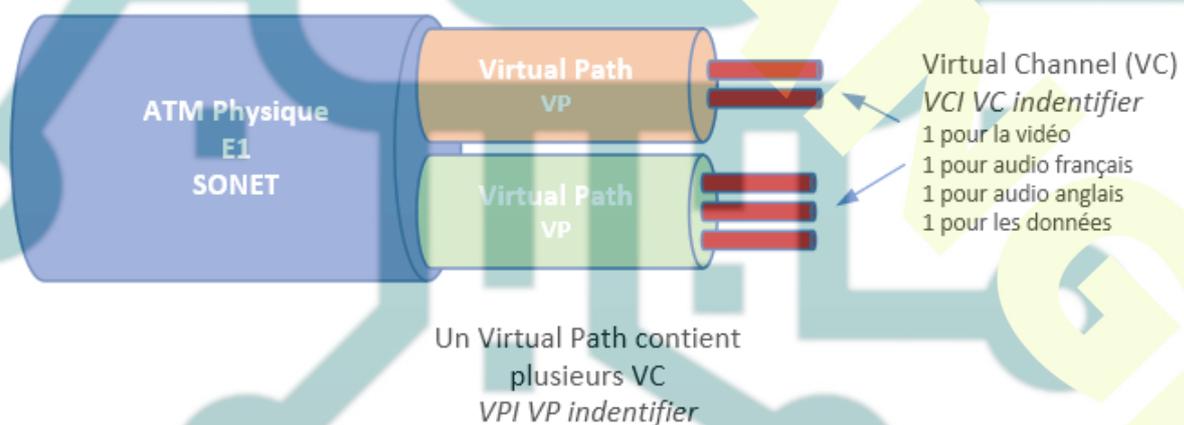
adaptation le suggère, sert de médiateur entre la couche ATM et les protocoles de niveau supérieur, en remodelant les services de l'un pour qu'ils s'adaptent aux services de l'autre (audio, vidéo, trames de données).



## Notion de circuit virtuel

L'astuce consiste à construire un circuit virtuel sur de la commutation de paquets, ce qui permet de supprimer les inconvénients de la commutation de circuits (manque de souplesse pour le transport de données) et les inconvénients de la commutation de paquets (manque de garantie pour la QOS)

ATM utilise le support de communication (fibres optiques basées sur SONET, lignes T1 ou E1)



## MPLS

MPLS (Multi-Protocol Label Switching) est une technique réseau dont le rôle principal est de combiner les concepts du routage IP de niveau 3, et les mécanismes de la commutation

de niveau 2 tels que ceux implémentés dans ATM ou Frame Relay.

Cette technologie utilise un système basé sur des labels qui seront soit commutés, soit routés en fonction des besoins.

## Architecture

MPLS se positionne en tant que couche d'abstraction de la couche 2 du modèle OSI (d'où le MP pour MultiProtocol) . Cela permet aux couches supérieures de ne pas avoir à connaître le protocole utilisé au niveau 2.

Il permet également de fonctionner avec plusieurs protocoles de niveau 3 (IP 4 et 6) ce qui permet au niveau 2 d'éviter l'adaptation aux protocoles de niveau 3.

MPLS met en œuvre des techniques d'acheminement de paquets dévolues habituellement au niveau 3 et des techniques de commutation propriétés de la couche 2.

C'est pour cela que l'on peut le positionner en couche 2.5

MPLS met en œuvre des techniques d'acheminement de paquets dévolues habituellement au niveau 3 et des techniques de commutation propriétés de la couche 2.

<https://www.youtube.com/watch?v=3gm321tOxho>

MPLS

## Carrier Ethernet – PBT

Ethernet est maintenant utilisé de plus en plus fréquemment par les opérateurs dans les Réseaux de Nouvelle Génération. Dans le segment du cœur de leur réseau, beaucoup d'opérateurs utilisent MPLS pour assurer l'ingénierie de trafic et la qualité de service. En revanche, l'extension de MPLS dans les segments d'accès et métropolitains du réseau est moins avancée.

**CE** a évolué en un jeu de services qui se base sur une variété d'éléments technologiques pour atteindre les cinq attributs suivants.

- **Encapsulation et transport** : Pour transporter un service Ethernet, un certain nombre de techniques peut encapsuler des trames Ethernet sur différents types d'infrastructures de transport. Cela permet aux données et aux en-têtes des utilisateurs Ethernet de s'adapter aux protocoles d'infrastructure spécifiques. Une fois arrivée sur l'infrastructure réseau, la trame Ethernet est reconstituée et acheminée à destination dans sa forme native.
- **Tolérance supplémentaire** : Les unités de données de protocole Ethernet peuvent être mappées en tant que trames clientes et transportées de façon transparente. Ensuite, les mécanismes de protection sous-jacents peuvent assurer une protection rapide en cas de défaillance.
- **Qualité de service** : La hiérarchisation des niveaux de service permet la délivrance de ressources appropriées pour de nombreux services et applications. Par exemple, un client peut différencier le trafic voix, vidéo et HTTP selon les besoins d'une application en matière de délai de bout en bout ou de capacité de bande passante.

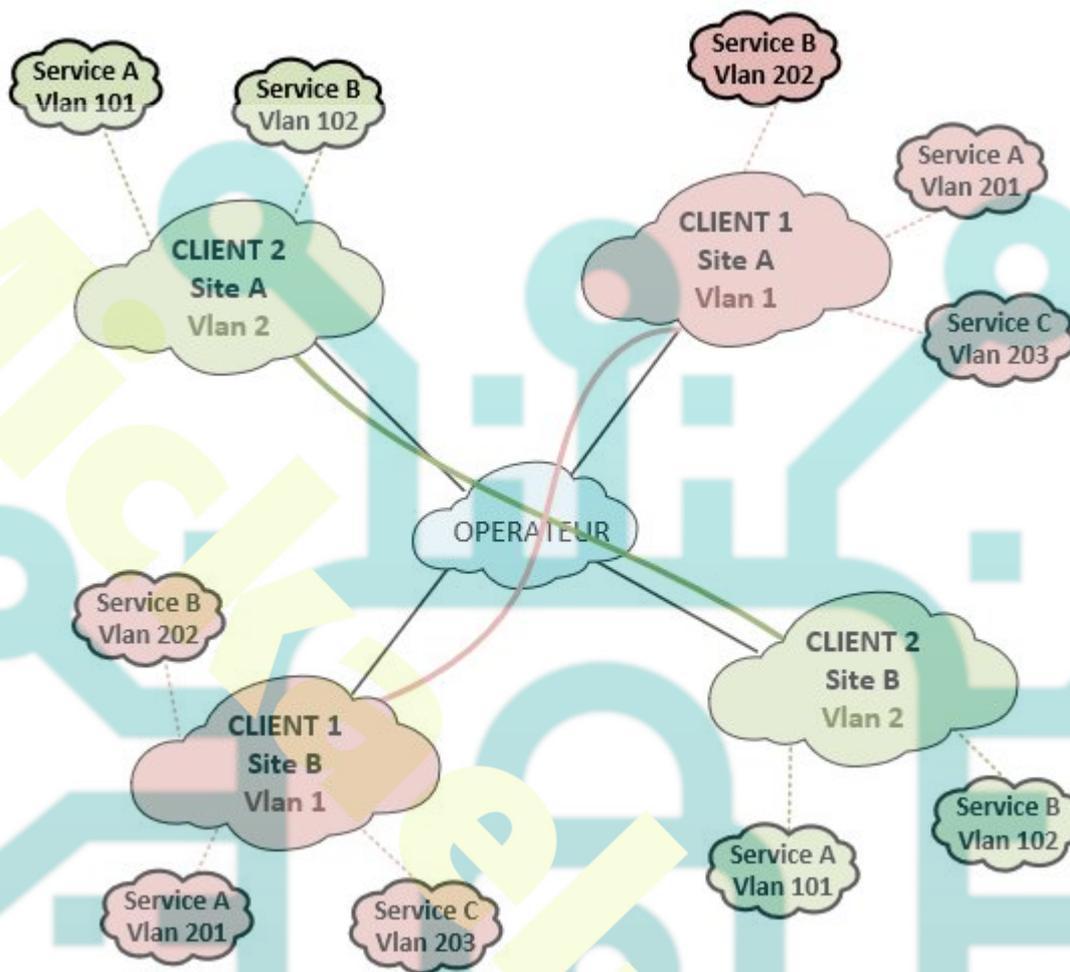
**PBT** est une technique fondée sur Ethernet qui vise à obtenir des performances comparables ou meilleures que celles de solutions basées sur MPLS VPN (VPWS et VPLS)

PBT est positionné comme une solution complémentaire à MPLS, déployée à l'accès et dans la partie métropolitaine du réseau des opérateurs, et non pas seulement comme une solution de remplacement à MPLS.

**Marquage des trames** : PBT utilise les concepts de marquage de VLAN selon la spécification IEEE 802.1Q, "Q-in-Q" selon la spécification IEEE 802.1ad et "MAC-in-MAC" selon la spécification IEEE 802.1ah. Mais il désactive le concept de "broadcast" et le protocole "STP".

## Norme 802.1ad ou QinQ

Alors que la spécification de 802.1q n'autorise qu'un seul tag de vlan, 802.1ad permet d'insérer plusieurs tags de vlan dans la même trame Ethernet. Une capacité nécessaire pour les réseaux Ethernet étendus.



Cela donne la possibilité à une entreprise de faire passer ses propres vlan à l'intérieur d'un vlan fournis par l'opérateur télécoms. De cette façon, l'opérateur télécoms a juste à configurer un vlan pour chaque client sur son réseau.

Le FAI doit alors fournir un service de type Provider Backbone Bridge (PBB), également connu sous le nom de « MAC in MAC » (MiM), ou 802.1 ah

**802.1 ad QinQ****802.1 ah MacinMac**

## Technologies de transport

### SONET (US, Japon) ou SDH (Europe)

SONET (Synchronous Optical NETWORK ou Réseau optique synchrone) est un standard pour la transmission de différents types d'informations (données, voix, vidéo) sur des câbles optiques en haut débit (10Gb/s), largement en usage dans les entreprises de télécommunications de longue distance.

SONET est comparable à un standard garantissant que les rails des trains, quel que soit leur fabricant, suivent les mêmes spécifications de conception et puissent par conséquent être interconnectés, afin de permettre aux convois de les parcourir librement et sans problème.

### DSL (digital subscriber line)

Le but de la technologie DSL est de doper les paires téléphoniques de cuivre existantes en mixant le trafic de données, de voix et de vidéo en point à point sur le réseau téléphonique traditionnel. Cependant, il ne faut pas que la liaison entre l'abonné et le central dépasse les 5 Km.

Le déploiement du DSL nécessite la mise en place d'un équipement spécifique, le DSLAM, au niveau du répartiteur téléphonique – également appelé nœud de raccordement d'abonnés (NRA) – lieu de convergence des lignes téléphoniques d'un quartier ou d'une petite commune. En amont, le DSLAM est relié à l'internet par le réseau national de l'opérateur. En aval, il est relié aux abonnés par leurs lignes téléphoniques.

## Les principales variantes xDSL

- **ADSL** la portée maximale est d'environ 5 km et le débit est asymétrique : les données circulent plus rapidement vers l'abonné (débit descendant maximum 8Mbit/s) que vers l'internet (débit montant maximum 1Mbit/s).
- **SDSL** (symetric DSL) permet des débits symétriques.  
Il est donc bien adapté au fonctionnement en réseau de sites d'entreprise distants. le SDSL est utilisé pour relier à internet des points d'accès Wi-Fi pour couvrir des zones blanches ; en ce cas, le SDSL sert de lien de collecte, le Wi-Fi assurant
- **ADSL2+** Permet un débit maximal d'environ 20Mbit/s. Elle est aujourd'hui la plus répandue
- **VDSL2** (very high bit rate DSL) offre des débits plus élevés (entre 15 et 100Mb/s)
- **G-Fast** (G pour Gigabit/s) propose une somme de débits montant et descendant pouvant atteindre 600Mbit/s mais pour des lignes très courtes (<100m)