

2. Couche physique (Couche 1 OSI et TCP/IP)

[2.1 Introduction](#)

[2.2 Signal](#)

[2.3 Support de transmission](#)

[2.4 Adaptation du signal aux supports de transmission](#)

[2.5 Accès WAN](#)

2.1 Introduction

Rôle de cette couche :

- **Transmettre** un flot de bits d'information d'une machine à une autre machine adjacente.

La transmission utilise un **signal** basé sur le principe de **propagation d'ondes** : ondes *électriques* (câbles, fils, ...), ondes *radio* (faisceau hertzien, satellite), ondes *lumineuses* (fibres optiques).

L'étude de la transmission de l'information nécessite la connaissance :

- des principes du **signal**
- des **supports** de transmission et de leurs caractéristiques,
- des **méthodes** utilisées pour transmettre l'information sur ces supports (**adaptation du signal** au support de transmission) : opération réalisée par un **ETCD** (adaptateur de ligne)

2.2 Signal

Notion de signal

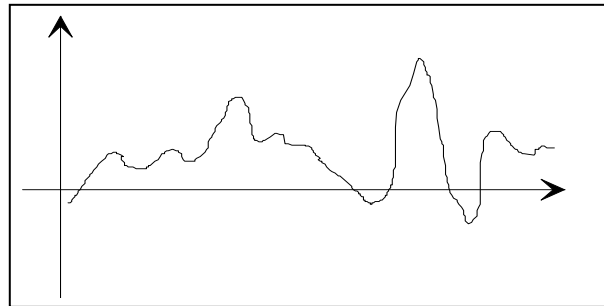
- **Signal** : variation de tension, impulsion lumineuse, modulation d'une onde électromagnétique, etc.

→ véhicule de l'information entre deux machines

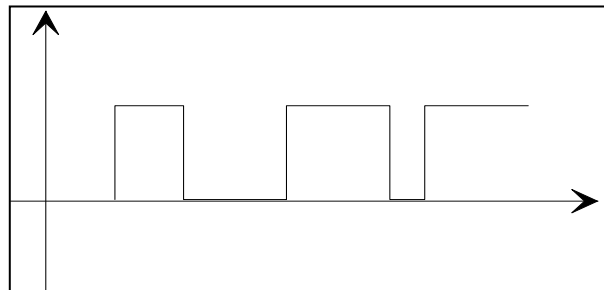
- **Signal Périodique** : se reproduit de façon identique dans le temps.
 - Durée d'une **période** : T (en secondes).
 - **Fréquence** : $1/T$ (en hertz)
(nombre de périodes par seconde)

Types de signaux

- **Analogique** : *variation continue*, niveaux de valeurs continus, proportionnels à la valeur de l'information (son, image)



- **Numérique** : *variation discontinue*, faible nombre de niveaux de valeurs fixées



Caractéristiques d'un signal numérique

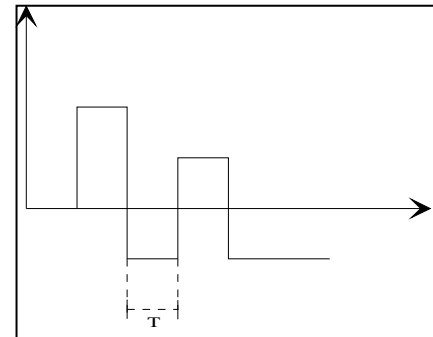
- **Moment élémentaire T** (en secondes)

Durée pendant laquelle le signal n'est pas modifié.

- **Valence V**

Nombre d'états discernables utilisés par le signal.

Bivalent ($V=2$). Multivalent ($V=2^k$).



- **Rapidité de modulation R** (en bauds)

$R = 1/T$ Nombre de moments élémentaires par seconde.

- **Débit binaire D** (en bits par seconde : bps)

$$D = R \log_2 V$$

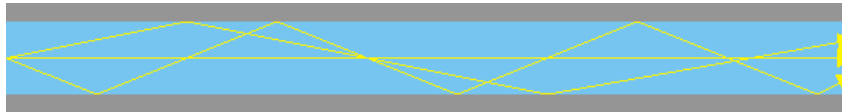
2.3 Support de transmission

Supports de transmission

Permet de transporter des données sous forme de signaux

2 type de support :

- Supports avec un guide physique :
 - **Paire téléphonique / torsadée**
 - **Câble coaxial**
 - **Fibre optique**

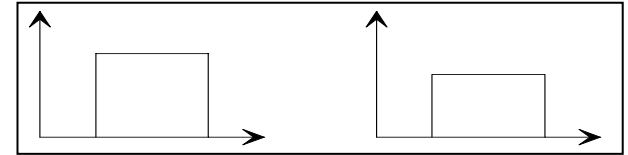


- Supports sans guide physique :
 - **Faisceau hertzien**
 - **Liaison satellite**
 - ...

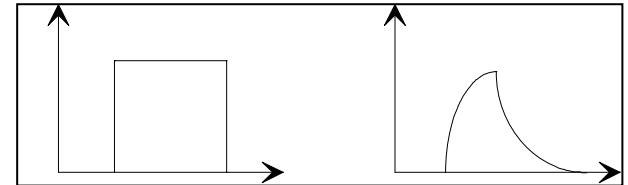
Caractéristiques des supports de transmission

- Un support n'est jamais parfait !
- Un signal sur un support peut être :

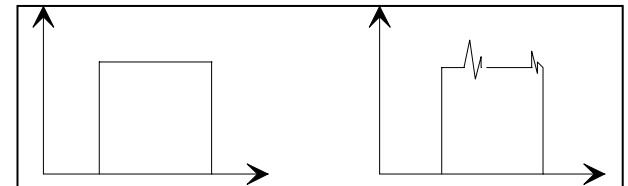
Atténué:



Déformé (en amplitude et phase):



Parasité:



Bande passante d'un support: bande de fréquences dans laquelle les signaux sont « convenablement » transmis.

Principaux supports de transmission

- Paire torsadée
- Câble coaxial
- Fibre optique
- Support non physique

2.4 Adaptation du signal aux supports de transmission

Adaptation du signal aux supports de transmission

- Que doit-on assurer ?

Une technique de transmission doit faire en sorte que les fréquences utilisées par un signal (**spectre** du signal) se situent dans la **bande passante** du support de transmission

- Quelle solution à apporter ?

Mettre en œuvre des **techniques d'adaptation du signal au support de communication**

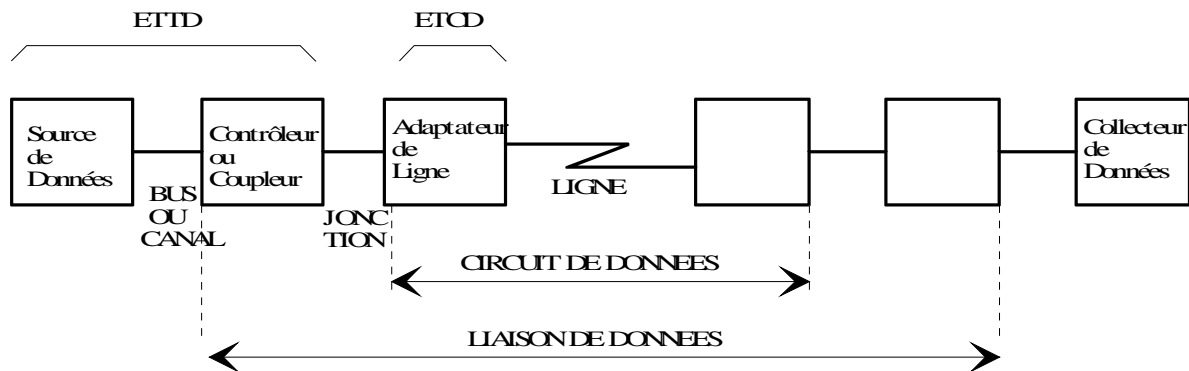
1. transmission en **bande de base**
2. transmission en **large bande**

- Comment les mettre en œuvre ?

Utiliser des équipements spéciaux : les **ETCDs**

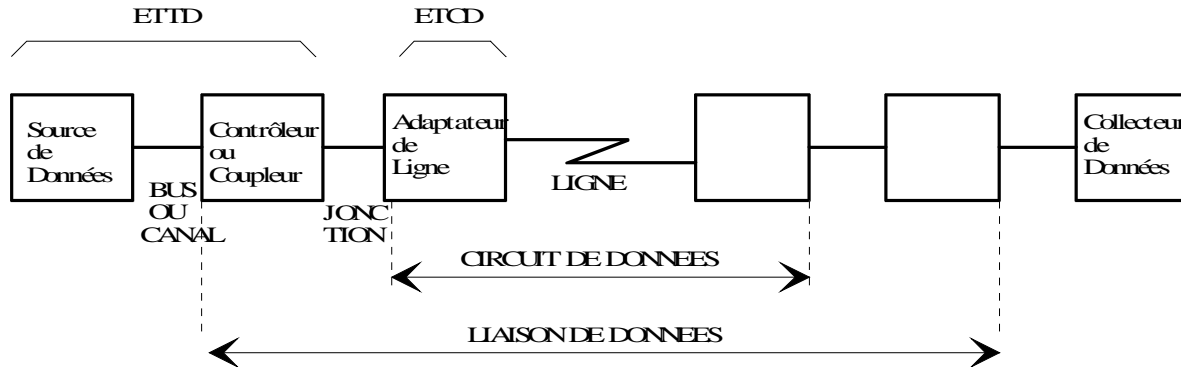
Équipement de Terminaison de Circuit de Données

- Les **ETCD** (Équipement de Terminaison de Circuit de Données) adaptent le signal pour permettre une transmission de données entre 2 **ETTD** (Équipement Terminal de Traitement de Données).



Types de liaison

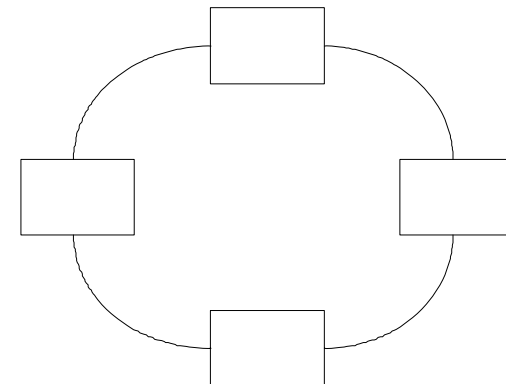
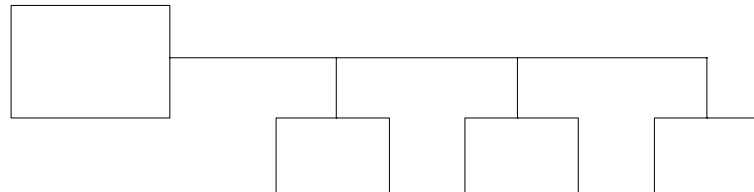
- Rappel : liaison point-à-point



- De façon simplifiée, une liaison point-à-point ressemble à :



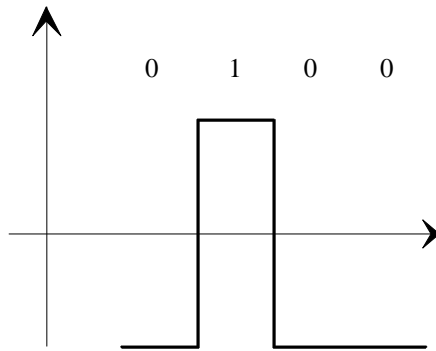
- Autres types de liaison : *multipoint*, *anneau*



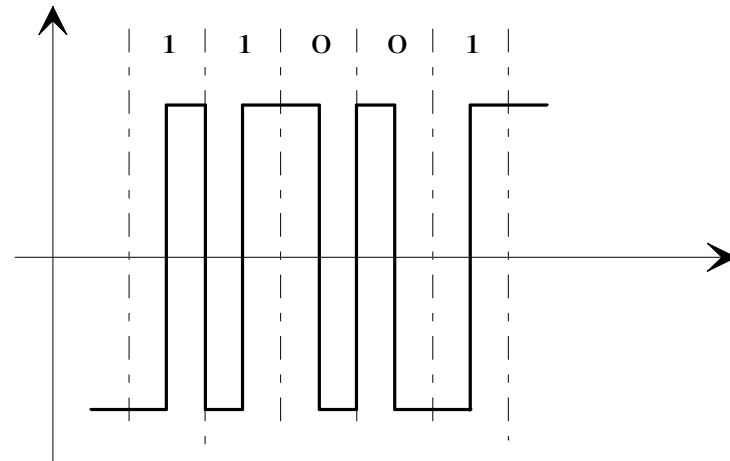
Techniques d'adaptation du signal

Technique 1 : transmission en **bande de base**

- [Rappel : Tout signal est somme de composantes sinusoïdales]
- Ici : composantes du signal dans la bande passante
- Donc : transformation simple du signal
- ETCD=Codeur/Décodeur ou 'adaptateur bande de base'
- Plutôt pour débits rapides et distances courtes
- Plusieurs codages utilisés :



NRZ (No Return to Zero)



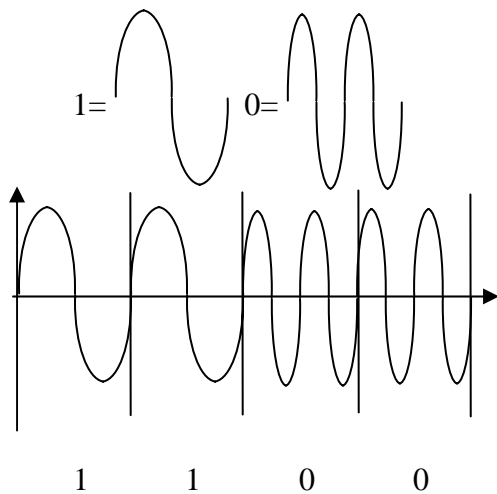
Manchester

Techniques d'adaptation du signal

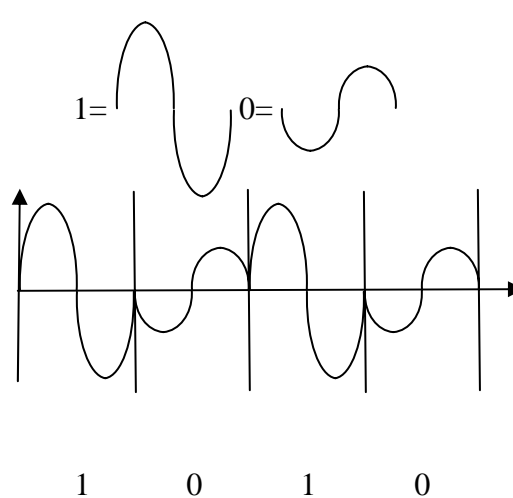
Technique 2 : transmission en **large bande**

- [Rappel : Tout signal est somme de composantes sinusoïdales]
- Ici : composantes du signal hors bande passante
- Donc : déplacement du spectre du signal dans un domaine de fréquences adaptées au support
- ETCD=Modulateur/Démodulateur (Modem)
- Transformation du signal numérique en un signal analogique sinusoïdal ($A \sin(2\pi f t + \phi)$) par **modulation** d'onde porteuse
- Plusieurs types de modulation :

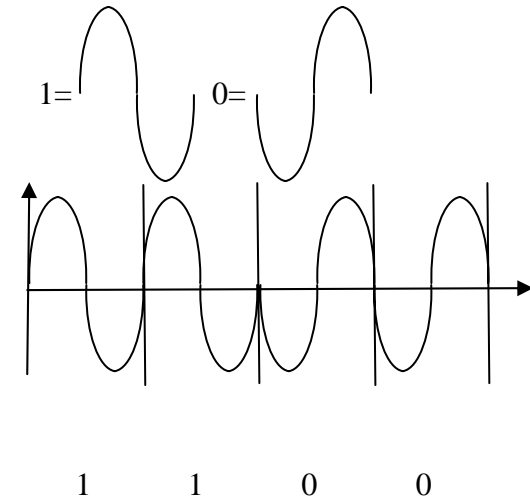
Fréquence f : f_1 et f_2



Amplitude A : A_1 et A_2



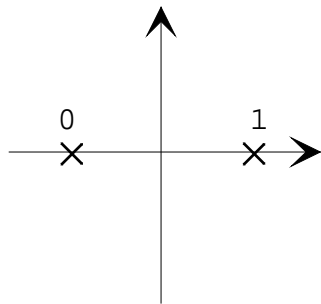
Phase ϕ : $\phi_1=0$ et $\phi_2=\pi$



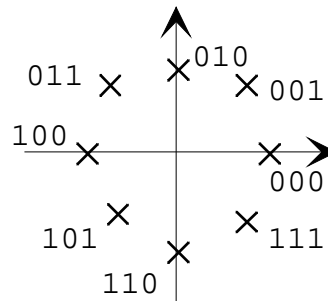
Transmission en large bande : variantes

But : Augmenter le débit binaire

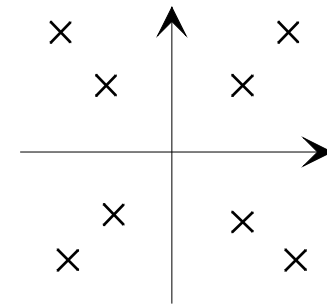
- Une technique de modulation se décline en plusieurs variantes.
Exemples :
Modulation de phase avec 4 phases (quadri-phase), etc.
Modulation d'amplitude avec 4 niveaux d'amplitude, etc.
- Les techniques de modulations se combinent pour donner une modulation 'mixte'. Exemple :
Modulation de phase + modulation d'amplitude
- Une technique de modulation est représentée par un **diagramme de constellation**.



2 phases



8 phases



2 amplitudes et 4 phases

Exemple de modems normalisés

La plupart des modems a une rapidité de modulation de 2400 bauds

- **QPSK** (Quadrature Phase Shift Keying)
 - 4 points dans le diagramme → 2 bits par modulation
- **QAM** (Quadrature Amplitude Modulation)
 - QAM-16 (4 bits), QAM-64 (6 bits)
- **V.32** à 9 600 bps et **V.32bis** à 14 400 bps (modem fax)
 - 32 points → 4 bits **+1** et 128 points (QAM-128) → 6 bits **+1**
- **V.34** à 28 800 bps et **V.34bis** à 33 600 bps (compression)
- **V.90** à 56 kbps descendant et 33,6 kbps montant
- **V.92** à 48 kbps montant si possible sur la ligne

2.5 Accès WAN...

But: accès à internet

Réseaux utilisés :

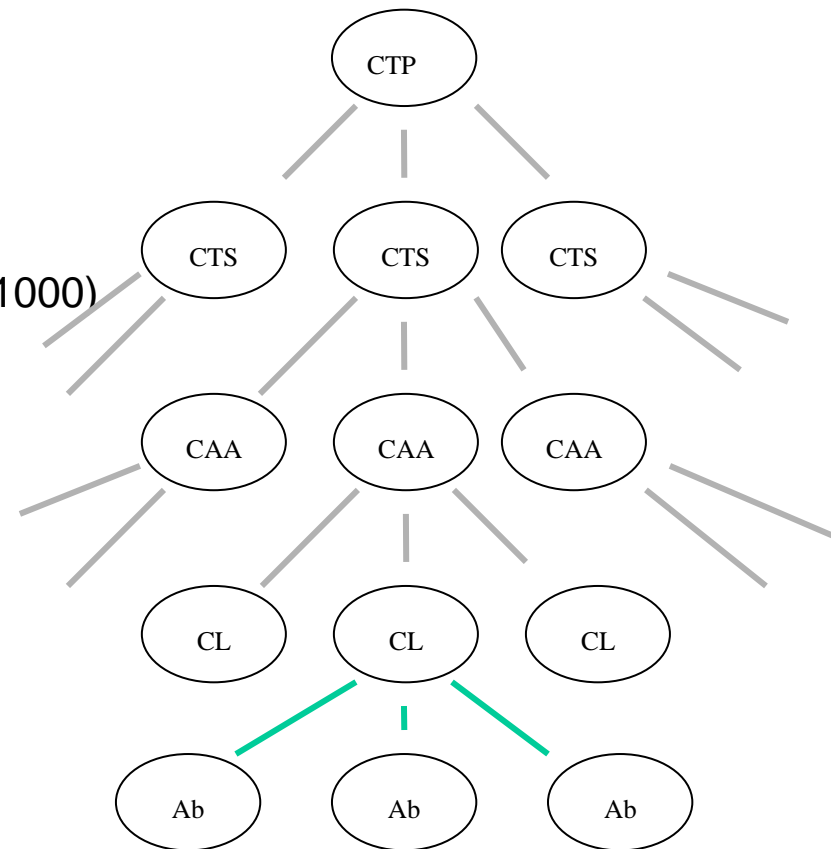
- **RNIS** : Numéris (Réseau Numérique à Intégration de Service)
- **RTC** : Réseau Téléphonique Commuté
- **xDSL** : *Digital Subscriber Line* (*Ligne numérique d'abonné*)
 - Technologies permettant un transport numérique rapide sur une paire métallique sans interférence avec le service téléphonique analogique traditionnel (*POTS : Plain Old Telephone Service*).
 - 2 techniques : Transmission symétrique / asymétrique.
- **Câble**
- **Accès sans fil** : GPRS, 3G, etc.

Accès WAN par RTC

- Ligne téléphonique partagée avec la connexion internet
- Transfert analogique entre Abonné et CL
- Débit : 'V.90 à 56 kbps descendant et 33,6 kbps montant'
 - 1s: 56x1024 bits soit 56x128 octets~7Koctets
 - 12mn:~5Moctets (~4mn de mp3 - rate=192)
- Peu adapté aux applications multimédia modernes...

Réseau Téléphonique Commuté (RTC)

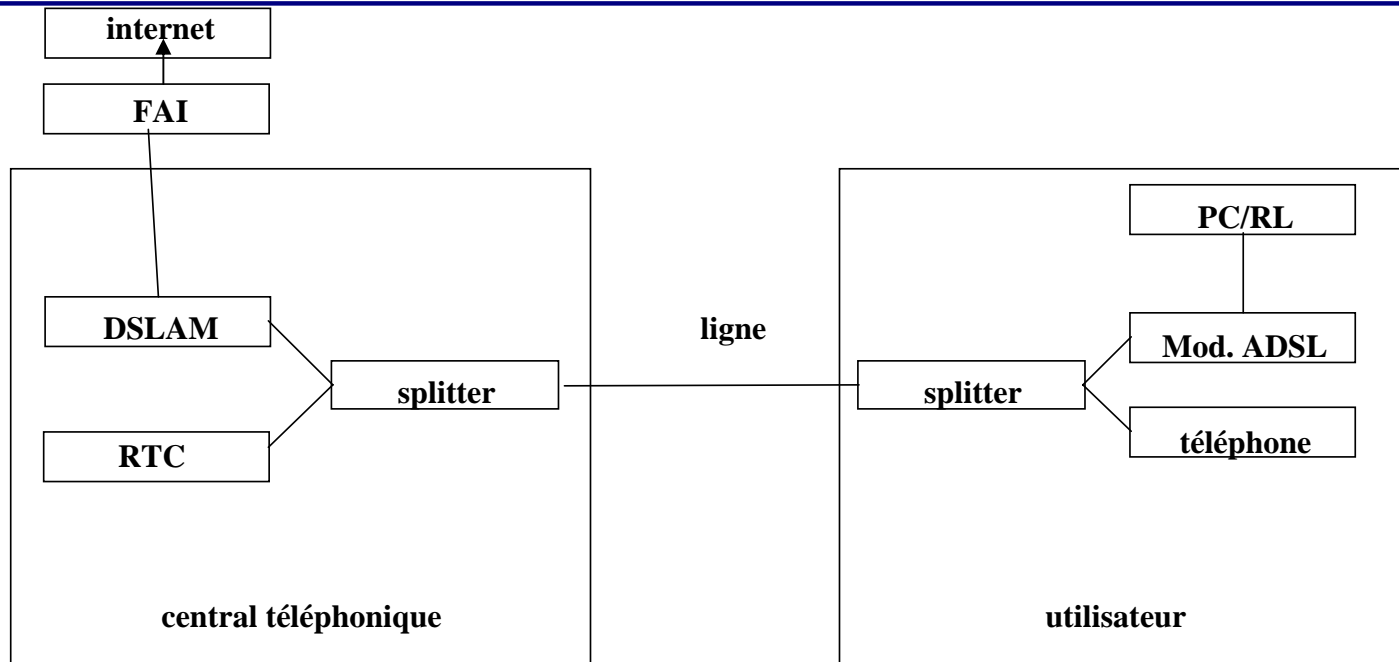
- Commuté : liaison non permanente
 - => Prise de ligne+numérotation
- Structure hiérarchique :
 - **Centre Transit Principal** (10)
 - **Centre Transit Secondaire** (100)
 - **Centre à Autonomie d'Acheminement** (1000)
 - **Centre Locale de rattachement** (10000)
 - [CL~4derniers chiffres => 104 par CL]
- Transport de la voix : téléphone
- Transport de données :
 - Abonne-CL numérique
 - Téléphone + modem
- Connexions :
 - Boucles locales : paires de fils (bleu)
 - Le reste du réseau : fibre optique (gris)
 - Pas 100% numérique
 - (Numérique de bout en bout si Abonne-CL numérique ie. Numéris)



Accès WAN par ADSL

- **ADSL** : *Asymmetric DSL* (LNPA: Ligne Numérique à Paire Asymétrique)
- Ligne téléphonique indépendante de la connexion internet
- Connexion internet permanente
- Débits :
 - **'ADSL'** à 8 Mbps descendant et 640 Kbps montant'
 - **'ADSL 2+'** à 25 Mbps descendant et 640 Kbps montant'
 - dépendent d'un certain nombre de facteurs : la longueur de la boucle (limitée à 5,6km), sa section...
- Avantages : Transforme le réseau public existant en un système capable de transporter du multimédia : les services disponibles sur le réseau (Internet, Video MPEG...) arrivent vers les utilisateurs...
- 3 canaux de communication
 - un canal pour les données descendantes
 - un canal pour les données montantes
 - un canal de téléphonie (*POTS*)

Liaison ADSL



•Boîtiers :

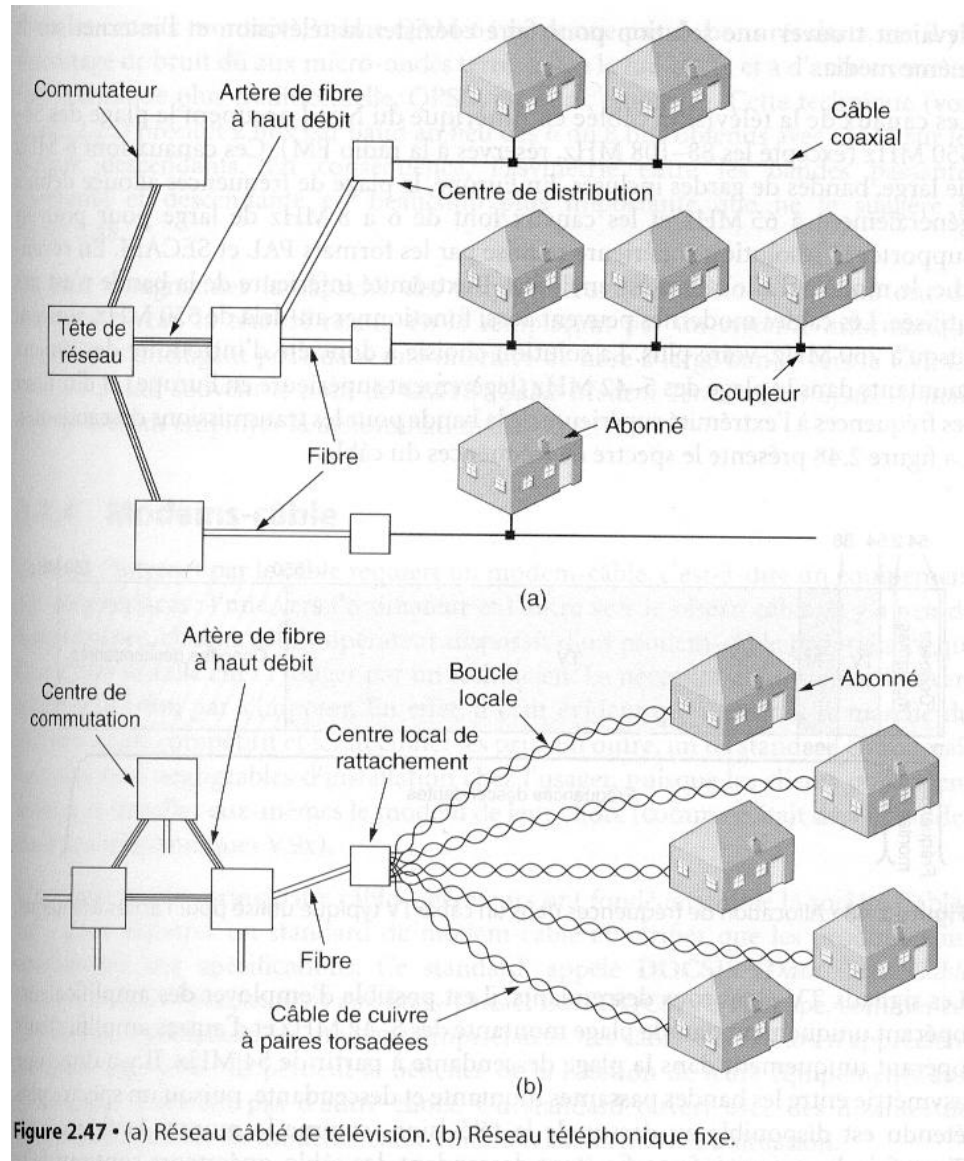
- modem ADSL
- séparateur de ligne (POTS splitter)
- Le DSLAM (Digital Subscriber Line Access Multiplexer) assure le multiplexage des flux (services disponibles sur le réseau : Internet, Vidéo...) vers les utilisateurs.

– Sans dégroupage, FT assure le transport du DSLAM jusqu'au FAI, sinon le FAI est directement connecté au DSLAM

Accès WAN par le câble

- Réseau câblé de télévision
 - Liaisons longue distance (commutateurs, villes, etc) : fibre optique
 - Liaisons vers abonnés : câble coaxial
- Allocation des fréquences pour l'accès internet
 - Fréquences descendantes de haut débit
 - Fréquences montantes de moyen débit
 - Fréquences TV
 - (Fréquences Radio)
- Plusieurs abonnés sur un câble (entre 500 et 2000)
 - Bien adapté pour la diffusion de programmes télévisés
 - Moins pour l'accès à internet (partage de la bande passante)

RTC / Câble



ADSL / Câble

- Épine dorsale : fibre optique
 - Abonné : paires torsadées
 - Raccord seul au CL
 - Qualité service constante
 - Possibilité d'accès au service :
 - tout le monde a une ligne téléphonique
 - mais pb de distance au CL
- Épine dorsale : fibre optique
 - Abonné : coaxial
 - Plusieurs sur un même câble
 - Qualité de service dépend du contexte (nbre d'abonnés connectés sur le câble)
 - Possibilité d'accès au service :
 - tout le monde n'est pas relié au câble
 - pas de pb de distance au centre de distribution