

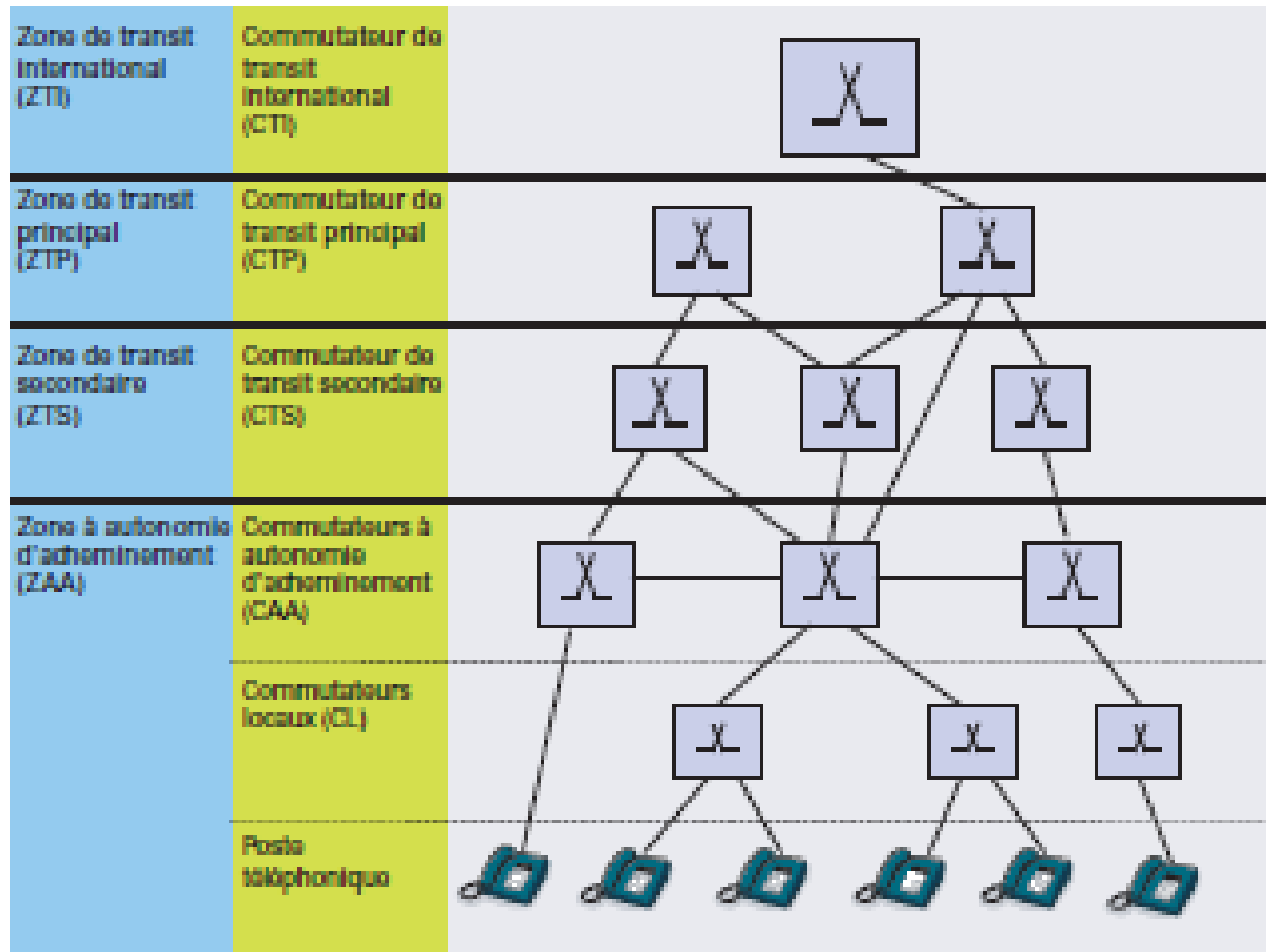
Systèmes de communications filaires

Cours systèmes de communications

M1 SMART'COM

XDSL

Architecture simplifiés du réseau téléphonique commuté



La paire de cuivre torsadée

- La paire de cuivre torsadée consiste en l'entrelacement de deux brins de cuivre recouverts d'isolants. Une paire de cuivre est caractérisée par son **diamètre, son type d'isolant et son enroulement.**
- **Plus le** pas de torsade est court, meilleure sera l'immunité de la paire de cuivre aux perturbateurs électromagnétiques extérieurs. Le diamètre de la paire de cuivre varie généralement de 0,3 à 1 mm.
- Les diamètres les plus courants sont 0,4 mm et 0,5 mm.

La paire de cuivre torsadée

- On distingue les paires
 - blindées (STP, *Shielded Twisted Pair*) et
 - Les paires non blindées (UTP, *Unshielded Twisted Pair*).
- Les paires torsadées téléphoniques sont typiquement non blindées.
- Elles sont, en règle générale, regroupées par toron (*binder*) au sein d'un câble,

Contraintes

- **Atténuation linéique**

L'atténuation d'une paire torsadée téléphonique est fonction de la longueur de la ligne ainsi que de la fréquence du signal transmis.

- **Diaphonie**

La diaphonie désigne l'émission parasite d'une paire sur une autre au sein d'un même câble (toron).

Optimisation de la ligne

- les possibilités des fils de cuivre étaient sous-utilisées car 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 classiques est de l'ordre 3.3 KHz.
- Or, les caractéristiques physiques des lignes d'abonnés permettent en réalité de supporter la transmission de signaux à des fréquences pouvant atteindre 1 Mhz .

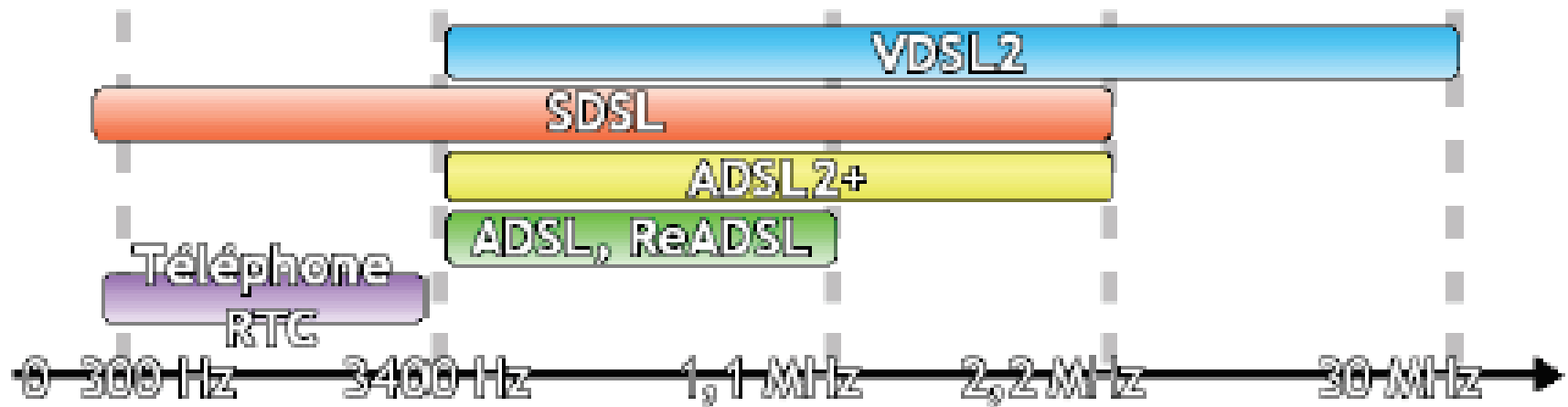
DSL

- La technologie DSL (Digital Subscriber Line) a pour principe de favoriser le transfert de données à haut débit.
- Pour cette technologie il existe deux variantes:
 - Les connexions symétriques garantissent une vitesse de transfert particulièrement intéressantes car elles sont très rapide, mais ces abonnement sont très cher, elles sont réservé aux entreprises.
 - Les connexions asymétriques reprennent l'ADSL (Asymmetric digital Subscriber line) et ces dérivés, ces différentes solutions permette un meilleur débit, elles sont accessibles a tous car pas très cher.

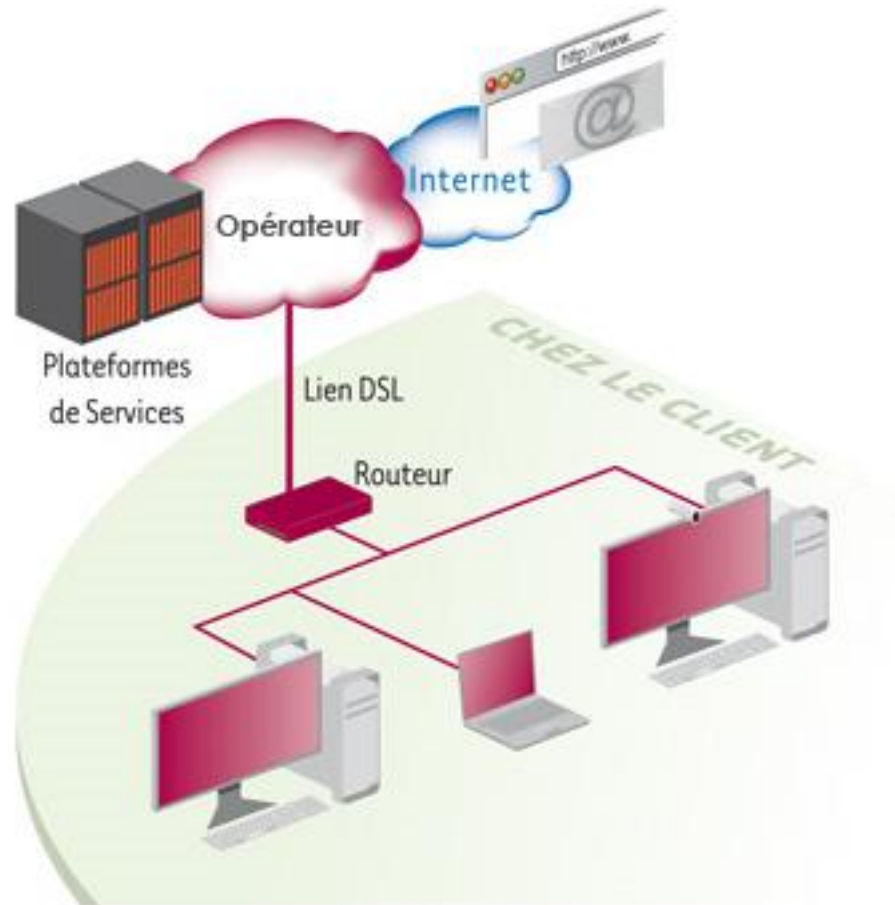
La famille DSL

- HDSL : High bit rate DSL
- SDSL : Single pair, ou symmetric DSL
- ADSL : Asymmetric DSL
- RADSL : Rate adaptative DSL
- VDSL : Very high DSL
- Les différences essentielles entre ces technologies :
 - vitesse de transmission
 - distance maximale de transmission
 - variation de débit entre le flux montant (utilisateur/réseau) et flux descendant (réseau/utilisateur)

DSL: Bandes de fréquences

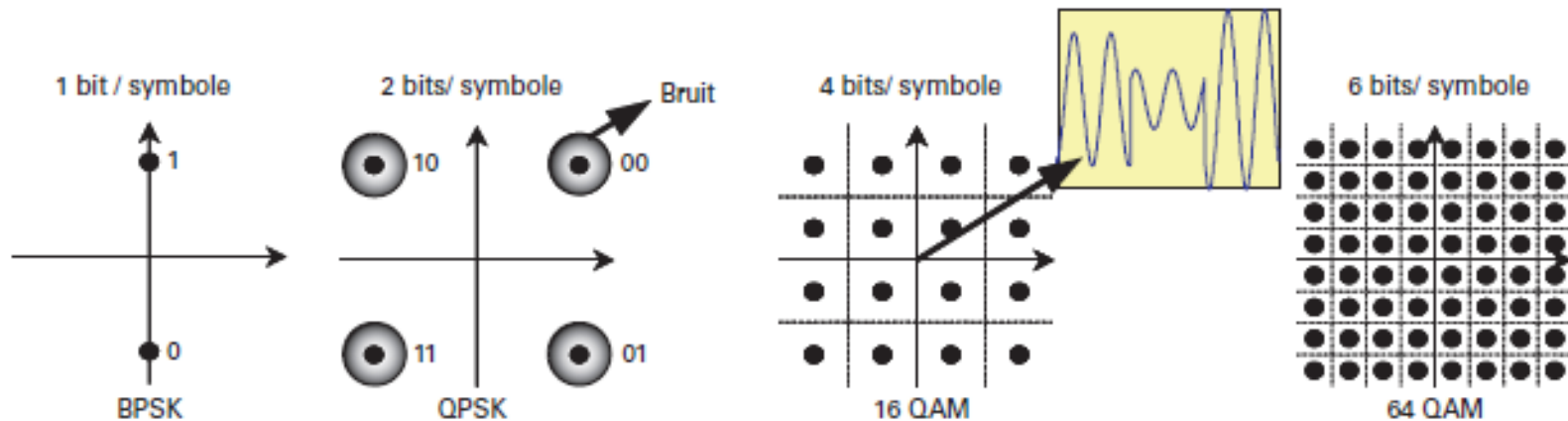


fonctionnement



Modulation à porteuse unique CAP/QAM

- La modulation d'amplitude en quadrature de phase communément dénommée **QAM** (*Quadrature Amplitude Modulation*) combinant à la fois une modulation d'amplitude et de phase.



CAP: Carrierless Amplitude Phase

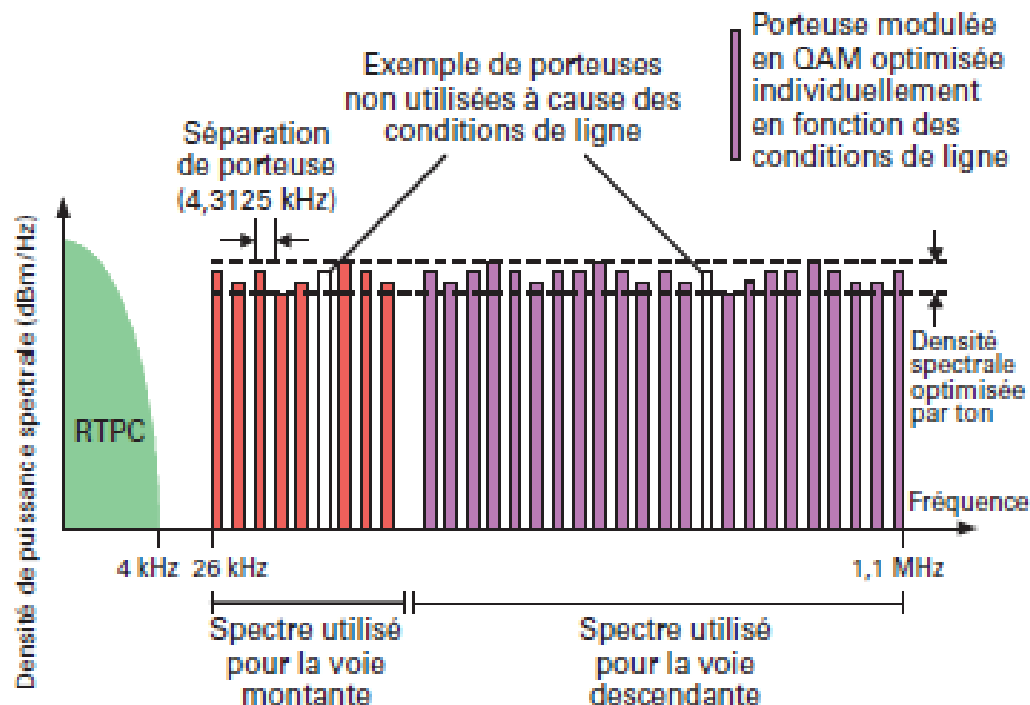
- **La modulation CAP est étroitement liée avec la modulation QAM** et peut être considérée comme une variante au niveau de son implémentation.
- À l'émetteur, les bits entrants sont associés à des symboles multi-niveaux passe-bande modulés sur une fréquence porteuse. Alors que pour la modulation QAM, l'association de symbole et la modulation de porteuse sont des étapes successives à l'émetteur, ces étapes sont combinées en une seule opération dans le cas du CAP.

Modulation discrète à porteuses multiples (DMT)

- Le principe de la modulation multi-porteuses est de transmettre les bits d'information en parallèle sur un nombre important de porteuses (tons).
- Chaque porteuse est modulée en QAM.
- La fréquence des porteuses est un multiple d'une fréquence fixe.

DMT

- Dans la modulation DMT, la plage de fréquences disponible est divisée en 256 canaux juxtaposés de 4312,5 Hz. Le canal 0 est utilisé pour le téléphone vocal, et les canaux 1 à 5 ne sont pas exploités pour éviter les interférences entre la voix et les données. Parmi les canaux restants, deux sont réservés au contrôle des flux montant et descendant, le reste est utilisé pour les données.



Questions

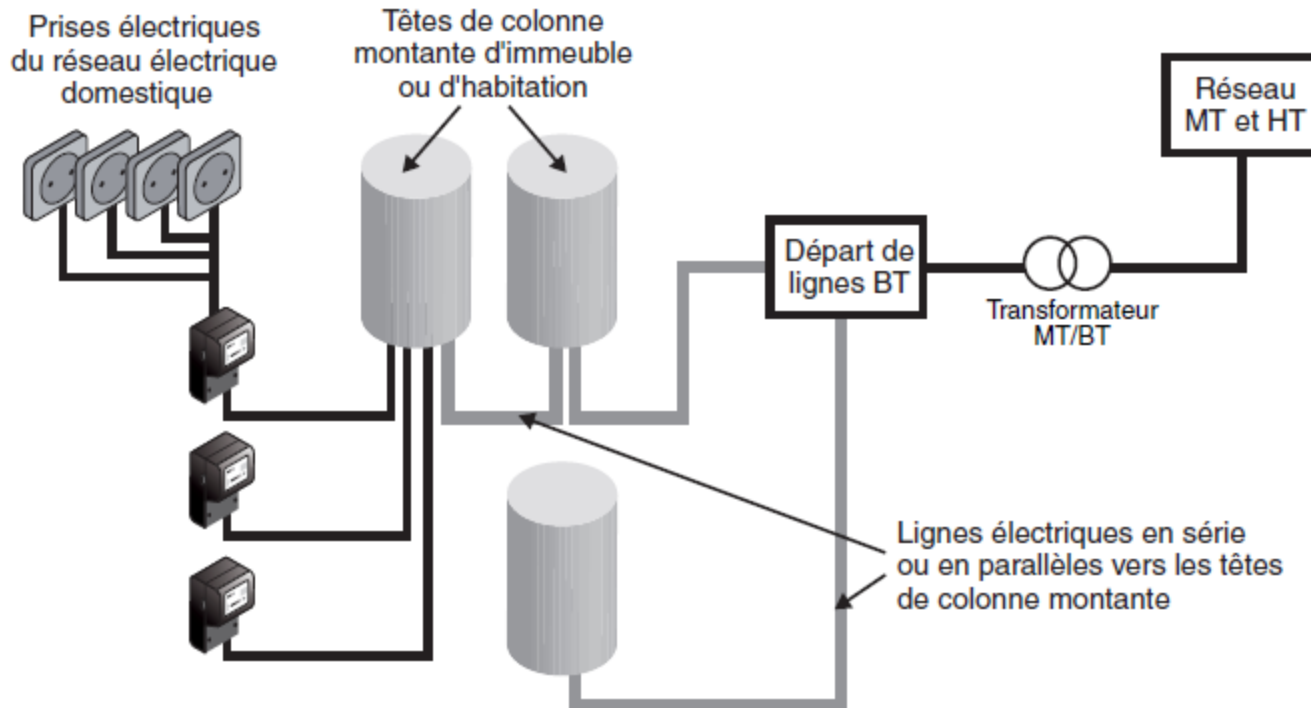
- Combien reste-t-il de canaux à utiliser pour le transfert des données dans les deux sens en modulation DMT.
- De quoi dépend le nombre de canaux à affecter aux données de chaque sens ? qui se charge de l'affectation des canaux ?
- Que faudrait-il faire pour que les flux montant et descendant aient des débits identiques?
- L'utilisation la plus courante de l'ADSL consiste à réserver 32 canaux pour le flux montant et le reste pour le flux descendant. Quel est le débit théorique que l'on peut obtenir pour le flux montant si l'on transmet des signaux binaires sur chaque canal ?
- Même question pour le flux descendant
- Une autre technique de modulation, utilise pour le flux descendant, une rapidité de modulation de 4000 bauds et émet 15 bits par signal transmis sur 224 canaux. Quel débit peut-on obtenir avec cette technique ?

Solution

- Il reste 248 canaux pour les flux de données montant et descendant.
- Le nombre de canaux affectés à chaque sens dépend du débit binaire que l'on veut offrir aux abonnés : plus ce nombre est grand et plus le débit binaire sera important pour le flux considéré. C'est bien évidemment le fournisseur d'accès qui répartit les canaux, en allouant généralement 90 % des canaux au flux descendant et les 10 % restants au flux montant.
- Il faut simplement allouer autant de canaux pour le flux montant que pour le flux descendant. On obtient ainsi une technologie DSL symétrique (SDSL).
- On peut obtenir : $4\,312,5 \times 32 = 138 \text{ kbit/s}$ pour le flux montant.
- Il reste pour le flux descendant : $248 - 32 = 216$ canaux, soit un débit binaire de $931,5 \text{ kbit/s}$.
- 6. On peut obtenir : $15 \times 4\,000 \times 224 = 13,44 \text{ Mbit/s}$.

CPL

Architecture simplifiée du réseau de distribution électrique



Niveaux de tension électrique

| | |
|--------------------------|---------------------------------------|
| Très Haute Tension (THT) | 400 000 V 225 000 V |
| Haute Tension (HT) | 90 000 V 65 000 V |
| Moyenne Tension (MT) | 20 000 V |
| Basse Tension (BT) | 380 V (triphasé) 220 V (monophasé) |

- La technologie CPL (courants porteurs en ligne), en anglais PLC (Power Line Communications), vise à transmettre des données sur un câble électrique.
- Contrairement à d'autres supports de communication, comme les câbles Ethernet, coaxiaux, fibre optique, etc., ce rôle de support de transmission des données n'est pas la fonction principale du câble électrique.

- Le transport des données doit donc s'ajouter à celui de l'énergie électrique (en Europe 200 V/50 Hz, aux États-Unis et au Japon 100 V/60 Hz) dans les câbles permettant d'alimenter les équipements électriques en énergie à partir du réseau public d'électricité

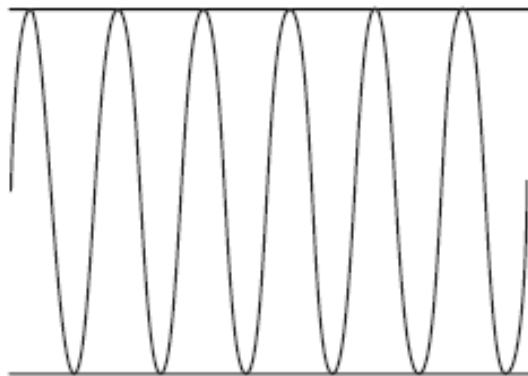
CPL

Signal CPL (signal modulé en AM, FM ou PM avec porteuse F)



Câble électrique

Signal 220 V/50 Hz



CPL: Bandes de fréquences

- Deux bandes de fréquences sont allouées aux technologies CPL :
 - 3 à 148 kHz pour les CPL dits bas débit ;
 - 2 à 20 MHz pour les CPL dits haut débit.

Avantages

- Utilisation d'un câblage déjà existant
- Mobilité
- Simplicité de mise en œuvre
- Complémentaire aux solutions filaires et sans fils
- Application à d'autres domaines que l'informatique : domotique, audio, vidéo, surveillance...

Normes

- Homeplug 1.01: 14Mb/s (6Mb/s)
- Homeplug 1.1: 85Mb/s (35Mb/s)
- Homeplug AV: 200Mb/s (60Mb/s)
- Homeplug AV 2: 500Mb/s à 600Mb/s

FTTX

Fibre Optique

- La fibre optique est un support physique de transmission à très haut débit.
- un brin de fibre optique véhicule de manière guidée un signal lumineux qui a la particularité d'atteindre des vitesses élevées sur de grandes distances

La technologie FTTx

- 4 catégories principales:
 - Fiber To The Home: FTTH
 - Fiber To The Last Amplifier: FTTLA
 - Fiber To The Building: FTTB
 - Fiber To The Cabine: FTTC

FTTH

- L'abonné est directement raccordé par une fibre optique de "bout en bout". Une fibre est tirée entre le noeud de raccordement optique (NRO) et l'intérieur du logement pour être raccordée à un modem.
 - FTTH dédié (**Point à point ou P2P**) permet à chaque abonné de disposer de sa propre fibre de chez lui jusqu'au noeud de raccordement optique (NRO) équipé par son fournisseur d'accès.
 - FTTH partagé (**Point à multi-points ou GPON**) La fibre optique entre l'abonné et le NRA est partagée grâce à un répartiteur supplémentaire installé en amont.

- On parle également de fibre optique avec terminaison coaxiale. L'ensemble du réseau horizontal est en fibre optique.
- Plutôt que d'aller jusqu'au logement, la fibre s'arrête au niveau d'un noeud optique, généralement une armoire de rue ou un boitier dans la cave d'un immeuble.
- Les données sont acheminées sur des câbles coaxiaux qui servent également à la diffusion de la TV câblée

FTTB

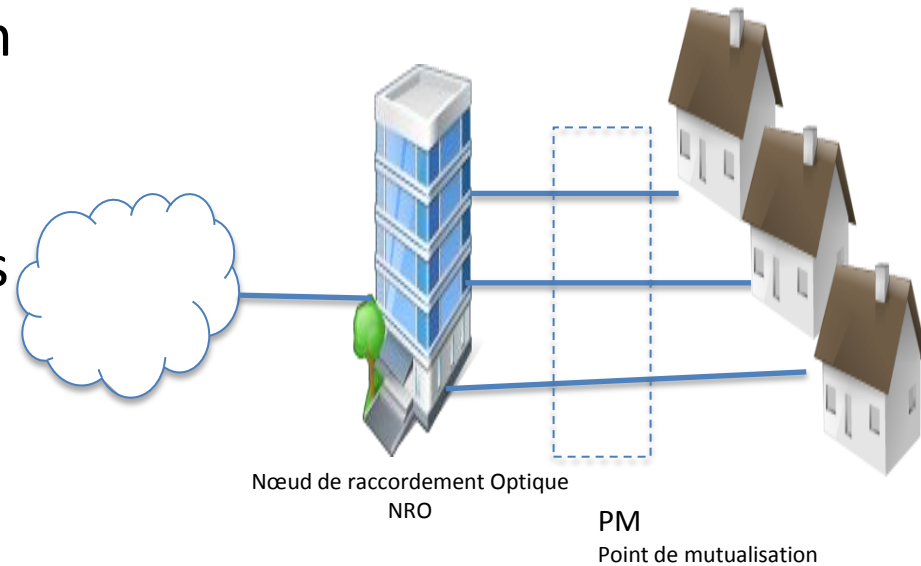
- La connexion en fibre optique va du central optique jusqu'au pied d'un immeuble. La fibre optique ne remonte pas l'immeuble.
- Un boîtier convertit le signal lumineux en signal électrique pour qu'il soit transporté du rez de chaussée vers les appartements en utilisant le réseau téléphonique cuivre existant

FTTC

- la fibre optique relie la boucle locale d'un fournisseur d'accès au sous-répartiteur de l'opérateur.
- La paire de cuivre prend alors le relais jusqu'au domicile de l'abonné.

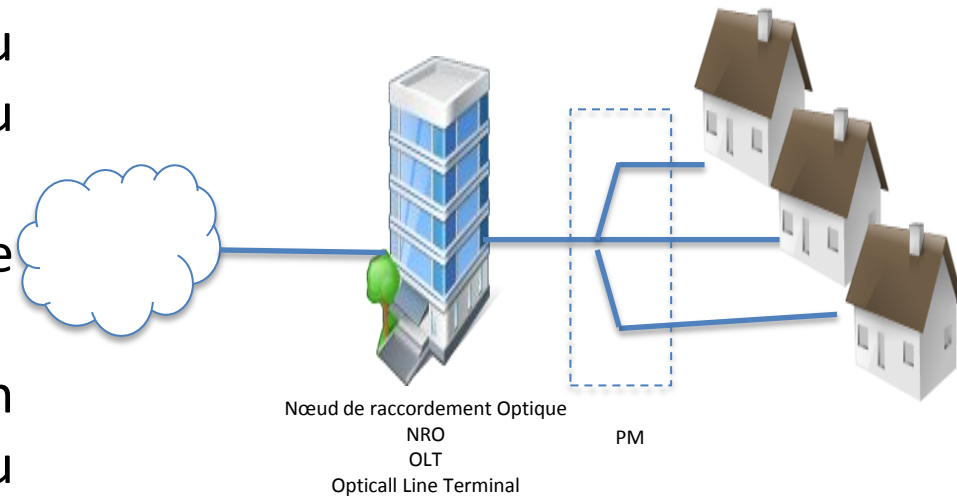
LES ARCHITECTURES RESEAUX EN FTTH: P2P

- Chaque abonné est relié au NRO par une ligne qui lui est propre.
- Cette topologie se prête très bien à une mutualisation du réseau au niveau du NRO, puisque chaque opérateur est libre de choisir quels clients il souhaite câbler.
- C'est l'architecture utilisée aujourd'hui pour le réseau téléphonique, où chaque paire de cuivre est reliée au NRA, distant de plusieurs km.



LES ARCHITECTURES RESEAUX EN FTTH: GPON

- **GPON** (pour Gigabit Passive Optical Network) les signaux venant des fibres de plusieurs abonnés sont rassemblés par un diviseur/coupleur optique au sein d'une unique fibre reliée au central OLT (Optical Line Terminal).
- Chaque client ne peut donc pas être "dégrouper" indépendamment.
- La seule possibilité de mutualisation d'un réseau GPON est au niveau du "point de mutualisation" où sont installés les coupleurs PON



NORMALISATION DES CÂBLES FTTH

- 1 Câble de distribution : **G652B** ou G652D
- 2 Câble montant ou aérien : **G657A** ou G657B ou : **G652B** ou G652D
- 3 Câble abonné: **G657A** ou **G657B**

