

Présentation générale

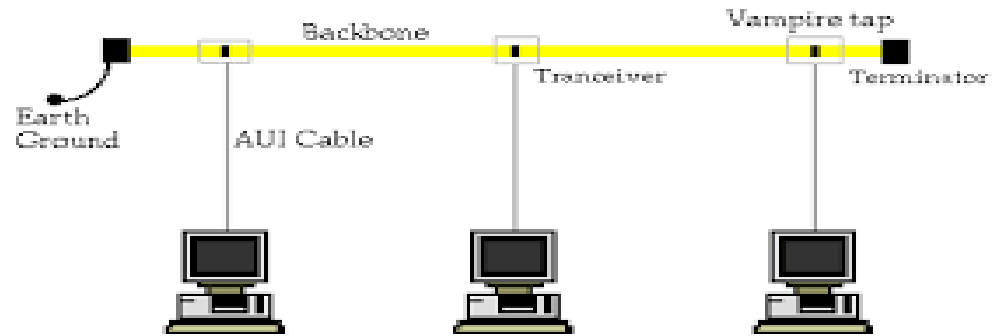


Classification par sa taille :

- **Personal AN** → 10 m
- **Local AN** → entre 100 m et 1 km
- **Neighborhood AN / Metropolitan AN** → 10 km
- **Wide AN** → ... planète

Présentation générale - par topologie

Topologie en BUS



Les plus :

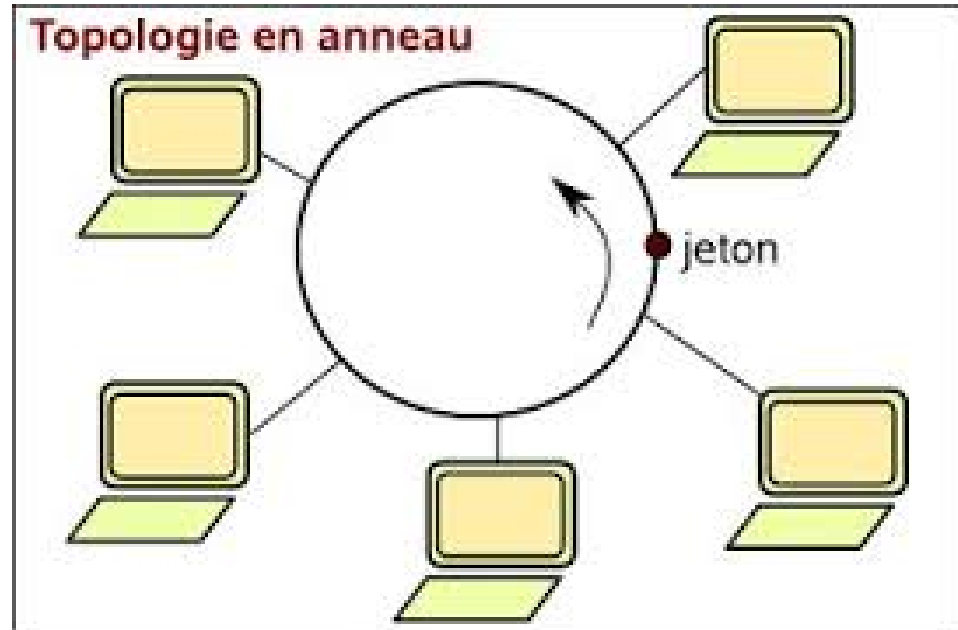
- Simple
- Peu coûteux
- Peu de câblage (simple à déployer)

Les moins :

- Rupture du bus → coupure du réseau
- Difficile de localiser les problèmes
- Média partagé → gestion des collisions

Présentation générale - par topologie

Topologie en anneau



Les plus :

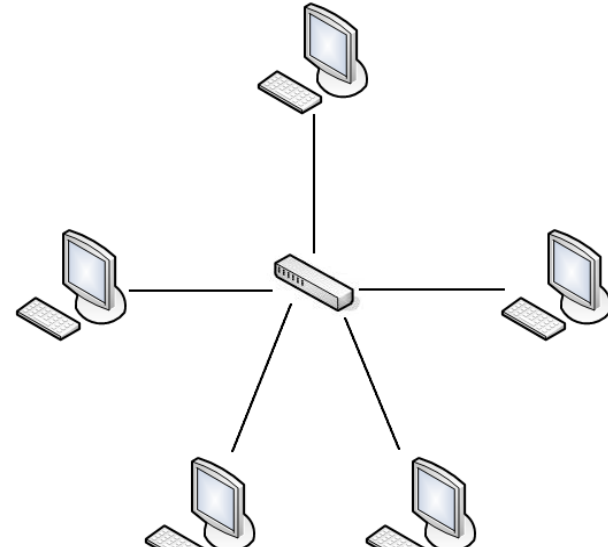
- Simple
- Peu coûteux
- Les informations circulent dans un seul sens
→ pas de collision

Les moins :

- Rupture d'un câble → coupure du réseau
- Difficile à mettre en œuvre

Présentation générale - par topologie

Topologie en étoile



Les plus :

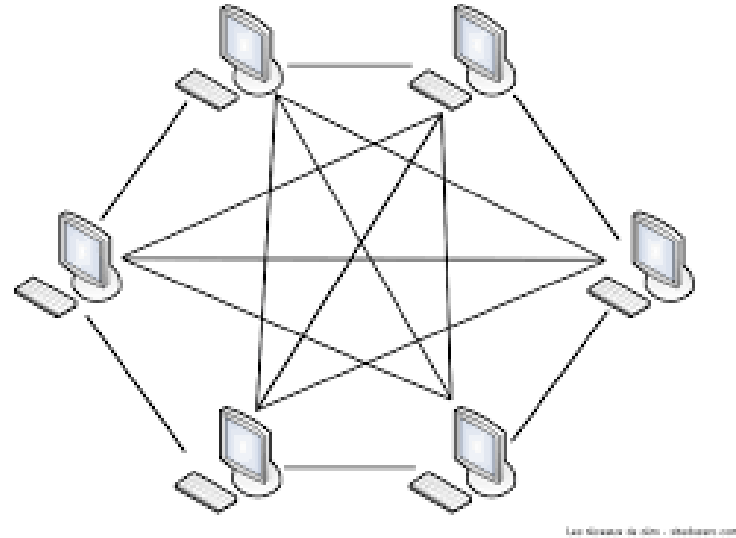
- Un ordinateur en panne n'impacte pas le réseau
- Facile d'ajouter une machine

Les moins :

- Plus coûteux à câbler
- Une panne du concentrateur bloque le réseau

Présentation générale - par topologie

Topologie maillée



Les plus :

- Un ordinateur en panne n'impacte pas le réseau
- Rupture possible d'une partie du réseau

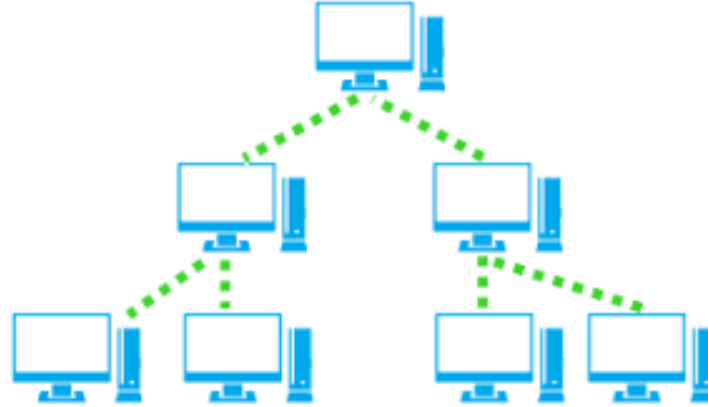
Les moins :

- Très coûteux à câbler
- Difficile à mettre en œuvre → Routage

NB : Internet est un réseau maillé (**I**nterconnected **N**etworks)

Présentation générale - par topologie

Topologie hiérarchique (en arbre)



Les plus :

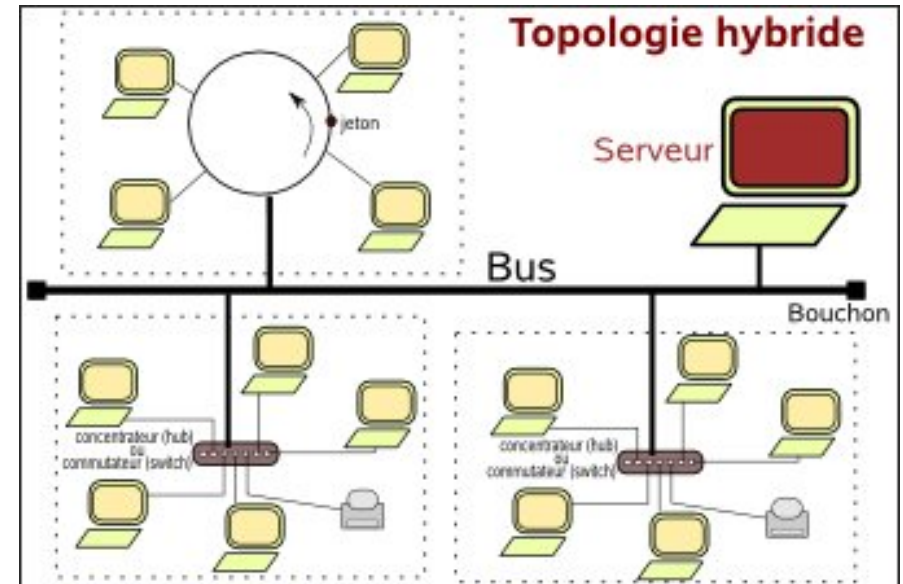
- Segmentation et repérage facile des ordinateurs dans le réseau
- Gestion de la sécurité

Les moins :

- Difficile à mettre en œuvre
- Un nœud indisponible bloque le réseau

Présentation générale - par topologie

Topologie hybride



Les plus :

- Interconnexion de plusieurs réseaux
- Permet d'étendre les réseaux sans recâblage

Les moins :

- Plus complexe à mettre en œuvre
- Besoin d'équipements spécialisés → Ponts

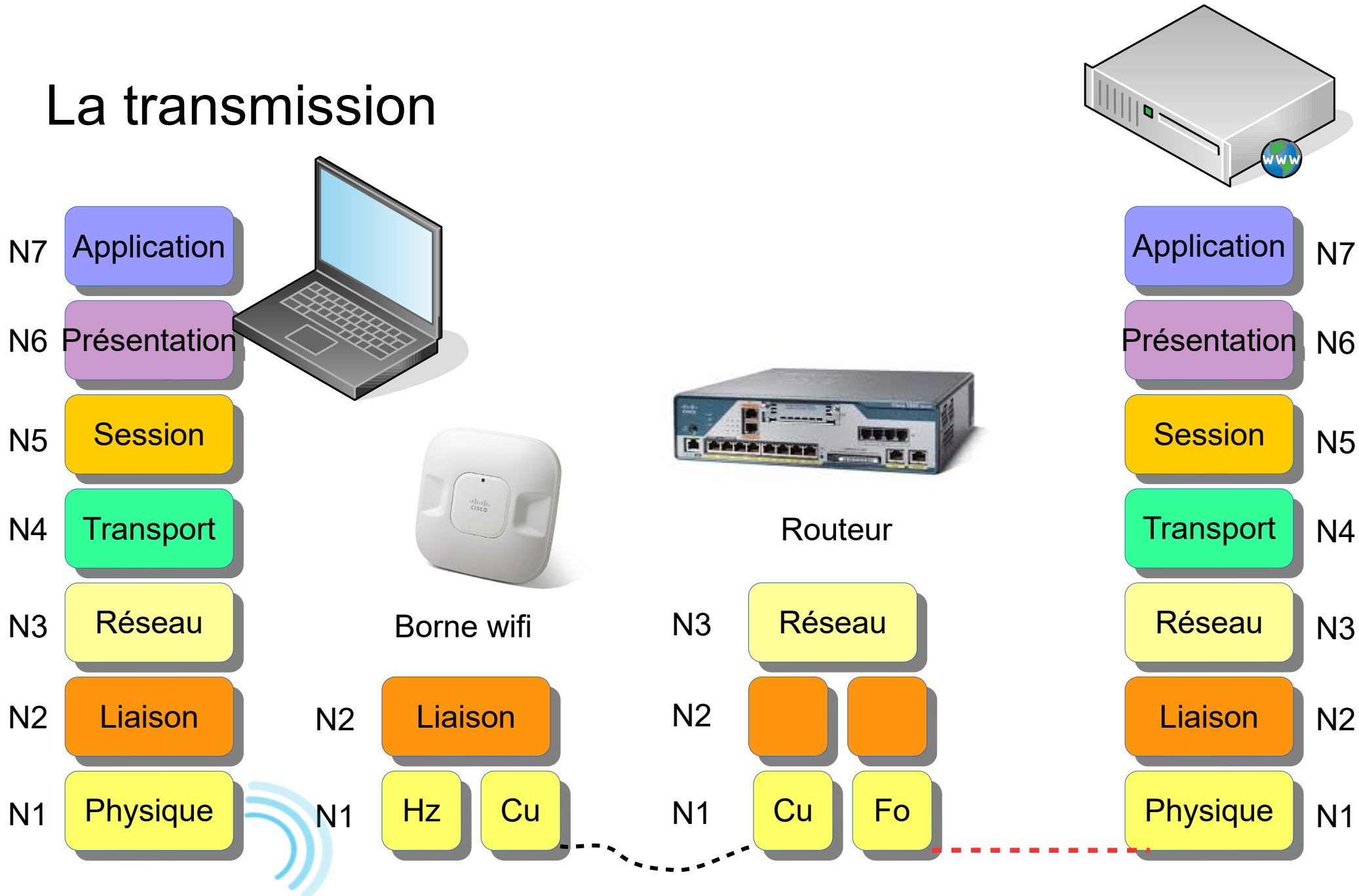
Le modèle normalisé en couche OSI

Les 7 principales fonctions

N7 Application	Couches session, présentation et applications : Gèrent le service final: le format des données, la session applicative, les requêtes/réponses.
N6 Présentation	
N5 Session	
N4 Transport	Couches réseau et transport : Définit l'ensemble des mécanismes permettant à deux machines de communiquer. Gère la communication de bout en bout.
N3 Réseau	
N2 Liaison	Couches physique et liaison: Définit l'ensemble des mécanismes permettant à deux machines directement connectées par un même support physique de communiquer.
N1 Physique	

Le modèle normalisé en couche OSI

La transmission



Le LAN physique en entreprise

Les entreprises utilisent Ethernet comme LAN.

Elles se basent sur des architectures en étoile.

Suivant la taille de l'entreprise et du besoin de segmentation (sécurité, maintenabilité), les différentes étoiles seront interconnectées via des routeurs sur un backbone (réseau central).

Les liens les plus sensibles peuvent être redondés pour plus de sécurité.

Ethernet : Les commutateurs

L'équipement actif le plus répandu sur les LAN est le commutateur (switch).

Souvent les commutateurs cumulent des fonctions de routage. Ils sont alors dit N2/N3.

Tous les switchs N2/N3 ne sont pas capables de gérer les protocoles de routage dynamique (ou alors par ajout d'une option logicielle).

Ethernet : Les commutateurs

Dans un switch (contrairement à un hub), les trames se croisent sans collision.

- Chaque port du switch est attaché à un segment, qui possède son propre domaine de collision.
- Le périmètre du réseau peut être augmenté sans limite de switches.
- La longueur des câbles n'est plus déterminée par des problématiques de temps d'aller/retour mais par des problématiques « électroniques » (perturbations, résistance, etc..) et elle est fixée à ~ 100 m.

Possibilité de full-duplex (émission et réception simultanée)

Passage de débits supérieurs (1 Gb/s, 10 Gb/s, 40 Gb/s)

Possibilité d'agréger les liens (2* 1 Gb/s, 4* 1Gb/s, ...) pour obtenir plus de débit et/ou plus de sécurité (redondance, tolérance de panne).

Ethernet : « l'Ethernet Commuté »

Fonctionnement d'un commutateur

- Auto-apprentissage : durant un laps de temps le commutateur écoute et en déduit les associations port (switch) / adresse MAC (hôtes du réseau).
- Il en constitue alors une table de commutation (MAJ toutes les ~ 5 min).
- Les paquets « unicast » sont alors envoyés vers la bonne station.

Un switch a essentiellement deux modes

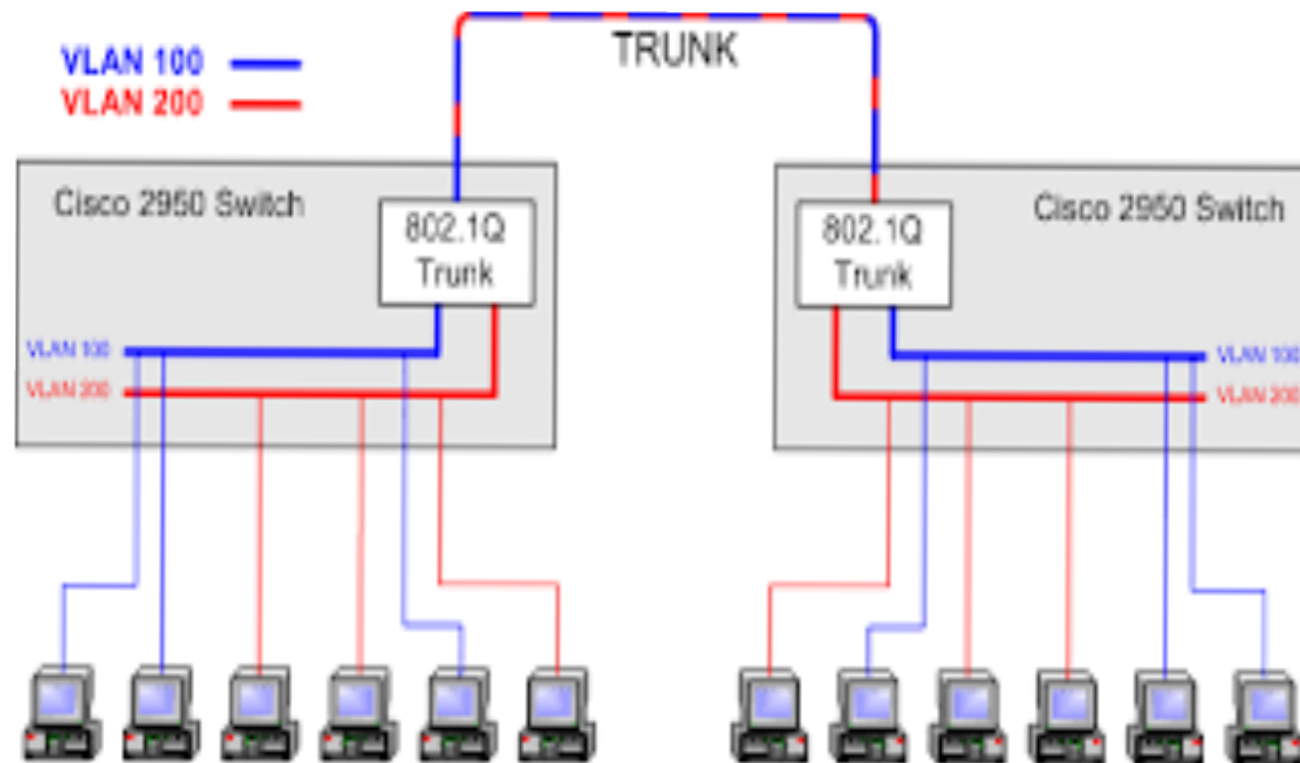
- **Store and forward** : une trame doit être complètement reçue (et vérifiée) avant d'être transférée.
C'est le mode de fonctionnement le plus courant.
- **Cut through (ou On the fly)** : commence le transfert dès que la destination est décodée.
Réduit la latence mais peut occuper le segment de sortie (et provoquer une collision) pour une trame invalide.
- Certains switchs peuvent basculer d'un mode à l'autre selon les observations.

Ethernet : « l'Ethernet Commuté »

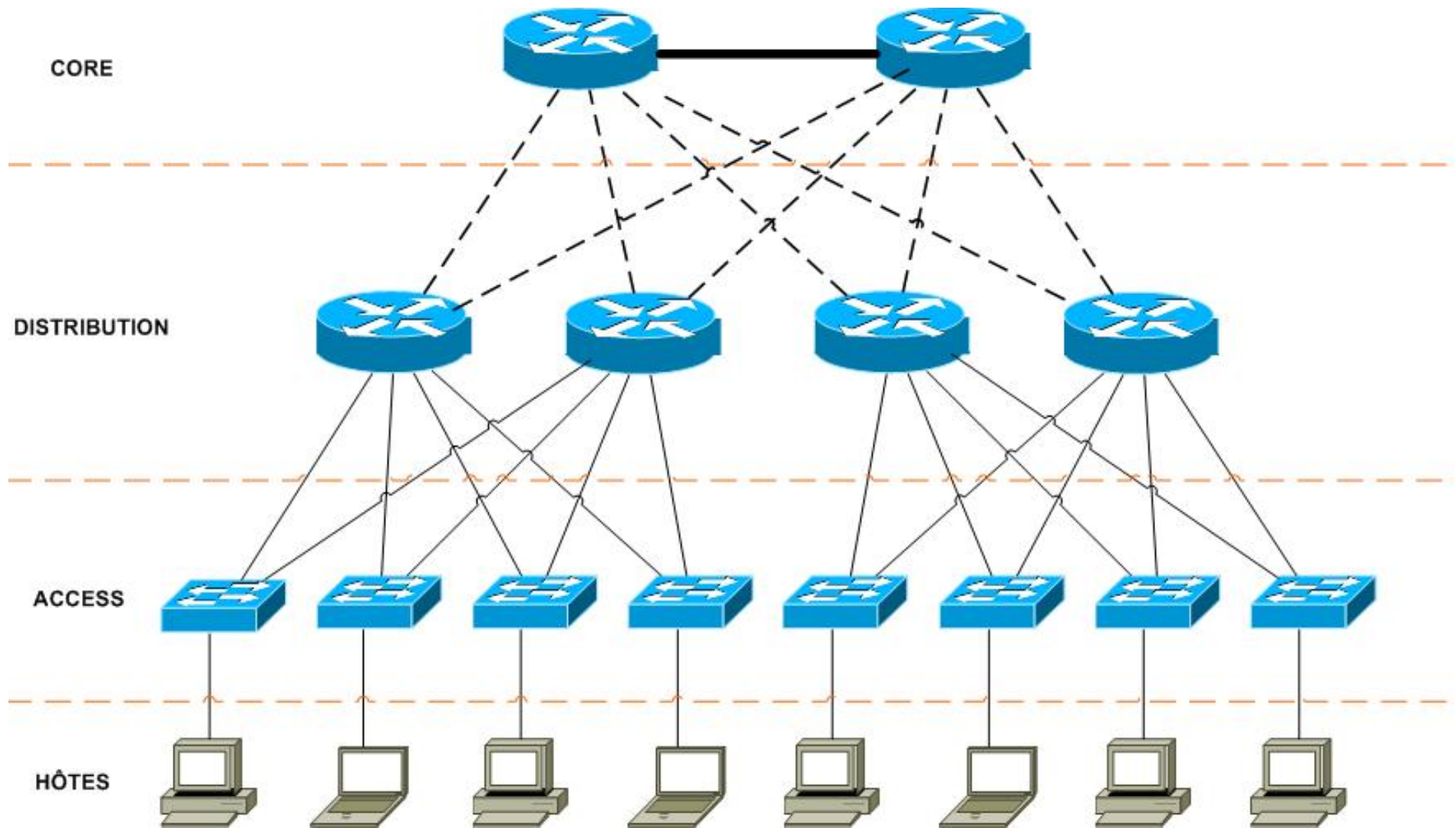
Les VLAN (Virtual LAN), permettent d'avoir plusieurs réseaux différents (adresses IP de classes ou sous-classes différentes) gérés par un même commutateur.

- VLAN = domaine de broadcast
- Pour passer d'un vlan à un autre, il faut passer par un routeur ou un pare-feu (sécurité)

L'administrateur configure le switch et place les ports désignés dans les bons VLAN.



Ethernet : exemple de réseaux



Les supports physiques

Le coaxial

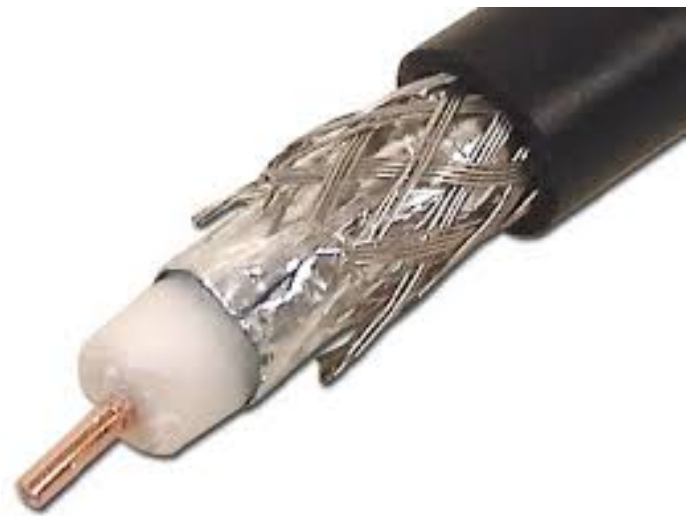
La fibre optique

Les ondes radios (Wi-Fi)

La paire torsadée

Le courant porteur en ligne (CPL)

Le câble coaxial



Support de l'Ethernet 10 base2 et 10 base5, ce support est quasiment abandonné dans le monde de l'entreprise.

Il est difficile à maintenir quand il est utilisé en mode bus (à chaque fois que l'on insère une machine on « coupe le bus »).

Limité en gamme de fréquences (donc en débit)

Limité en longueur (pertes)

Il reste encore utilisé dans le grand public comme support internet dit « **par câble** » car il est plus facile d'y faire passer, en plus de l'internet, un signal de télévision.

La fibre optique

La fibre optique transporte de la lumière. Ses caractéristiques la destine plus aux cœurs de réseaux et aux longues distances.

La fibre optique n'est pas coûteuse, en elle même, mais elle demande des opérations très techniques et (donc) coûteuses (pose, soudures, tests). La fibre possède un noyau en verre, elle est donc « relativement » fragile.

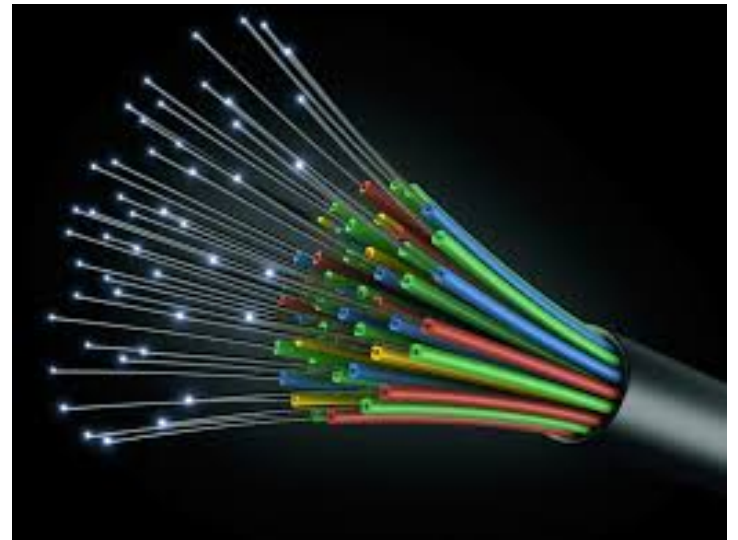
Elle est de plus en plus utilisée dans le déploiement grand public où elle arrive au plus près du terminal de l'utilisateur.

Les plus :

- Très hauts débits possibles
- Insensible aux perturbations magnétiques
- Difficile à écouter (sécurité)

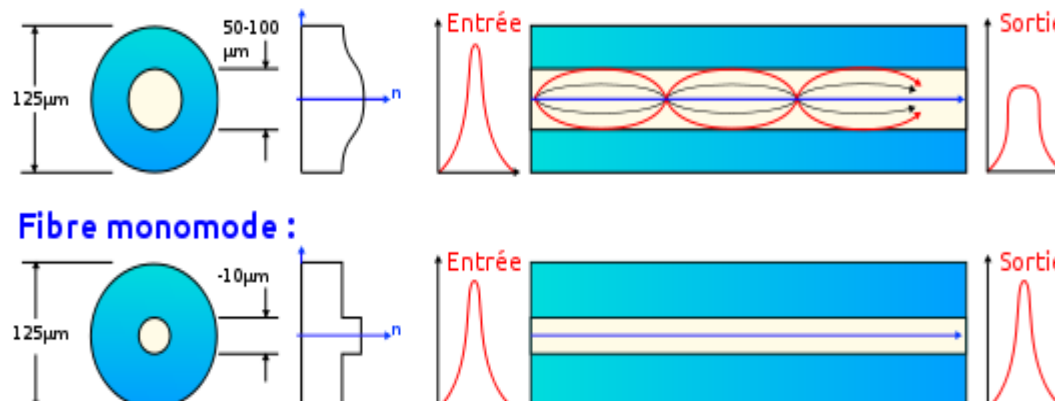
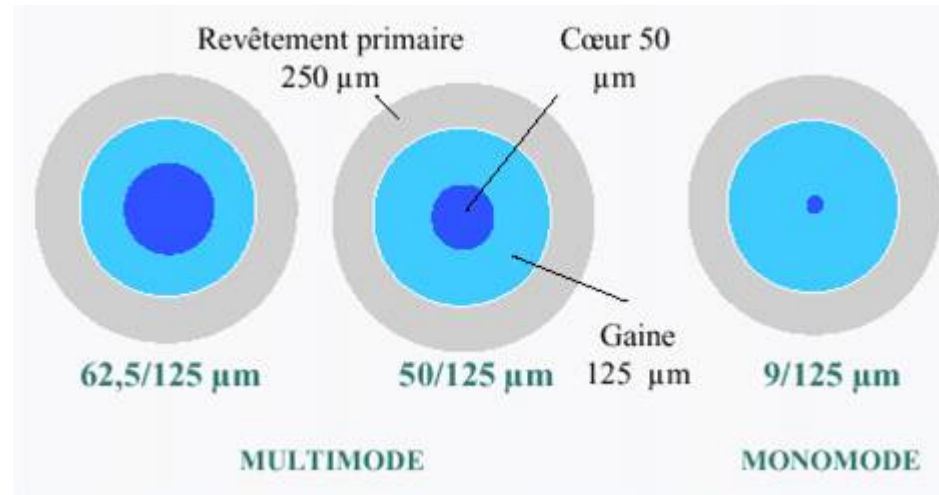
Les moins :

- Coûteuse à exploiter
- Fragile



La fibre optique

Multimode (plusieurs trajets lumineux) vs.
Monomode (un seul trajet)



La fibre optique

La fibre « entreprise » vs. la fibre « grand public »

La fibre en entreprise

- Est un média dédié entre 2 équipements.
- Il faut 2 brins pour une liaison (émission/réception).

La fibre grand public (France fin 2020 : ~25 millions théoriques, ~10 millions réels)

- Est un média qui peut être partagé entre plusieurs terminaisons et est sur un seul brin (monomode). Une longueur d'onde pour l'émission, une longueur d'onde pour la réception.

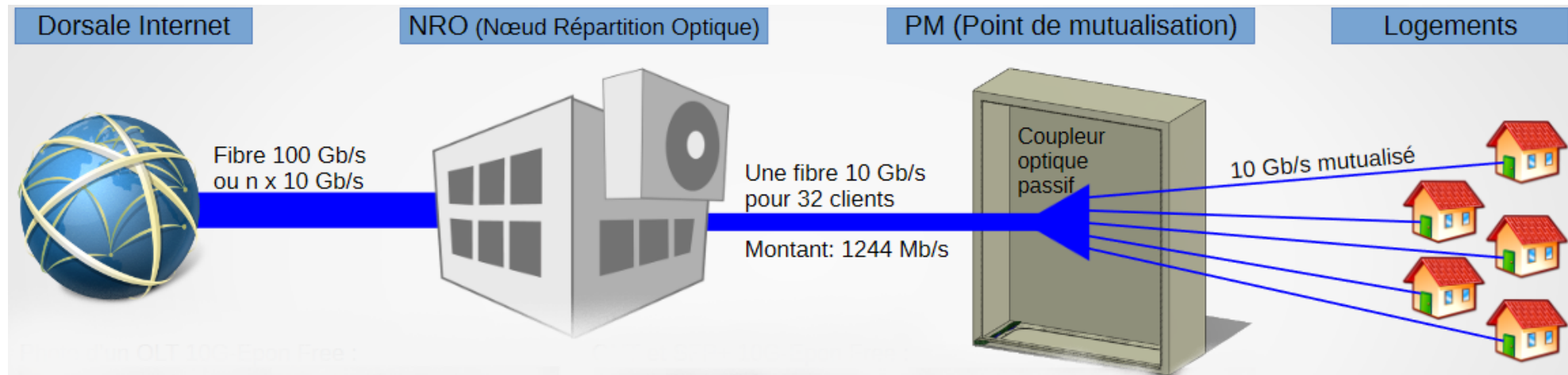
Dénominations commerciales

- FTTH : Fiber To The Home
- FTTB : Fiber To The Building

La fibre optique

Déploiement passif vs actif

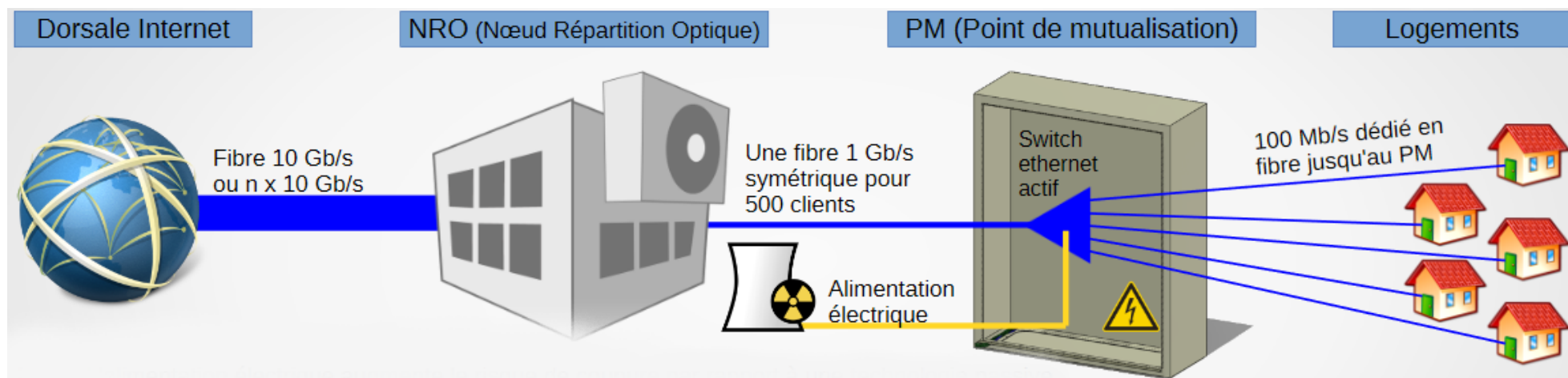
- En offre passive, toutes les fibres sont soudées en un point : toutes sont illuminées simultanément depuis le PM
- Tout le monde reçoit la même information, seul celui qui a la bonne clé peut déchiffrer les données
- En écriture, chacun dispose d'un temps de parole, par jeton



La fibre optique

Déploiement passif vs actif

- En offre active, un commutateur gère l'émission/réception et la livraison à la bonne terminaison
- L'alimentation électrique augmente le risque de coupure
- Plutôt réservée aux entreprises



Le WI-FI (WLAN)



WI-FI est un nom commercial déposé par la WI-FI Alliance

C'est un ensemble de protocoles IEEE802.11 qui couvrent la couche physique (type de codage) et liaison (accès au média).

Le wifi est un média partagé (s'il y a 10 équipements sur une borne le débit max par équipement est ~ 10 % du débit global)

Il doit respecter les normes des pays (fréquences, puissance d'émission)

4 modes d'utilisation

- Infrastructure (« mode entreprise » avec une infrastructure de points d'accès et un contrôleur qui gère l'ensemble)
- Ad hoc (pour connecter 2 équipements WIFI)
- Pont (entre 2 équipements spécialisés pour connecter 2 bâtiments distants, par exemple)
- Répéteur (borne active pour étendre la couverture du réseau)

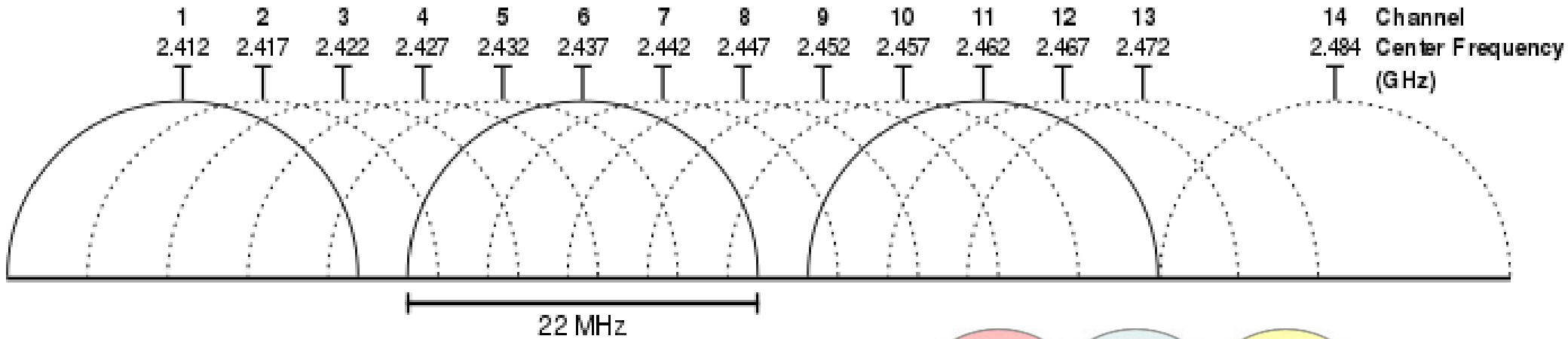
Le WI-FI (WLAN) – principales normes

Principales normes (débits théoriques max.) :

- 802.11a (WiFi 1 - 1999) : 54 Mb/s sur 10m (5 Ghz)
- 802.11b (WiFi 2 - 1999) : 11 Mb/s sur 300m (2,4 Ghz)
- 802.11g (WiFi 3 - 2003) : 54 Mb/s sur 300m (2,4 Ghz)
- 802.11n (WiFi 4 - 2009) : 150 Mb/s sur 100m (2,4 ou 5 Ghz) jusqu'à 450m en MIMO 3*3 (multi canaux)
- 802.11ac (WiFi 5 - 2014) : 1.7Gb/s sur 300m (5 à 6 Ghz)
- 802.11ax (WiFi 6 - 2021) : 10 Gb/s sur 300m (2,4 ou 5 Ghz)

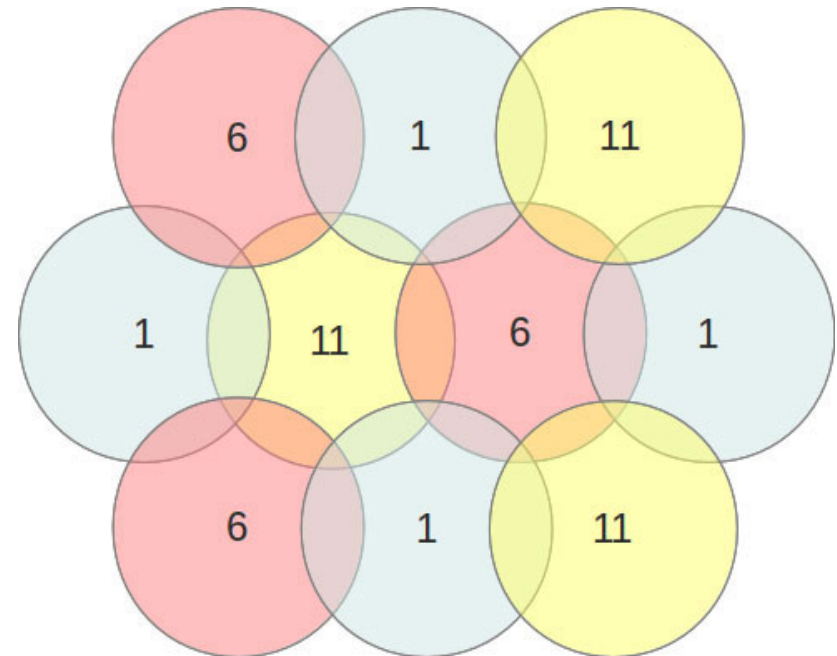
Le WI-FI (WLAN) – notion de canaux

Les canaux et fréquences (ex : 2,4 GHz)



Problématique :

choix des canaux pour une couverture optimale



Le WI-FI (WLAN) - Sécurité

Possibilité de segmenter les réseaux (SSID) + règles d'accès

2 catégories de sécurités natives

- WPA (remplaçant du WEP) doit fonctionner avec tous les équipements WIFI basé sur TKIP
- WPA2 impose un chiffrement fort CCMP (basé sur AES)

2 déploiements natifs

- Personal : basé sur une PSK (clé partagée)
- Entreprise : basé sur un serveur d'authentification (RADIUS)

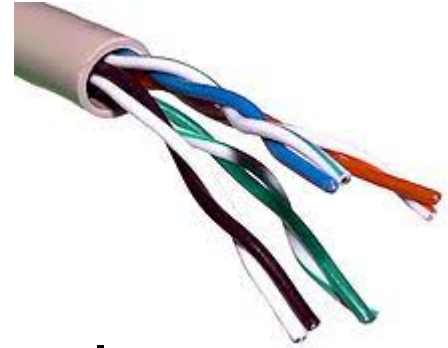
2 algorithmes de chiffrement natifs

- TKIP : (Temporal Key Integrity Protocol) : une clé différente de 128 bits est utilisée pour chaque paquet.
- CCMP : Counter Mode with Cipher Block Chaining Message Authentication Code Protocol) basé sur AES protège les données et les échanges du protocole.

Utilisation de VPN (canal chiffré) pour protéger les données

La paire torsadée cuivre

Une paire torsadée est une ligne symétrique formée de deux fils conducteurs enroulés en hélice l'un autour de l'autre.



Cette configuration a pour but principal de limiter la sensibilité aux interférences et la diaphonie dans les câbles multi-paires.

Un câble est donc constitué de plusieurs paires enroulées avec des pas différents pour les interférences entre les paires (para-diaphonie).

Comme les câbles de cuivre sont sensibles aux interférences certains câbles sont blindés. Il existe plusieurs type de blindage (global, entre paires, ...). Plus un câble est blindé plus son prix est élevé.

La paire torsadée - Les catégories de câblage

Cat 1 : téléphonie (abandonnée au profit de la Cat 5)

Cat 2 : abandonnée (Token-ring 4 Mb/s)

Cat 3 : 4 paires torsadées → remplacée par Cat 5

Cat 4 : abandonnée → remplacé Cat 5

Cat 5 : bande passante à 100Mhz pour informatique (100Mb/s) et Téléphonie

Cat 5E : évolution à 125 Mhz (baud rate) (donne 1 Gb/s)

Cat 6: bande passante à 245 Mhz

Cat 6a : 500 Mhz (10 Gb/s sur 90m)

Câblage actuel des
bâtiments

Cat 7 : 600 Mhz (multimédia + informatique)

Cat 7a : 1 Ghz (10 Gb/s)

La paire torsadée - Les catégories de débit

Ethernet « Torsadé » (utilisation d'un hub)

- 10 Base T : 10 Mb/s transmission sur 2 paires. Le réseau est vu comme un bus.

Fast-Ethernet (commutateur obligatoire):

- 100 Base TX : 100 Mb/s transmission sur 2 paires (1 paire émission-1 paire réception) sur du câble Cat5 (compatible 10 BaseT)

Gigabit Ethernet :

- 1000 Base TX : 1 Gb/s utilise 4 paires en full-duplex. Toutes les paires émettent et reçoivent. Longueur max 100m. Transmission d'un octet par bit d'horloge.

10 Gigabit Ethernet :

- 10 GbaseT : câble cat 7 – 100m (problèmes d'échauffement)
- 10 GbaseCX1 : SFP+ 10m

La paire torsadée – La connectique

Les connecteurs courants :

- RJ45 (10,100,1000,10000 BaseT)



- Twinax (10 Gb/s) 10 GBase Cx1



La paire torsadée – half-duplex vs. full-duplex

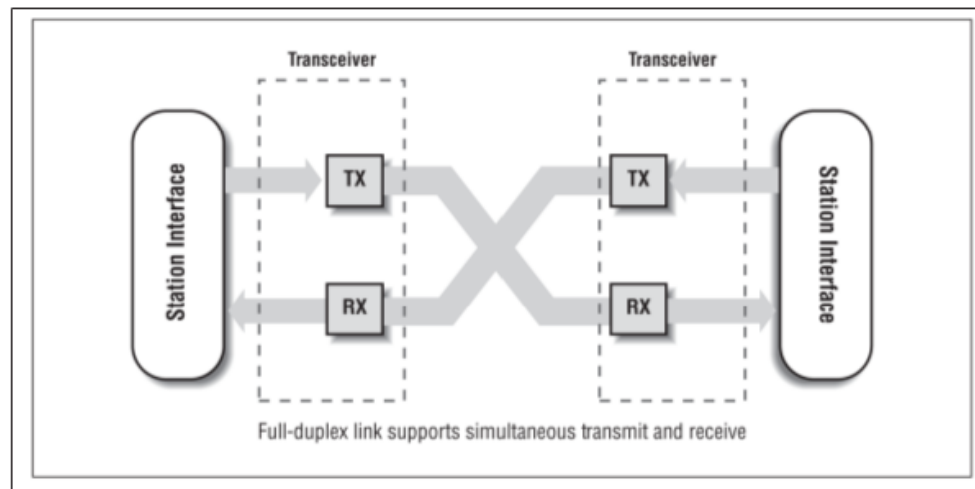
Half-duplex :

- Une station émet l'autre écoute seulement
- Exemple : talkie-walkie, CB

Full-duplex :

- Une station émet et écoute simultanément
- Exemple : le téléphone

En mode full-duplex la longueur de la ligne n'est plus limitée par des temps d'attente



La paire torsadée – codage des envois

Le codage est la façon dont les données sont transmises sur le (les) câble(s). Plus le codage est évolué plus il permet d'envoyer un flux de données de façon optimisée.

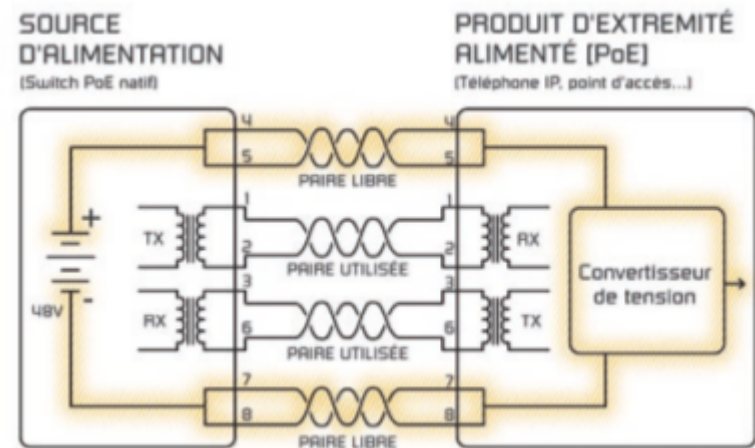
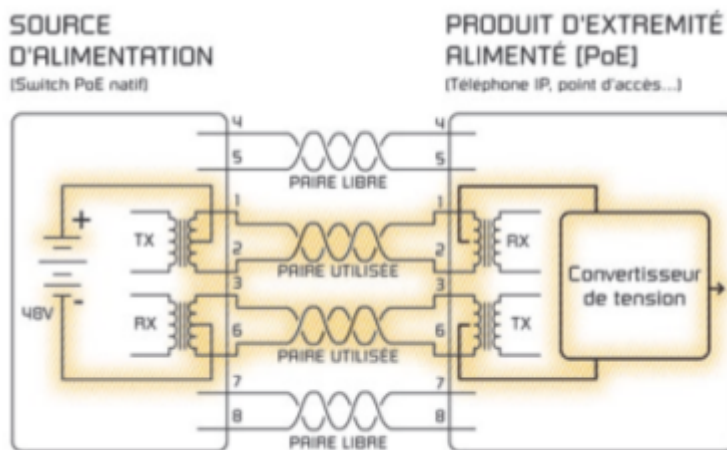
L'objectif est également d'optimiser l'énergie nécessaire à la transmission.

La paire torsadée - Power over Ethernet

Le POE permet d'alimenter l'équipement final depuis le commutateur ou via un injecteur. La norme 802.3af permet de délivrer 13 W sous 48V pour l'équipement final.

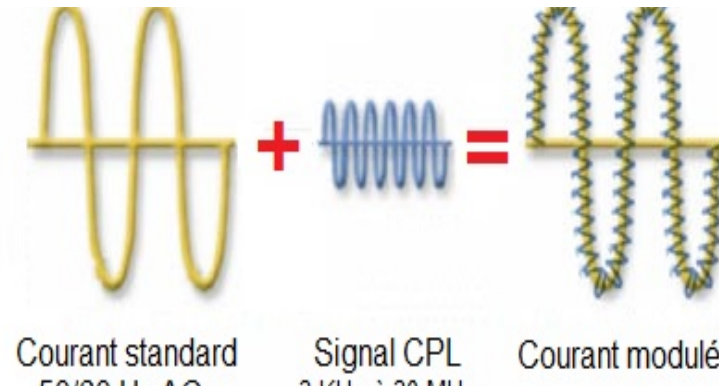
2 modes de fonctionnement :

via les paires de données (1 Gb/s) – via les paires libres (100 Mb/s)



Le CPL

La transmission des données est modulée sur la fréquence (50 Hz) du secteur électrique



- Avantages
 - Peu coûteux à déployer
 - Efficace dans les débits « moyens » 100 Mb/s à 500 Mb/s
- Inconvénients
 - Piratage (les voisins ont souvent le même réseau électrique)
→ chiffrement des communications
 - Problèmes avec les équipements de sécurité électriques (para-foudre, filtre HF, onduleurs, ...)
 - Sensible aux pannes électriques
 - Risques électriques
 - Triphasé (équipements spéciaux)