

Réseaux LAN – Ethernet

Préambule

Ce cours vous présente l'architecture des réseaux locaux, c'est à dire : la partie topologie, le câblage, le codage, les méthodes d'accès au support, les technologies de communication, le modèle OSI, le modèle IEEE et les switches.

Présentation

Le réseau local, en anglais **LAN** (Local Area Network) est une infrastructure de communications reliant des équipements informatiques et permettant de partager des ressources communes sur une aire limitée à un appartement (WIFI), à un étage d'immeuble ou à l'ensemble d'un bâtiment (Wifi, Ethernet) C'est un donc un réseau informatique qui couvre une zone géographique relativement petite, contrairement au réseau **MAN** (Metropolitan Area Network) réseau d'une ville par exemple ou au réseau **WAN** (Wide Area Network) dont l'étendu est une région, un pays ou la planète.

Les ressources peuvent être de type :

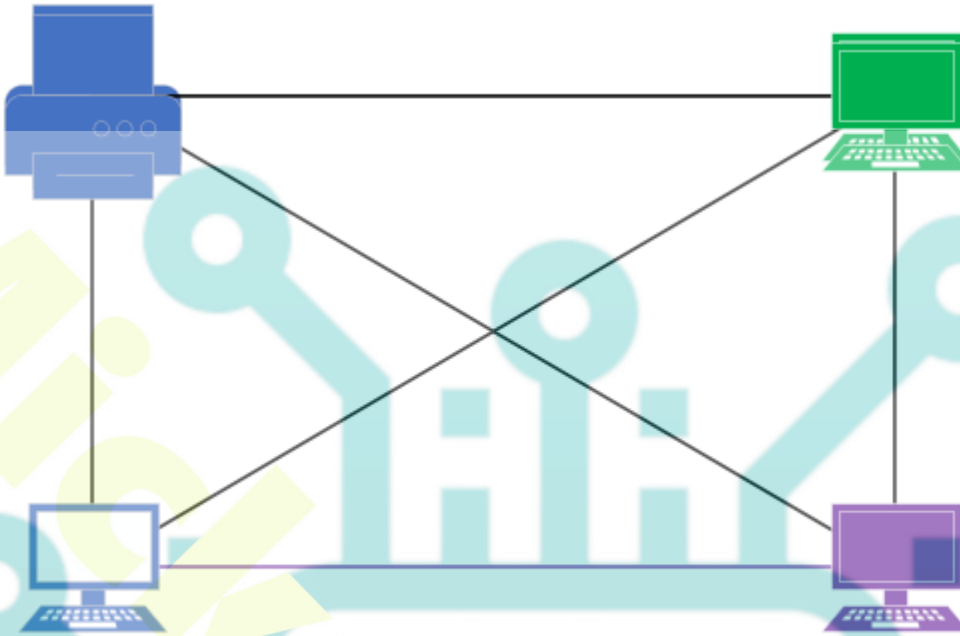
- **Fichiers** (les partager, les transférer)
- **Applications** (messagerie, base de données, comptabilité, travail collaboratif)
- **Périphériques** (imprimantes, CD-ROM, scanners, fax-modems)
- **Voix** (téléphonie, visioconférence)

Comment concevoir un tel réseau ?

Il existe plusieurs solutions pour permettre la communication, chacune ayant ses avantages et ses inconvénients.

Le réseau maillé

La solution simple consiste à poser des câbles depuis n'importe quelle machine vers toutes les autres machines du réseau.



Réseau maillé

Mais cette solution s'est avérée trop coûteuse du fait du nombre de câbles et du peu de flexibilité dans l'ajout et le retrait de machines.

La bonne solution doit donc permettre aux machines de rejoindre et quitter le réseau dynamiquement avec un minimum de perturbations. Cependant, toutes les données doivent partager le même support de façon fiable.

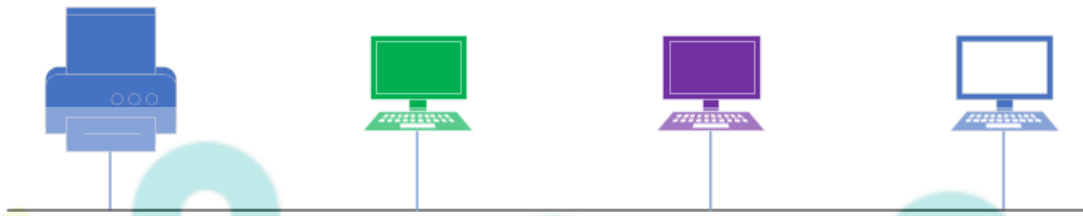
Les topologies physiques et logiques

Le réseau à bus (obsolète)

Un bus est un système de transfert de données entre plusieurs éléments d'un réseau par l'intermédiaire d'une voie de transmission commune.

La topologie physique et logique est fusionnée.

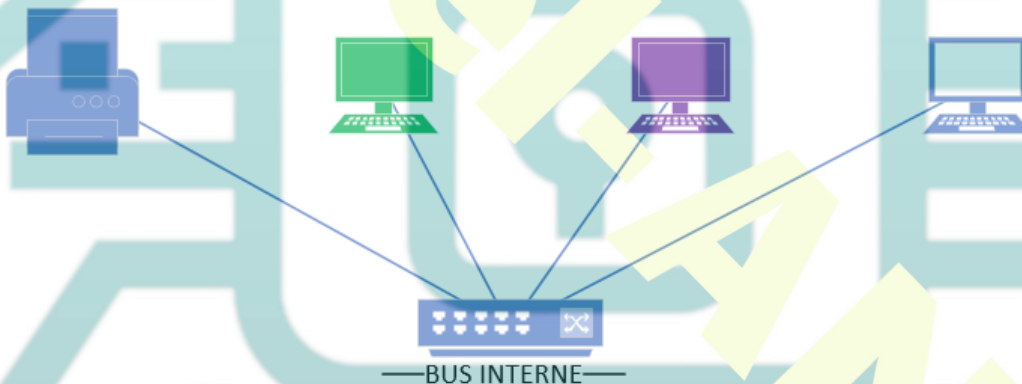
Ethernet, solution développée par Xerox a été standardisée en 1983, ce qui l'a ouvert à d'autres fournisseurs, accélérant son développement. Cette solution s'est avérée peu chère et relativement performante.



Réseau à Bus

Bus en étoile

Dans une topologie en étoile, les ordinateurs du réseau sont reliés à un système matériel central appelé commutateur (en anglais switch). Il s'agit d'un élément auquel il est possible de raccorder les câbles réseau en provenance des ordinateurs. Celui-ci a pour rôle d'assurer la communication entre les différents matériel.

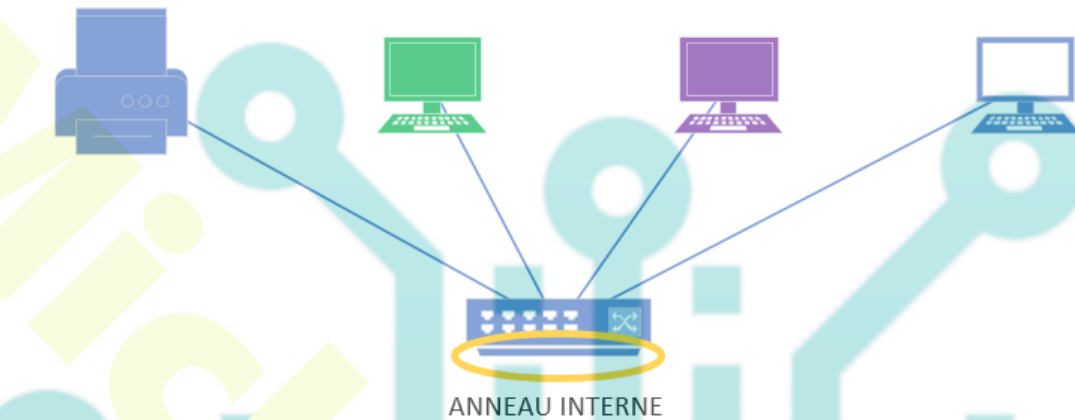


Bus en étoile

NB. La topologie physique est de type étoile et topologie logique est de type bus.

Anneau à jeton (obsolète)

Token ring, solution d'IBM a été normée en 1985. Cette solution a fini par être abandonnée car étant propriétaire, elle évoluait peu et coûtait environ trois fois plus cher qu'ethernet



Anneau à jetons

NB. La topologie physique est de type étoile et topologie logique est de type anneau à jeton.

La bataille technologique commencée dans les années 80 et s'est achevée dans les années 1990 avec Ethernet comme grand vainqueur.

IEEE

L'IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers) est un des organismes les plus actifs dans le domaine des réseaux locaux, il est en charge de leur standardisation.

- Le comité **802.1** s'occupe de l'architecture générale des réseaux.
- Le comité **802.3** définit les réseaux à topologie de bus et en méthode d'accès CSMA/CD (Ethernet)
- Le comité **802.11** Décrit les transmissions infrarouges, micro-ondes, hertziennes, etc.
- Le comité **802.15** s'occupe des réseaux privés sans fils (Bluetooth)
- Le comité **802.16** définit les réseaux sans fils à large bande (WiMax)

Introduction à l'architecture en couches

Les objectifs des réseaux locaux sont les suivants :

- **Transmettre** efficacement de l'information sur un support de communication
- **Contrôler** les machines lorsqu'elles utilisent ce support
- **Organiser** le dialogue entre deux machines au travers de ce support

Pour permettre de réaliser ces objectifs, il est nécessaire de répartir les différentes fonctions dans des entités que l'on appelle des couches.

Au niveau le plus bas de l'architecture, nous trouvons la couche qui rassemble les entités dont le rôle est de transmettre de l'information sur un support physique. Cette couche est nommée couche **PHYSIQUE**

Au-dessus se trouve les entités dont le rôle est de contrôler l'accès au support de communication. Cette couche est nommée couche de **CONTRÔLE D'ACCÈS AU SUPPORT**

Au dernier niveau, on trouve la couche qui intègre les entités chargées d'organiser le dialogue entre deux machines. Cette couche est nommée couche de **CONTRÔLE DE LIAISON**.

La couche physique

Le rôle de la couche physique est de transmettre de l'information sur un support physique.

Le travail de cette couche est de :

- **Gérer** le type de support (cuivre, voies hertziennes, fibre optique ...)
- **Transporter** les 0 et 1 à transmettre sur le support (modulation)
- **Connaître** la distance maximale possible.

Les supports filaires

Le câble coaxial

Il a longtemps été le câblage Ethernet de référence avant d'être détrôné par la paire torsadée.

Un câble coaxial est constitué d'une partie centrale (appelée âme), c'est-à-dire un fil de cuivre, enveloppé dans un isolant, puis d'un blindage métallique tressé et d'une gaine extérieure.

Il est aujourd'hui utilisé dans la connectique d'accès à internet (Numéricâble, Bouygues) et supporte 200Mb/s.

On obtient une **topologie de type bus** avec ce câblage

Câblage à paire torsadée

Le câble à paire torsadée (Twisted-pair) est constitué de deux brins de cuivre entrelacés en torsade et recouverts d'isolants. Il existe deux types de paires torsadées : les paires blindées (Shielded Twisted-Pair) et les paires non blindées (Unshielded Twisted-Pair)

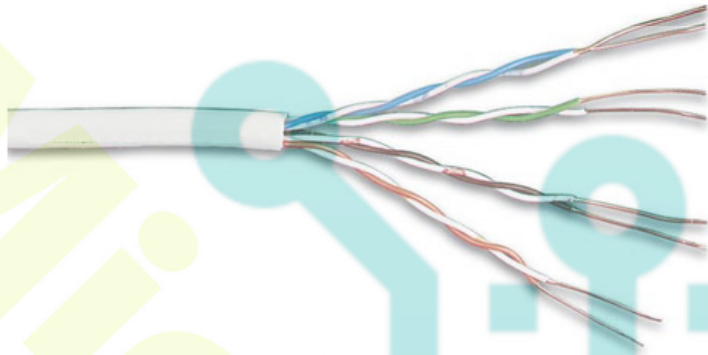
Les connecteurs pour paire torsadée

La paire torsadée se branche à l'aide d'un connecteur RJ-45. Même s'il ressemble au connecteur du téléphone (RJ11), le RJ-45 se compose de huit broches alors que le RJ-11 n'en possède que six.

On obtient une **topologie de type bus en étoile** avec ce câblage (le bus est situé dans l'élément central hub ou switch)

LA PAIRE TORSADÉE NON BLINDÉE

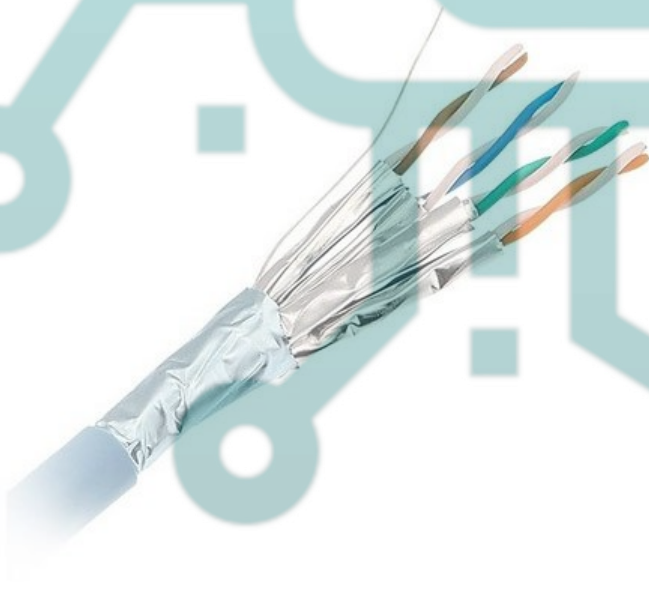
Le câble UTP obéit à la spécification 10BaseT. C'était le type de paire torsadée le plus utilisé et le plus répandu pour les réseaux locaux sur des distances de 100m.



Câble UTP

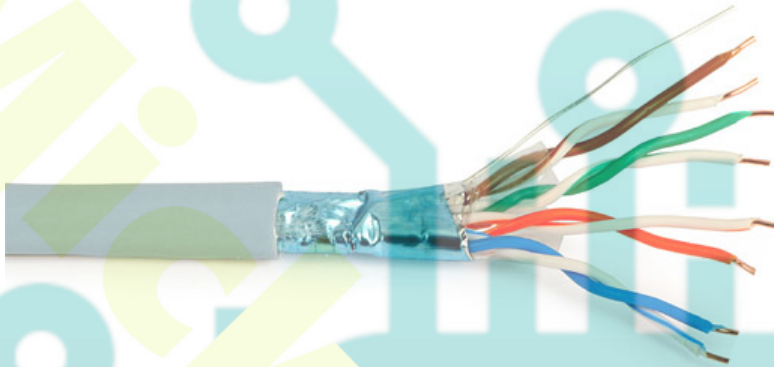
LA PAIRE TORSADÉE BLINDÉE

Le câble STP (Shielded Twisted Pair) utilise une gaine de cuivre plus protectrice que celle du câble UTP. Les fils de cuivre d'une paire sont eux-mêmes torsadés, ce qui fournit au câble STP un excellent blindage et permet une transmission plus rapide sur une plus longue distance.



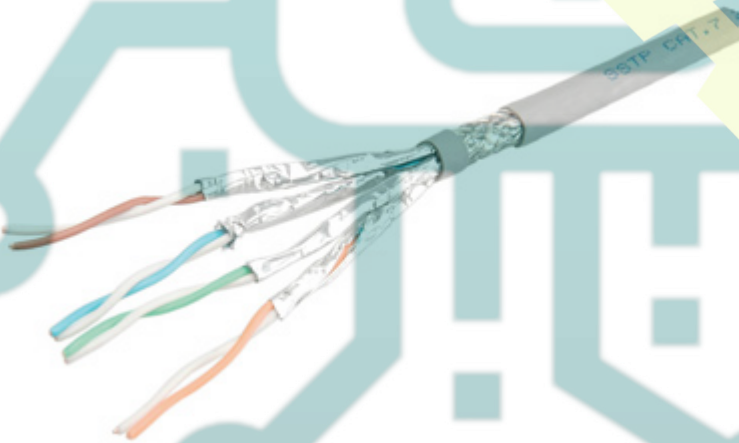
Câble STP

Le câble FTP (Foiled Twisted Pair) utilise une gaine avec un blindage général assuré par une feuille d'aluminium.



Câble FTP

Le câble SFTP (Shield Foiled twisted Pair) utilise un double blindage chaque paire est entourée d'un feuillard d'aluminium et d'un blindage.



Câble SFTP

Tableau récapitulatif des types de câbles

Nom courant	Nom officiel	Blindage du câble	Blindage de chaque paire
UTP	U/UTP	aucun (U)	aucun (U)
STP	U/FTP	aucun (U)	Feuillard (F)
FTP,STP	F/UTP	feuillard (F)	aucun (U)
STP	S/UTP	trousse (S)	aucun (U)
SFTP, S-FTP, STP	SF/UTP	trousse (S) + feuillard (F)	Aucun (U)
FFTP,STP	F/FTP	Feuillard (F)	Feuillard (F)
SSTP, SFTP, STP	S/FTP	Tresse (S)	Feuillard (F)
SSTP, SFTP, STP	SF/FTP	Tresse (S) + Feuillard (F)	Feuillard (F)

Les différentes catégories de paires torsadées

Catégorie **3** : 10 Mbit/s maximum. Ce type de câble est composé de 4 paires torsadées pour une bande passante de 10 Mhz

Catégorie **5** : 100 Mbit/s maximum. Ce type de câble est composé de 4 paires torsadées en cuivre pour une bande passante de 100 Mhz

Catégorie **5e** : 1000 Mbit/s. Ce type de câble est composé de 4 paires torsadées en cuivre pour une bande passante 100 MHz

Catégorie **6** et **6a** : autorise une bande passante de 250 à 500 MHz. Cette norme permet le fonctionnement du 10G BASE T sur 90 mètres

Catégorie **7a** : bande passante de 1 GHz, permet un débit allant jusqu'à 10Gbits/s

Catégorie **8** : bande passante de 2 GHz, permet un débit allant jusqu'à 40Gbits/s

Règles de raccordement des prises

La distance entre le switch et un poste de travail doit être comprise entre 0,6 mètre et 100 mètres (cordons de brassage compris).

Il faut que le câble circule très librement dans les conduits pour éviter les tractions trop importantes lors du tirage du circuit.

Utiliser du câble rigide pour la partie fixe de l'installation, et du câble souple pour les cordons de brassage et les liaisons prises RJ45/station de travail.

Jarretière

Cordon qui permet de relier deux points, principalement en téléphonie.

Rocade

Câble multi-paires utilisé pour relier les répartiteurs et les sous-répartiteurs dans les systèmes de pré-câblage.

Réseau fédérateur sur lequel est connecté l'ensemble des réseaux ou sous-réseaux.

Outre le fait que les nouvelles gammes de matériel actif s'adaptent automatiquement aux câbles en reconnaissant les positions du signal, on utilisera soit du câble **croisé** ou du câble **droit** selon le type de matériel que l'on connecte.

Câbles droits :

PC à Hub / PC à Switch / Switch à Routeur

Câbles croisés :

Switch à Switch / Hub à Hub / Routeur à Routeur

PC à PC / Hub à Switch / PC à Routeur



<https://www.youtube.com/watch?v=ig9s6SjyWIk>

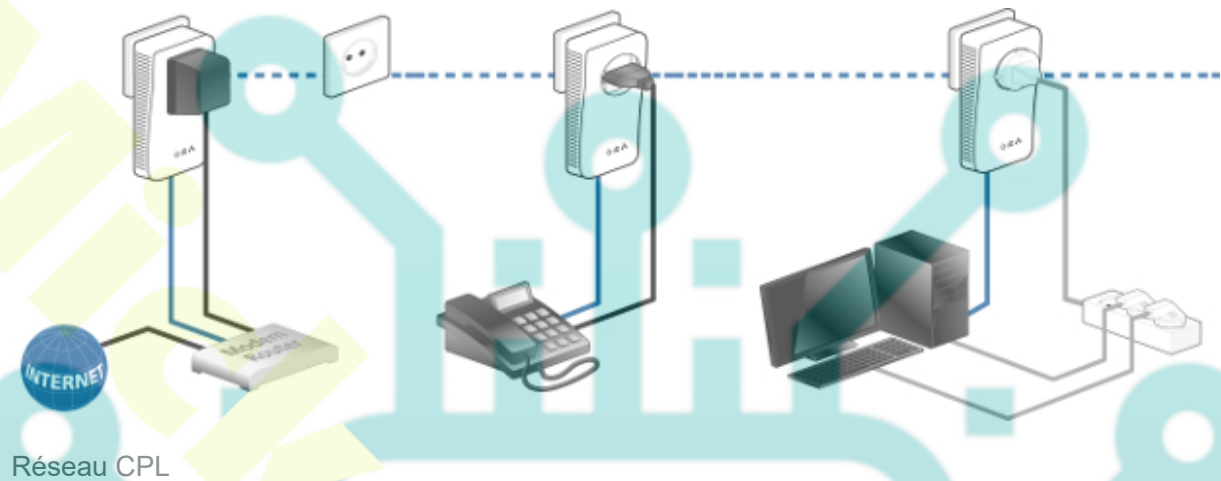
Comment sertir un câble

Le CPL

Les normes actuelles du CPL (courant porteur en ligne) fixent des paliers de débits théoriques : 14, 85, 200 et désormais 500 Mb/s.

La transmission des données est atténuée par différents critères comme la vétusté du réseau électrique, la longueur des câbles, l'utilisation de multiprises ou encore la qualité des adaptateurs CPL utilisés.

Les fournisseurs d'accès FREE et ORANGE relient leurs deux boîtiers (Internet et télévision) par des adaptateurs CPL inclus dans l'alimentation des boîtiers. Ces adaptateurs sont disponibles en différentes versions proposant des débits variés.



Les supports optiques

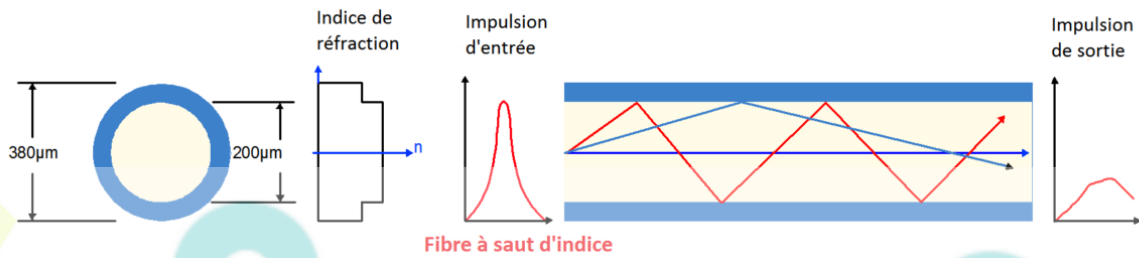
La Fibre optique

La fibre optique est le support privilégié pour le haut débit, malgré un prix très élevé, elle possède de nombreux avantages (une bande passante de 1 GHz, une très bonne qualité de transmission, une indépendance totale face à la température, aux perturbations et une grande sécurité contre l'écoute)

Les émetteurs utilisés sont de trois types : les diodes électroluminescentes, les lasers et les diodes à infrarouge.

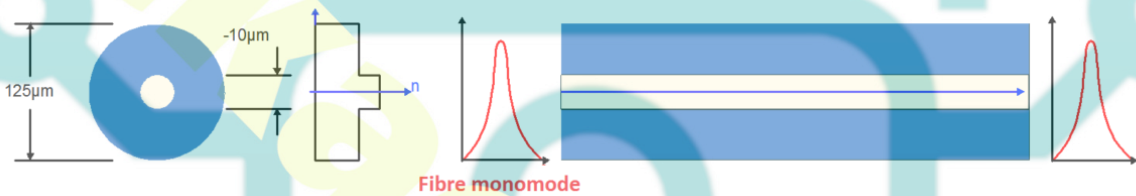
Il existe deux types de fibre optique, la fibre **monomode** (SMF, Single Mode Fiber) et la fibre **multimode** (MMF, Multi Mode Fiber)

La fibre monomode possède un cœur de très petit diamètre qui permet le transport de données sur de longues distances (30 à 60 km)



Fibre multimode saut

La fibre multimode voit les rayons lumineux suivre des trajets différents suivant l'angle de réfraction. Les rayons peuvent donc arriver au bout de la ligne à des instants différents, d'où une certaine dispersion du signal (de 3 à 10 km)



Fibre monomode

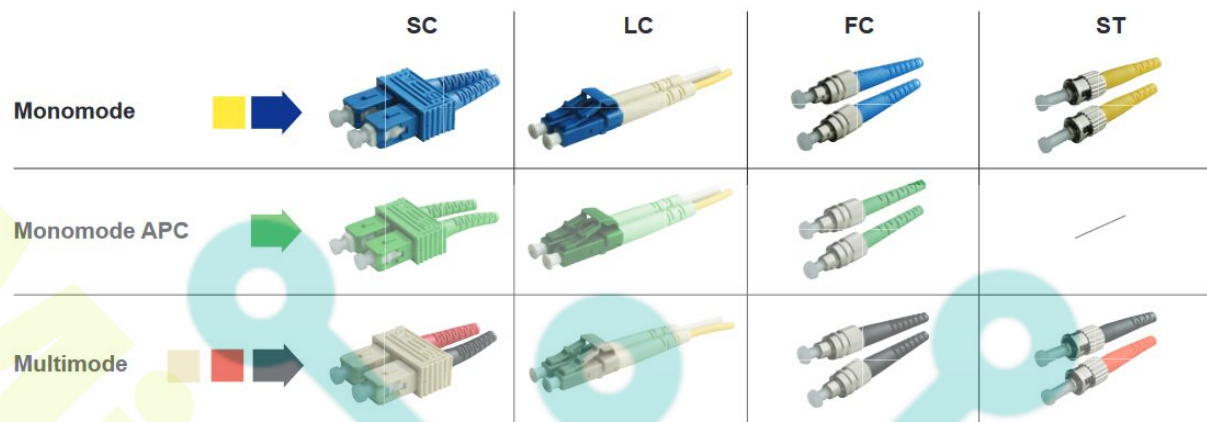
Les câbles



Câbles fibre

Les connecteurs

Il existe plus d'une centaine de types de connecteurs, mais seule une minorité d'entre eux sont fréquemment utilisés. Les connecteurs peuvent être monomode ou multimode suivant le support de transmission. Les plus utilisés sont les connecteurs : SC – LC – FC – ST.



Connecteurs fibre

La couleur de la gaine peut être un indice car il est normalisé :

- Jaune : fibre monomode
- Orange : fibre multimode
- Turquoise : fibre multimode
- Magenta : fibre multimode

Record : Les ingénieurs d'Alcatel Lucent ont réussi à faire transiter, par l'intermédiaire d'une liaison optique, 15,5 Tb de données par seconde sur une distance de 7000 Km soit l'équivalent de 400 DVD, pour une vitesse de transmission estimée à 100 Petabit/s (100 millions de Gigaoctets par seconde) par kilomètre.

Le FTTH

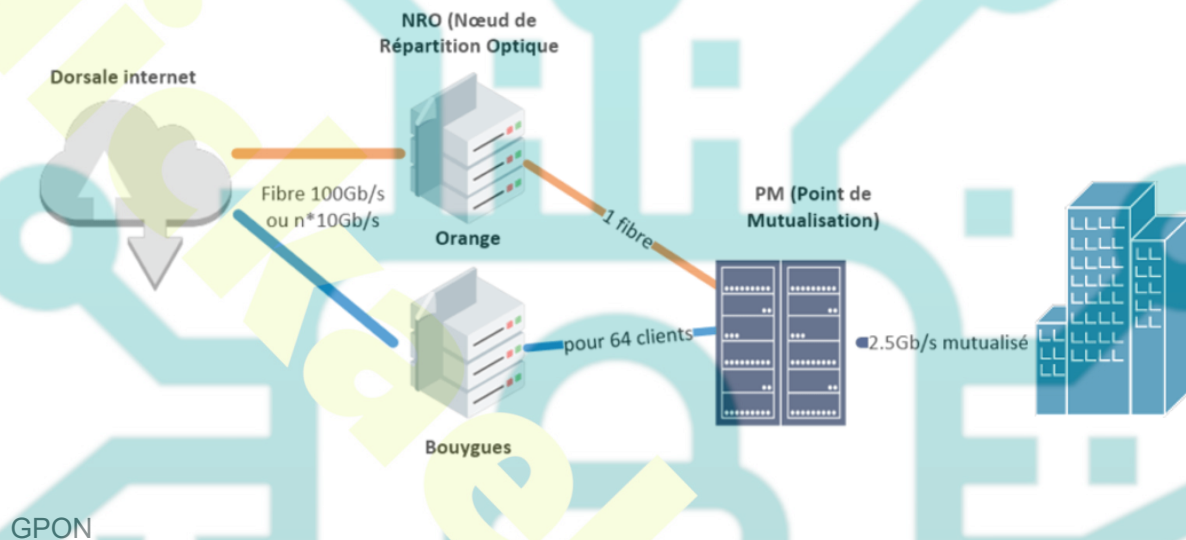
Le FTTH (Fiber to the Home – Fibre jusqu'à l'abonné) correspond au déploiement de la fibre optique depuis le nœud de raccordement optique (lieu d'implantation des équipements de transmission de l'opérateur) jusque dans les logements ou locaux à usage professionnel.

Il se distingue d'autres types de déploiement qui combinent l'utilisation de la fibre optique avec des réseaux en câble ou en cuivre.

La société Numericable-SFR ne commercialise pas systématiquement du FTTH, mais commercialise majoritairement du très haut débit par câble (hybride fibre coaxial) appelé aussi **FTTLA**.

GPON

Dans un réseau point-à-multipoint **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. Chaque client ne peut donc pas être dégroupé indépendamment. En France, le GPON est la technologie utilisée par Orange, SFR, Bouygues Telecom et la majorité des réseaux d'initiative publique.



GPON

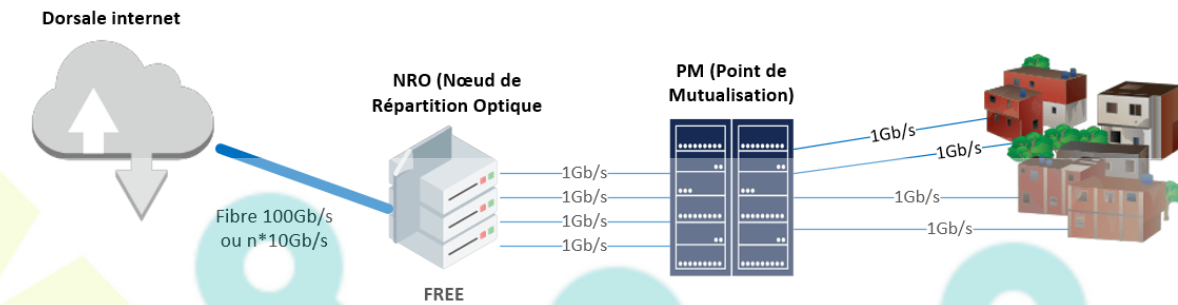
Evolution du GPON

Le **XGS-PON** est le successeur du GPON en proposant un débit de 10 Gb/s pour 64 clients. Il devrait être déployé à partir de 2021 chez Orange.

Le **NG-PON2** est le successeur du XGS-PON qui proposera un débit de 40 Gb/s pour 64 clients.

P2P

Dans un réseau point-à-point **P2P**, chaque abonné est relié au Nœud de Répartition Optique (NRO) par une ligne qui lui est propre. Cette topologie se prête très bien à une mutualisation du réseau au niveau du NRO. Le P2P est la technologie utilisée par Free.



P2P



<https://www.youtube.com/watch?v=X1QJphPLh1M>

Parcours de la fibre

Transmettre sur un support

En mode asynchrone, les signes sont transmis n'importe quand, il n'y a pas d'horloge entre la source et la destination. Des bits Start et Stop encadrent le caractère transmis pour permettre à l'organe de destination de repérer le début et la fin de transmission.

En mode synchrone, un fil particulier transportant le signal d'horloge relie les deux éléments. Les bits des différents caractères sont transmis directement les uns à la suite des autres à chaque période d'horloge.

Convertir un bit en signal

Comment transmettre les 0 et les 1 sur le support ?

La manière la plus simple serait que la machine émettrice émette une tension de +5 volts pour représenter un 1 et une tension nulle pour transmettre un 0.

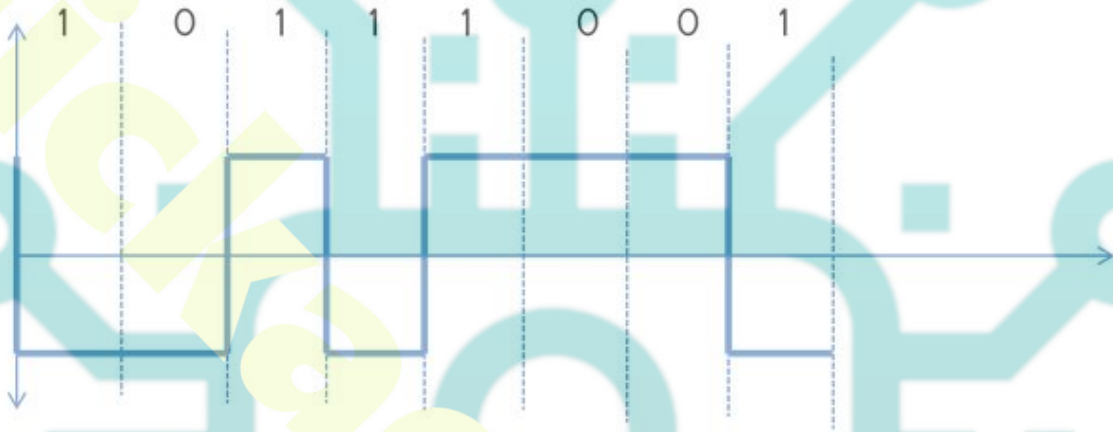
Malheureusement, les horloges de l'émetteur et du récepteur ne peuvent pas être réellement équivalentes. On prend le risque que le récepteur essaye de lire un bit au mauvais moment ou qu'il lise deux bits au lieu d'un.

Il faut donc résoudre le problème de synchronisation en fixant l'horloge de l'émetteur avec celle du destinataire.

Codage NRZI (Fibre optique)

Le principe est le suivant : on émet une lumière où on n'émet pas de lumière. Le **1** va être codé par un changement d'état systématique, "lumière allumée vers lumière éteinte" ou "lumière éteinte vers lumière allumée".

Un **0** va être représenté par l'absence de changement d'état – "je reste éteint, ou je reste allumé".



Codage NRZI des bits en signal

Le problème c'est que s'il n'y a pas changement d'état (trop de 0) pendant un certain temps on se désynchronise. Pour pallier le problème, on utilise une astuce qui consiste à prendre un bloc de x bits et d'envoyer un ou 2 bits supplémentaires, en assurant que parmi ces x bits l'un au moins soit non-nul.

La couche d'accès

La couche d'accès elle va structurer ces suites de bits en trames. Elle va devoir également gérer le fait que plusieurs machines se partagent le support. Elle doit donc organiser l'envoi des informations pour éviter que les signaux électriques ne créent ce que l'on appelle une collision.

Cette couche transmet les données en utilisant le multiplexage, c'est à dire : faire passer plusieurs informations à travers un seul support de transmission.

La couche contrôle de liaison

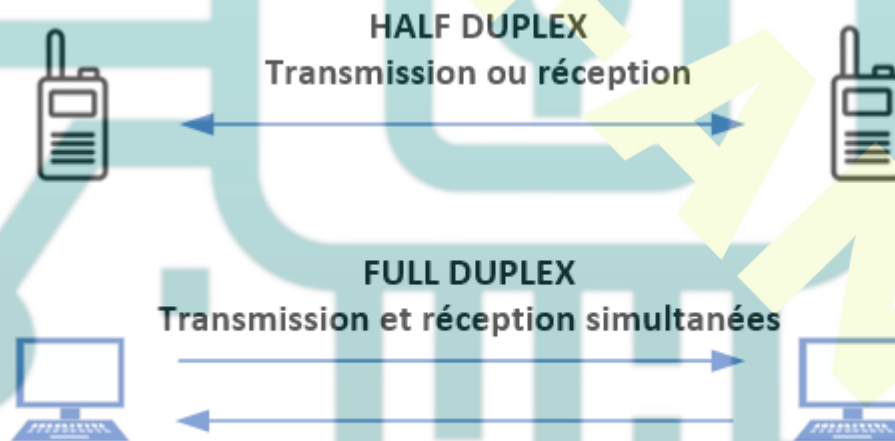
Son rôle est d'organiser le dialogue entre deux machines communicantes.

C'est à dire qu'elle doit :

- **Implanter** un certain nombre de mécanismes de contrôle d'erreur (la trame a-t-elle été reçue ?)
- **Garantir** le contrôle de flux (est-ce qu'une machine A n'émet pas trop vite ces trames vers une la machine B ?)
- **Gérer** un mécanisme d'adressage (lorsque A émet vers B, est-ce bien B qui reçoit et pas X ?)
- **Proposer** un mécanisme de multiplexage permettant à la machine A de séparer les trames envoyées à B lors d'une communication 1 par rapport à d'autres trames transmises également vers B, mais faisant partie d'une autre communication.

Les méthodes de transmission et de communication

Types de transmissions



Half duplex

Dans la communication half-duplex, deux systèmes interconnectés sont capables d'émettre et de recevoir chacun leur tour.

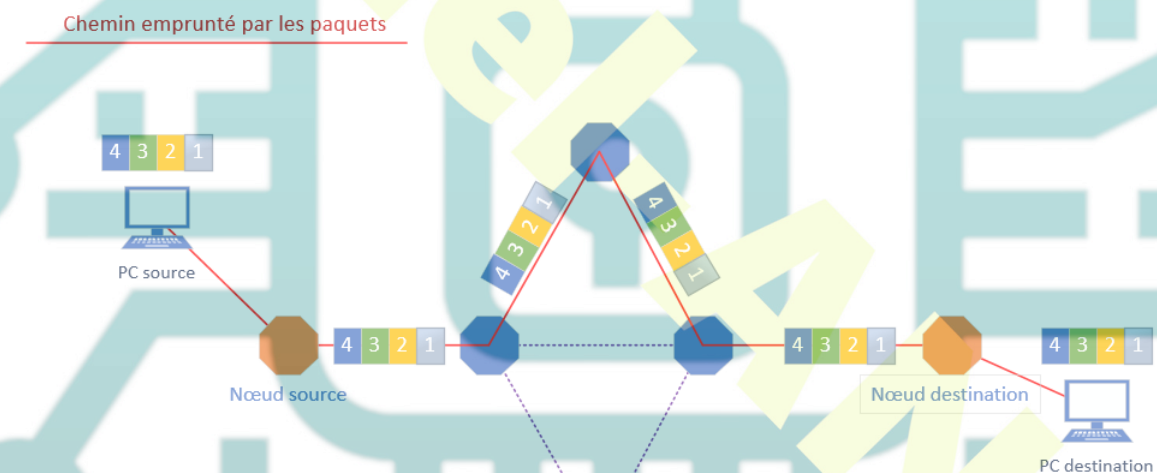
Full duplex

Dans la communication full-duplex, deux systèmes interconnectés sont capables d'émettre et de recevoir simultanément.

Mode de communication

Commutation de circuits

La commutation de circuit correspond à la création d'une connexion physique entre l'expéditeur et le destinataire, conservée tant que les deux parties doivent communiquer. Une fois en place, expéditeur et destinataire sont sûrs de disposer de toute la bande passante qui leur est attribuée pour la durée de leur connexion et à vitesse constante. La forme la plus commune de la commutation de circuit se produit dans le plus familier des réseaux, le système téléphonique.



Circuits

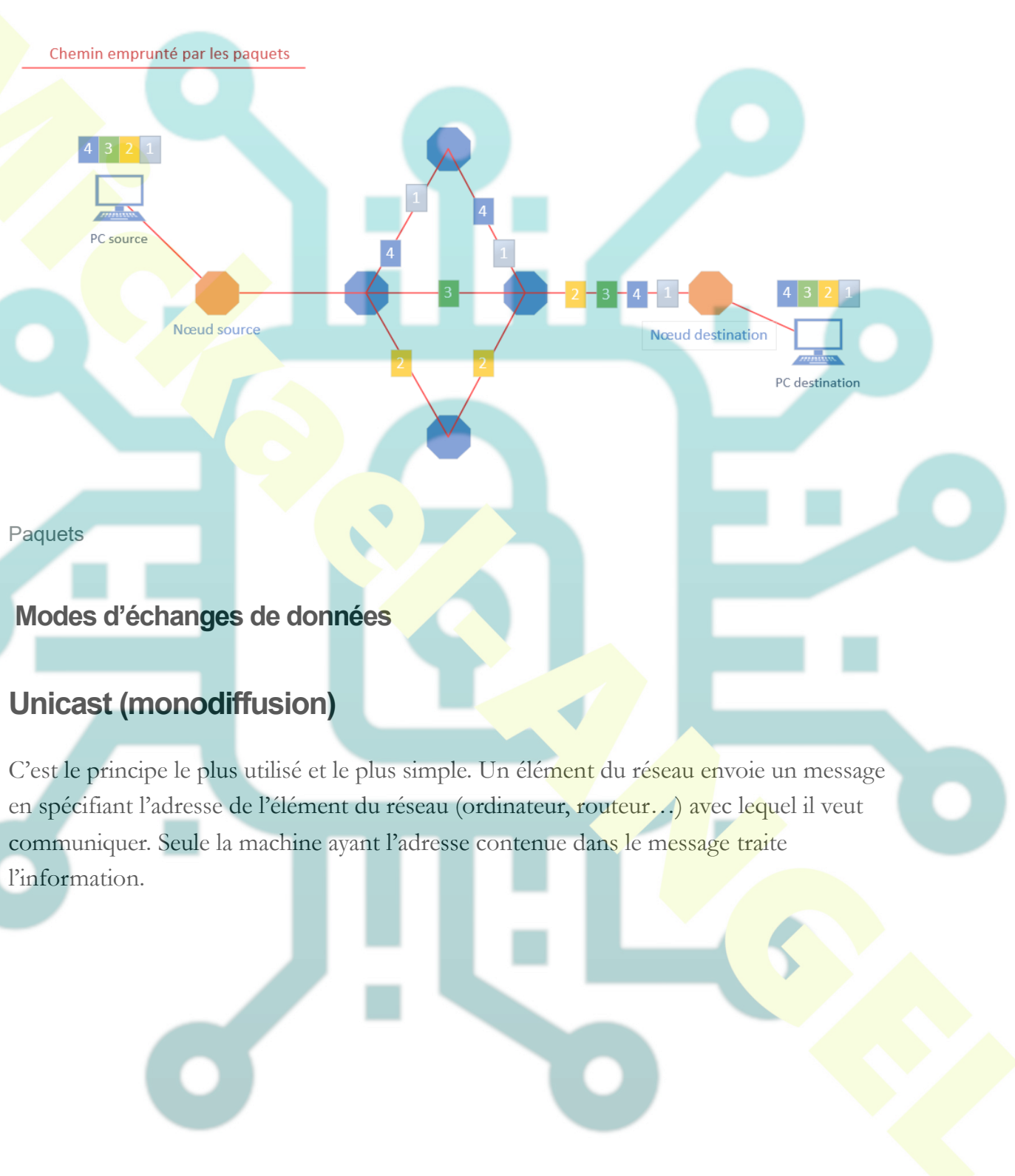
Commutation de paquets

Dans la commutation de paquets, toutes les transmissions sont divisées en unités, les paquets. Ces paquets sont ensuite routés par différents intermédiaires, donc différents chemins, jusqu'à ce qu'ils atteignent leur destination.

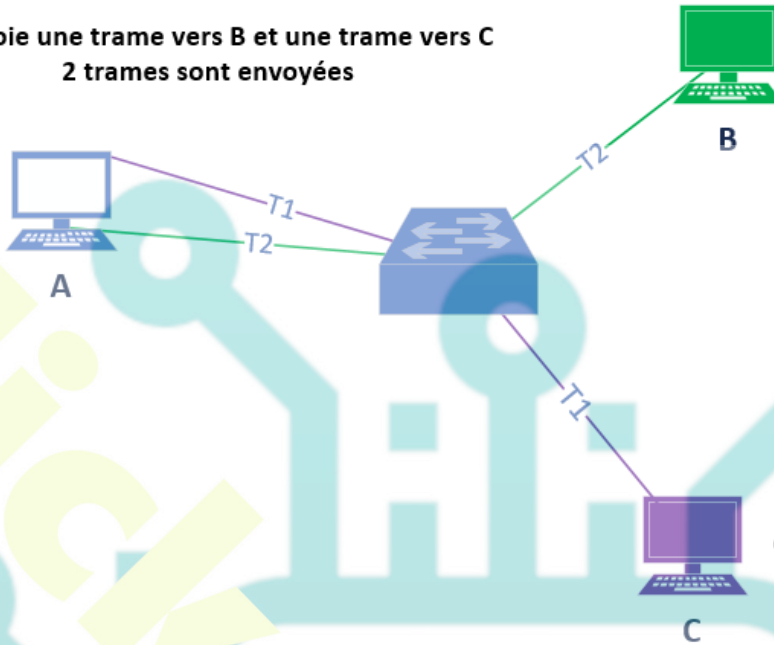
Lorsqu'ils circulent de liaison en liaison, les paquets sont souvent transportés sur ce que l'on désigne par les termes circuit virtuel (allocations temporaires de bande passante sur

lesquelles les stations émettrice et destinataire communiquent)

A la différence de la commutation de circuit, la commutation de paquets n'immobilise pas une ligne indéfiniment.



A envoie une trame vers B et une trame vers C
2 trames sont envoyées



B ne reçoit que sa trame

C ne reçoit que sa trame

Unicast/monodiffusion

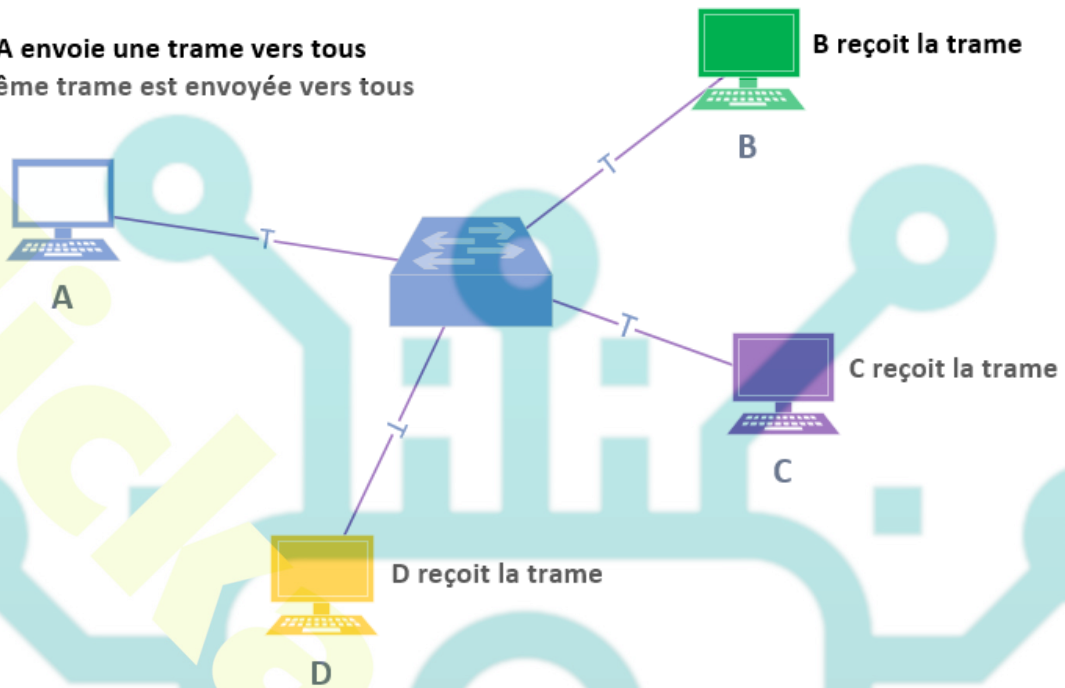
Broadcast (diffusion)

Le principe du broadcast est d'envoyer un message à tous les éléments d'un réseau.

Chacun des éléments du réseau traite cette information comme si elle lui était personnellement adressée.

Les messages de broadcast ne pas peuvent pas passer les routeurs.

A envoie une trame vers tous
1 même trame est envoyée vers tous

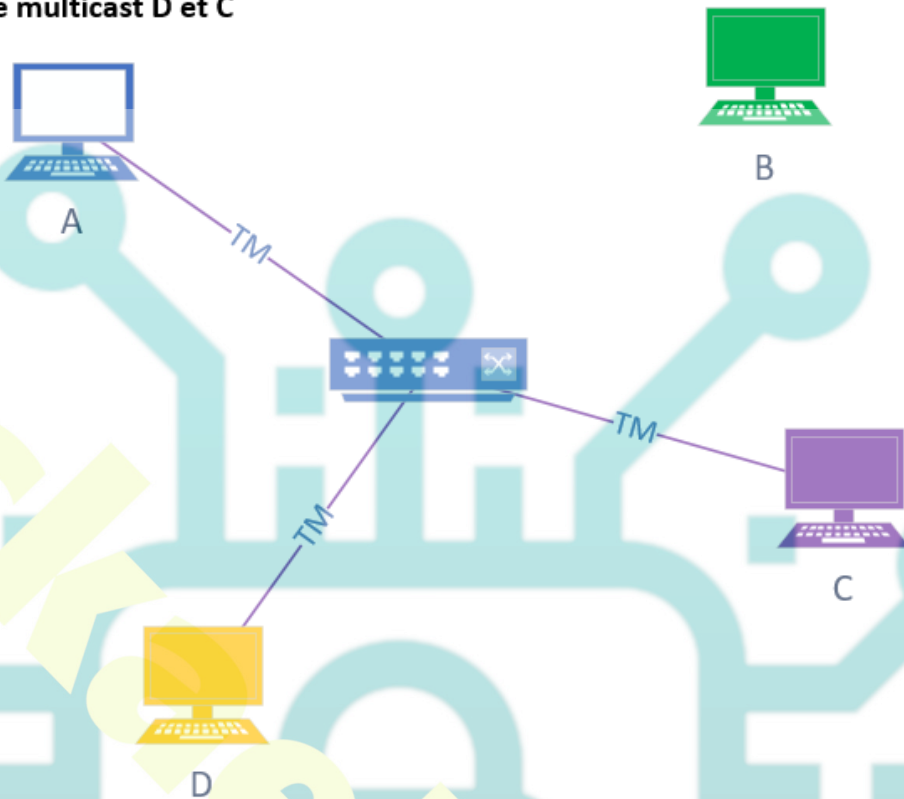


Broadcast/diffusion

Multicast (multidiffusion)

C'est un principe qui consiste à envoyer un message à plusieurs éléments spécifiques du réseau. Ce qui évite d'envoyer le même message unicast plusieurs fois. Il suffit pour cela que l'on demande aux éléments réseau concernés d'écouter une adresse particulière avant envoi.

A envoie une trame aux membres du groupe multicast D et C



Multicast/multidiffusion

Ethernet

Le protocole Ethernet est né à la fin des années 70 des expériences de DEC, Intel et Xerox. Ethernet DIX.

Dans les années 90, Ethernet évolue et possède des atouts pour s'imposer face à ses concurrents. En effet, il propose une faible complexité (méthode d'accès simple et décentralisé), la possibilité de connecter ou déconnecter un équipement à chaud et un faible coût matériel.

De plus, Ethernet évolue constamment :

Augmentation des débits de 10Mb/s vers 100 mb/s jusqu'à 100 Gb/s aujourd'hui.

Passage du coaxial à la paire torsadée et à la fibre optique.

Passage de la diffusion en Half Duplex à la commutation Full Duplex permettant de se débarrasser du CSMA/CD.

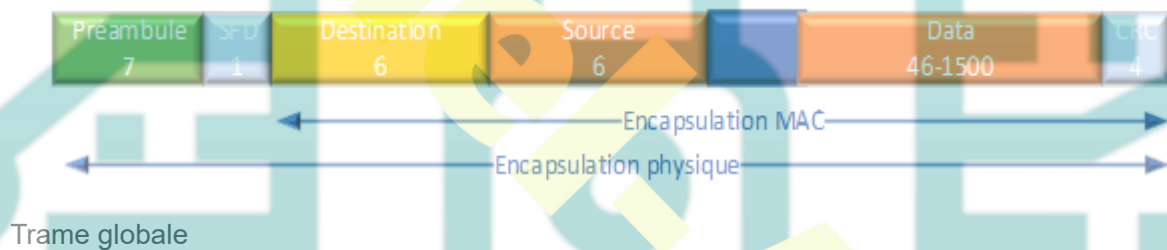
Équipement intégrant de nouvelles technologies (spanning tree, vlan, agrégat de liens...)

Le format de la trame

INFORMATIONS DE LA COUCHE PHYSIQUE

7 octets de préambule sont utilisés par le récepteur pour se synchroniser. Dans la version 10 Mb/s, ils sont représentés par des bits 1 et 0 et pour la version à 100 Mbps par les symboles J, K

Une fois le préambule transmis, l'émetteur va transmettre la séquence Starting Frame Delimiter (1 octet) que le récepteur va être capable de decoder. A ce moment, il est prêt à decoder le reste des informations de la trame.



Les informations suivantes sont les 6 octets d'adresse de destination suivis de 6 octets d'adresse source. A la fin de la trame il y a 4 octets de CRC pour vérifier qu'il n'y a pas eu d'erreurs dans la transmission.

Cette trame MAC contient également un champ dit longueur/type et un champ de Padding.

- Le champ Padding (bourrage) permet d'ajouter des octets pour parvenir à la valeur minimale de la trame (64 octets) dans le cas où le message est trop petit.
- Le champ longueur/type a un double rôle en fonction de l'architecture Ethernet qui va être utilisée. Le récepteur doit comprendre les données, et pour cela il va devoir utiliser ce champ.

Architecture Ethernet DIX (constructeur)

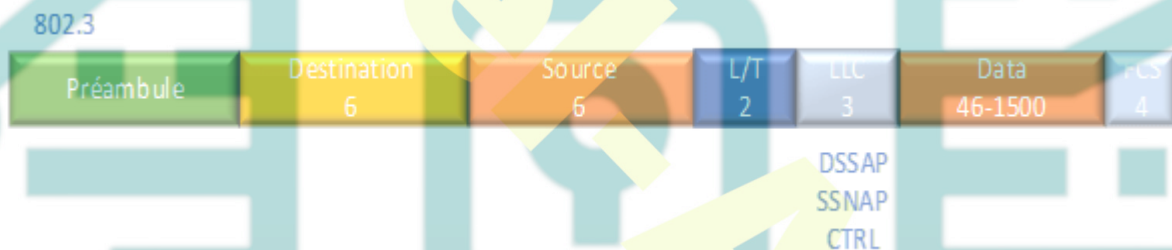
Elle transmet les données sans utiliser de couches LLC et va utiliser le champ type. On reconnaît le champ type parce que sa valeur est supérieure à 1536. Comme les longueurs de trame Ethernet sont inférieures à 1518, le protocole sait que ce qui suit n'est donc pas une encapsulation de type LLC.



Trame DIX – Ethernet II

Architecture Ethernet 802.3 (IEEE)

Elle envoie les informations dans une sous couche LLC et utilise le champ longueur. Nous avons le champ L/T et derrière nous aurons les 3 octets de l'encapsulation LLC.



Trame 802.3

DSAP (Destination Service Access Point), désigne le protocole supérieur destinataire des données.

SSAP (Source Service Access Point), désigne le protocole qui a émis la trame LLC.

On indique les valeurs AA pour le DSAP, AA pour le SSAP et 03 pour CTRL.

Gigabit Ethernet

Le Gigabit Ethernet fonctionne en full-duplex dans le mode switch-to-switch (de commutateur à commutateur) et dans le mode switch-to-end-station (de commutateur à station) La taille des trames est augmentée de 512 octets à 8192 octets.

**1 GIGABIT ETHERNET
(802.3Z 802.3AB)**

1000BaseLX	Laser grandes ondes Fibre monomodes et multimodes	3km
1000BaseSX	Laser ondes courtes Fibre multimodes	500 m
1000BaseCX	Codage Manchester / Paires Torsadées blindés 150W	25 m
1000BaseT (802.3ab)	Paires Torsadées FTP cat 5,5P ^{eP} (100Mhz), 6(200Mhz) et 7(600Mhz)	100 m

Evolution du gigabit

10 GIGABIT ETHERNET (802.3AE/AK)		
10GBaseX (LX4-CX4)	Codage 8B/10B – Fibre	40k m
10GBaseR (SR-ER)	Codage 64B/66B Fibre (LAN)	40k m
10GBaseW (SW-LW-EW)	Codage 64B/66B Fibre (WAN)	40k m
40 GIGABIT ETHERNET (802.3 BA, BG, BM, BQ)		
40GBase-SR4	multimode (mmf)	150 m
40GBase-LR4	monomode (smf)	10k m
40GBASE-ER4	monomode (smf)	40k m
100 Gigabit Ethernet (802.3 BA, BG, BM, BQ)		
100GBase-SR4	monomode (smf)	100 m
100GBase-LR4	monomode (smf)	10k m
100GBase-ER4	monomode (smf)	40k m

Le futur

L'Ethernet Alliance s'est donnée pour mission de faire en sorte que les développements de l'Ethernet retiennent l'attention de l'industrie. Le débit d'Ethernet est inévitablement un sujet très actuel. Depuis son arrivée, le débit de l'Ethernet est passée de 10Mb/s à 400Gb/s et atteindra les 800Gb/s, et peut-être le 1 To vers 2030. Pour l'instant, l'accent est mis sur le développement et l'utilisation du 400G Ethernet.

Les éléments de connexion

Carte réseau

La carte réseau (NIC) constitue l'interface entre l'ordinateur et le câble du réseau. La fonction d'une carte réseau est de préparer, d'envoyer et de contrôler les données sur le réseau.

Pour préparer les données à envoyer, la carte réseau utilise un transceiver qui convertit les données parallèles (bus carte mère) en données séries (câble réseau) Chaque carte dispose d'une adresse unique, appelée adresse MAC, affectée par le constructeur de la carte. La carte doit être adaptée à l'architecture du bus de données de l'ordinateur et avoir le type de connecteur approprié au câblage.

Envoi de données

Avant de communiquer les deux cartes réseaux se mettent d'accord sur certaines informations (taille des données délai d'attente, buffers, vitesse)

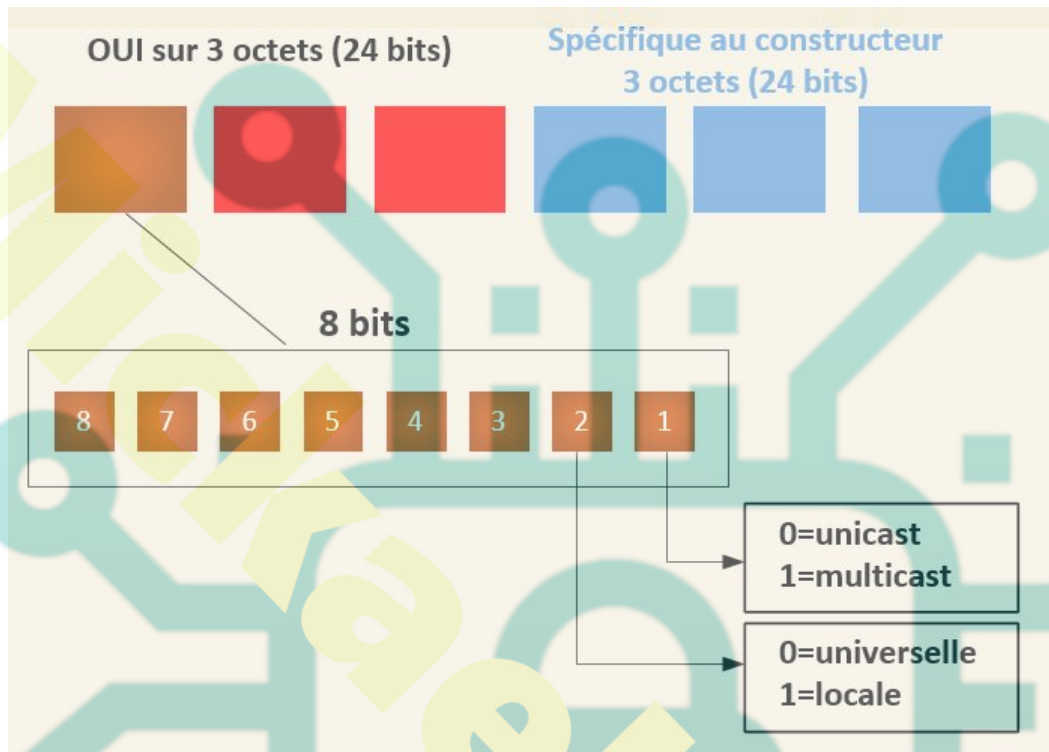
Format des adresses

L'adresse MAC contient 6 octets.

AA-66-DD-EF-77-23

- Le premier octet transmis est l'octet zéro.
- Le premier bit transmis est nommé **I/G** (Valeur à zéro il indique une adresse Individuelle, valeur à 1 indique une adresse de groupe)
- Le 2eme bit transmis est nommé **U/L(ou L/G)**. Valeur à zéro il indique une adresse Universelle (unique dans le monde), valeur à 1 une adresse Locale.
- Les 3 premiers octets 0 à 2, nommés **OUI** pour Organizationally Unique Identifier identifient de manière unique une organisation. La valeur est assignée par une autorité d'enregistrement.

- Les octets 3 4 5 sont assignés par l'organisation pour numéroté ses cartes.
Ex : 00000C – Cisco – 00608C – 3Com



Format du premier octet

Concentrateur / Hub (couche 1 – OSI)

Dans une architecture bus en étoile, un concentrateur ou Hub est un équipement permettant de grouper le trafic réseau provenant de plusieurs hôtes. Son travail est de régénérer le signal, de récupérer les données et de les diffuser sur l'ensemble des ports.

- Un concentrateur possède un seul **domaine de collision**, c'est à dire une zone logique où les paquets de données peuvent entrer en collision entre eux.
- Un concentrateur possède un seul **domaine de diffusion**, c'est à dire une zone logique où n'importe quel élément connecté peut directement transmettre à tous les autres éléments du même domaine.

Commutateur / Switch (Couche 2 – OSI)

Dans une architecture de type bus en étoile, le switch est un pont multi-ports utilisant des processeurs spécialisés (ASIC application specific integrated circuit)

Le commutateur analyse les trames arrivant sur ses ports d'entrée et filtre les données afin de les aiguiller uniquement vers les ports adéquats. Si bien que le commutateur permet

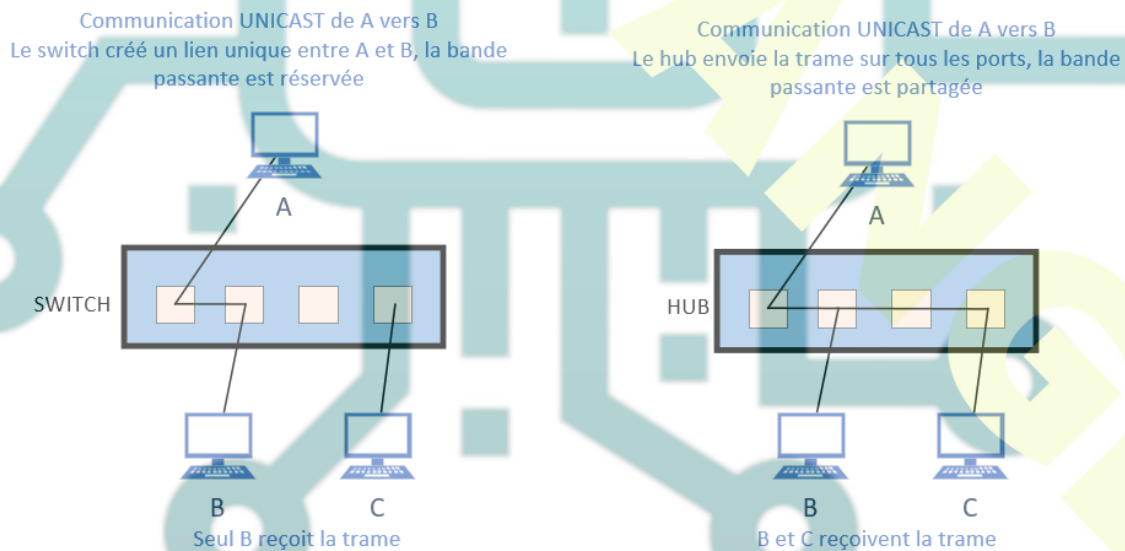
d'allier les propriétés du pont en matière de filtrage et celles du concentrateur en matière de connectivité.

Un commutateur est similaire à un concentrateur dans le sens où il fournit un seul **domaine de diffusion**, mais est unique par le fait que **chaque port a son propre domaine de collision**.

Le commutateur utilise la micro-segmentation pour diviser les domaines de collision, un par segment connecté. Ainsi, seules les interfaces réseau directement connectées par un lien point à point sollicitent le médium. Si le commutateur supporte le full-duplex, le domaine de collision est entièrement éliminé.

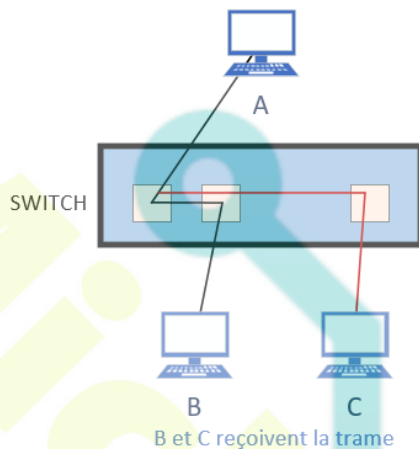
Fonctionnement

Lorsqu'une trame entre dans le commutateur, celui-ci conserve l'adresse MAC de l'émetteur et le port sur lequel il l'a reçue dans une table d'adresse. Le commutateur envoie alors la trame directement au port correspondant à l'adresse MAC destinataire (en se basant sur sa table) Si l'adresse du destinataire est inconnue, c'est une adresse de broadcast ou une multicast, le commutateur envoie simplement la trame sur tous ses ports à l'exception du port de l'émetteur. Si le port de destination est le même que celui de l'émetteur, la trame est filtrée.

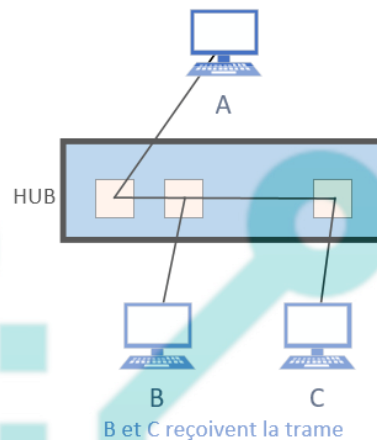


HUB vs SWITCH en UNICAST

Communication BROADCAST/MULTICAST de A vers tous
Le switch créé un lien unique entre A et B puis un lien unique entre A et C



Communication BROADCAST/MULTICAST de A vers tous
Le hub envoie la trame sur tous les ports



HUB vs SWITCH en BROADCAST/MULTICAST

Il existe des switches **standalone** qui sont parfaits pour créer un premier réseau local. Il existe également des switches **empilables** (stackable) qui permettent de créer un commutateur logique avec plusieurs commutateurs physiques via un bus spécial (câble externe) dédié à cet effet.

Fonctionnalités d'un switch

Un switch possède un IOS lui permettant de proposer de nombreuses technologies liées à la virtualisation, l'optimisation, la tolérance aux pannes et la sécurité telles que :

- Agrégation de liens (LACP)
- Spanning TREE
- VLAN
- Filtrage (ACL)
- Priorisation des trames (QOS)

Méthodes de transmission

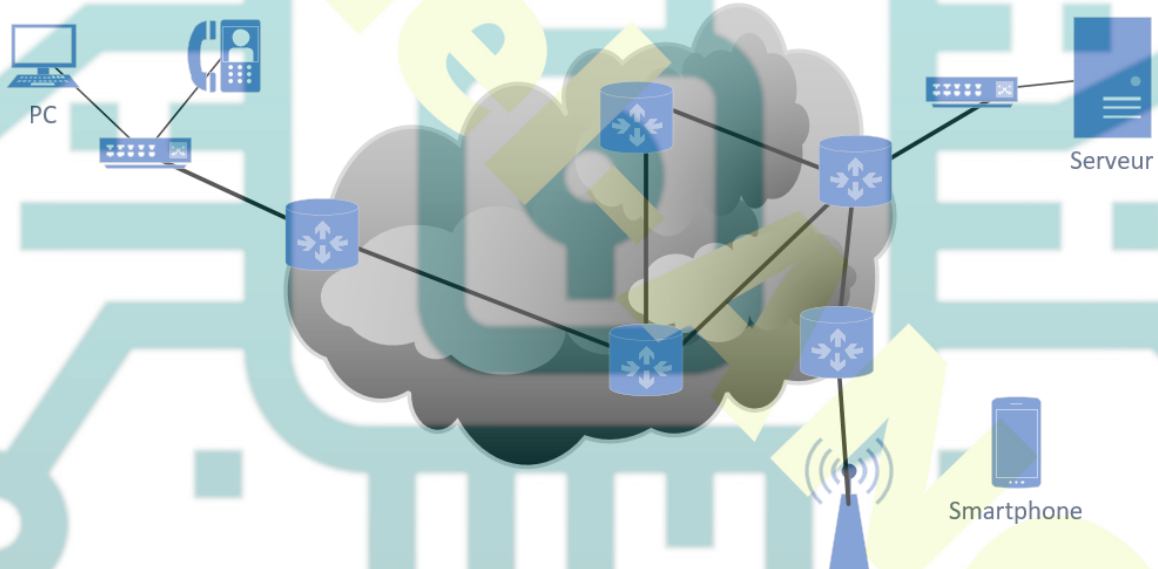
- **Cut Through** : le commutateur lit juste l'adresse du matériel et la transmet telle quelle. Aucune détection d'erreur n'est réalisée avec cette méthode.
- **Store and forward** : le commutateur met la trame en tampon et réalise une opération de checksum avant de l'envoyer.

- **Fragment free** : seuls les 64 premiers octets de la trame sont lus (détection d'erreur simplifiée) C'est un compromis entre les précédentes méthodes.
- **Adaptive switching** : est un mode automatique. En fonction des erreurs constatées, le switch utilise un des trois modes.

Les commutateurs peuvent parfois proposer des technologies de routage entre vlan, on parle alors de commutateur de niveau 3.

Routeur (Couche 3 – OSI)

Un routeur est un élément réseau qui permet d'interconnecter des réseaux de types physiques différents ou égaux en se basant sur des tables de routage, notamment lorsqu'il s'agit de réseau IP. Il oriente les données à travers de réseaux.



Réseau d'interconnexion de routeurs

Fonctionnalités d'un routeur

Un switch possède un IOS lui permettant de proposer de nombreuses technologies de routage et de sécurité.

- Filtrage (ACL, firewall)
- Translations d'adresses (NAT/PAT)

- Routage dynamique (RIP, OSPF, BGP)
- Accès internet
- Serveur DHCP (attribution automatique des IP)
- Gestion du trafic au niveau du réseau (contrôle de flux)

