



CONCEPTS GÉNÉRAUX DE RÉSEAU :
INTRODUCTION AUX RÉSEAUX
INFORMATIQUES

I-DÉFINITION:

- Ensemble des moyens matériels et logiciels mis en œuvre pour assurer les communications entre ordinateurs, stations de travail et terminaux informatiques.
- L'échange d'information n'est pas une fin en soi. Les réseaux servent avant tout à réaliser des Services :
 - accessibles à partir de tout organe connecté au réseau
 - mis en œuvre par un ensemble d'ordinateurs sur le réseau.
- Un réseau permet de partager des ressources entre des ordinateurs: données ou périphériques (imprimante, connexion Internet, sauvegarde sur bandes, scanner, ...).



UTILITÉ DES RÉSEAUX

- A l'origine le besoin qui a abouti à la création des réseaux est le partage des ressources les plus coûteuses, comme le stockage des fichiers sur un disque dur, ou leurs impressions.
- En raison de la baisse des prix des périphériques d'autres raisons émergent:
 - Les logiciels sont moins coûteux en version multipostes, qu'en version monoposte. Leur évolutivité est plus facile à assurer, il suffit de les mettre à jour une seule fois sur le serveur.
 - L'interconnexion des ordinateurs permet une meilleure communication des documents, des messages, et des ressources humaines au sein d'une entreprise.
 - La gestion des données est regroupées sur le serveur ce qui facilite leur mise à jour et leur sauvegarde.



- La sécurité : les serveurs offrent une sécurité d'accès aux données, grâce à des accès sélectifs et à des mots de passe, ce qui réduit le risque de contagion par des virus. Généralement les serveurs possèdent aussi un système de prévention des pannes secteurs: un onduleur.
- Les ressources partagées : le réseau permet l'accès à l'ensemble des utilisateurs des ressources informatiques comme:
 - les imprimantes,
 - les disques hautes capacités,
 - les modems,
 - d'autres systèmes d'exploitations (Unix, Macintosh)



II- TYPOLOGIE DES RÉSEAUX

1- LAN (Local Area Network) - Réseau local

- Il s'agit d'un ensemble d'ordinateurs appartenant à une même organisation et reliés entre eux dans une petite aire géographique par un réseau, souvent à l'aide d'une même technologie (la plus répandue étant Ethernet).
- L'infrastructure est privée et est gérée localement. À l'intérieur, ou « sur » le réseau local il y a des ordinateurs fixes ou portables connectés par des câbles ou sans fil (Réseaux locaux sans fil : WLAN)
- La taille d'un réseau local peut atteindre jusqu'à 100 voire 1000 utilisateurs. En élargissant le contexte de la définition aux services qu'apportent le réseau local



2- MAN (METROPOLITAN AREA NETWORK) - RÉSEAU MÉTROPOLITAIN

- Les MAN (*Metropolitan Area Network, réseaux métropolitains*) interconnectent plusieurs LAN géographiquement proches (au maximum quelques dizaines de kilomètres) à des débits importants. Ainsi, un MAN permet à deux nœuds distants de communiquer comme si ils faisaient partie d'un même réseau local.
 - Un MAN est formé de commutateurs ou de routeurs interconnectés par des liens hauts débits (en général en fibre optique).
 - Par exemple, une ville peut décider de créer un « MAN » pour relier ses différents services disséminés et mutualiser ses ressources, sur un rayon de quelques kilomètres et en profiter pour louer cette infrastructure à d'autres utilisateurs.
 - Technologies utilisées :Fibre optique, ondes radios (Wi-Fi).
- 

3-RÉSEAU ÉTENDU (WAN)

- Un **WAN** (*Wide Area Network* ou *réseau étendu*) interconnecte plusieurs LANs à travers de grandes distances géographiques de l'ordre de la taille d'un pays ou d'un continent.
- Les débits disponibles sur un WAN résultent d'un arbitrage avec le coût des liaisons (qui augmente avec la distance) et peuvent être faibles.
- Les WAN fonctionnent grâce à des routeurs qui permettent de "choisir" le trajet le plus approprié pour atteindre un noeud du réseau.
- Technologies utilisées :
 - Câble, fibre optique, satellite, technologie sans fil 3G et ondes hertziennes.



4- Réseau de stockage SAN (Storage Area Network)

- C'est un réseau à haute performance dédié qui sert à transférer des données entre des serveurs et des ressources de stockage. Un réseau SAN fournit des performances système améliorées, il est évolutif et il intègre la tolérance aux sinistres..

5- Réseau privé virtuel VPN (Virtual Private Network) :

- C'un réseau privé, qui offre une connectivité sécurisée et fiable, construit au sein d'une infrastructure de réseau publique. Les VPN d'accès, d'intranet et d'extranet sont les trois principaux types de VPN.
- Les VPN d'accès fournissent aux utilisateurs mobiles et de petits bureaux/bureaux à domicile, l'accès distant à un intranet ou à un extranet. Les intranets sont uniquement disponibles pour les utilisateurs qui ont des privilèges d'accès au réseau interne de l'organisation. Les extranets sont conçus pour délivrer aux utilisateurs et entreprises externes des applications et des services qui sont basés sur intranet.

III- LA BANDE PASSANTE NUMÉRIQUE ET LE DÉBIT(BIT/S).

- La bande passante d'un réseau représente sa capacité, c'est-à-dire la quantité de données pouvant circuler en une période donnée.
- La bande passante du réseau est généralement exprimée en milliers de bits par seconde (*kbits/s*), millions de bits par seconde (*Mbits/s*), milliards de bits par seconde (*Gbits/s*).
- A cette notion de bande s'ajoute celle de débit. Le débit est la bande passante réelle, mesurée à un instant précis de la journée.
- Ce débit est souvent inférieur à la bande passante en raison :
 - des unités d'interconnexion de réseaux et de leur charge
 - du type de données transmises
 - de la topologie du réseau
 - du nombre d'utilisateur
 - de l'ordinateur de l'utilisateur et du serveur
 - des coupures d'électricité et autres pannes
- Le temps de téléchargement d'un fichier peut se mesurer de la manière suivante :

$$\text{Temps de téléchargement (s)} = \text{Taille du fichier (b)} / \text{débit}$$



IV-TOPOLOGIE RÉSEAU:

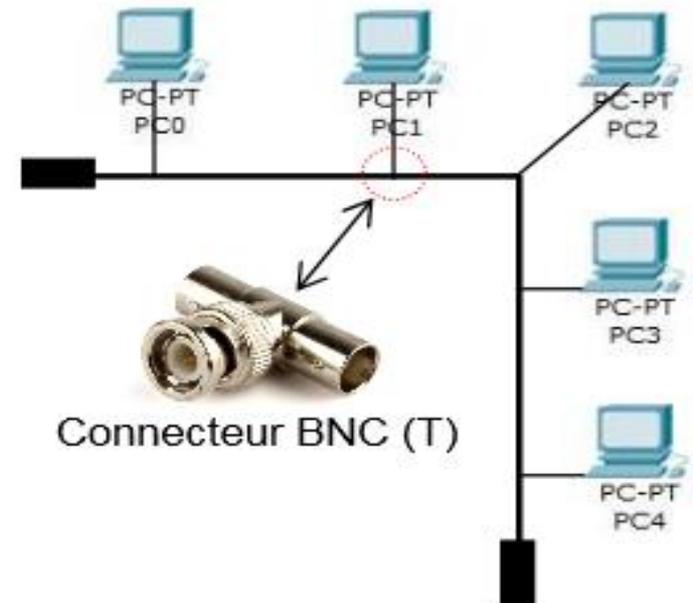
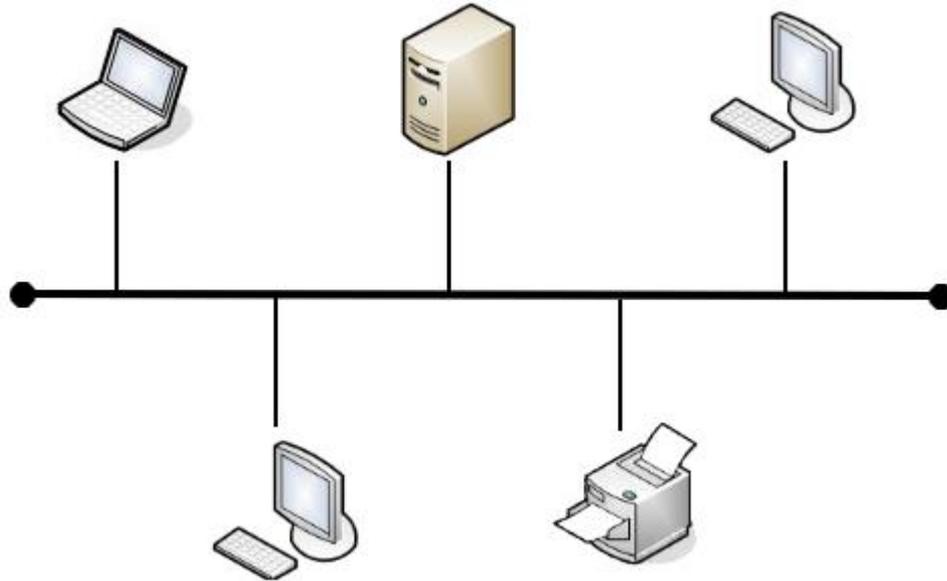
- il faut savoir qu'il existe deux types de topologies :
 - physique
 - logique.
- **Topologie physique**
 - Une topologie physique est en fait la structure physique de votre réseau.
 - C'est donc la forme, l'apparence du réseau.
 - Il existe plusieurs topologies physiques : le bus, l'étoile (la plus utilisée), le mesh (topologie maillée), l'anneau, hybride, etc.
- **Topologie logique**
 - Une topologie logique est la structure logique d'une topologie physique, c'est à dire que la topologie logique définit *comment* se passe la communication dans la topologie physique.



1- LA TOPOLOGIE PHYSIQUE DES RÉSEAUX

A- Réseau en BUS

- Dans cette topologie, tous les ordinateurs sont connectés entre eux par le biais d'un seul câble réseau débuté et terminé par des terminateurs.

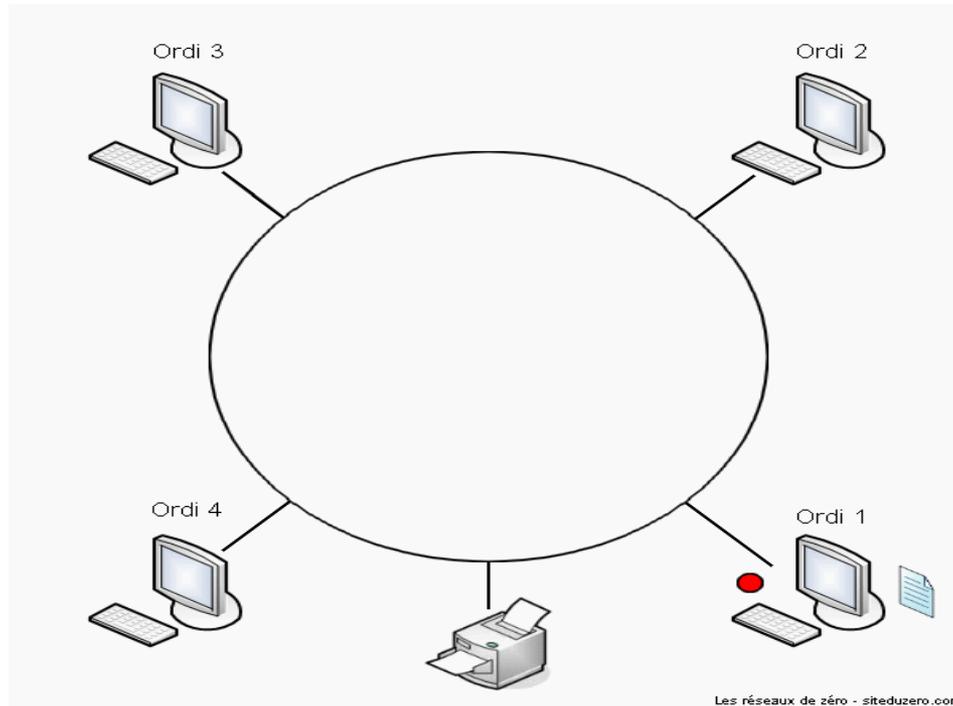


*Les terminateurs ont pour but de maintenir les **frames** (signaux électriques de données) dans le câble et d'empêcher les "rebonds" des données le long du fil.*



B- RÉSEAU EN ANNEAU (TOKEN RING)

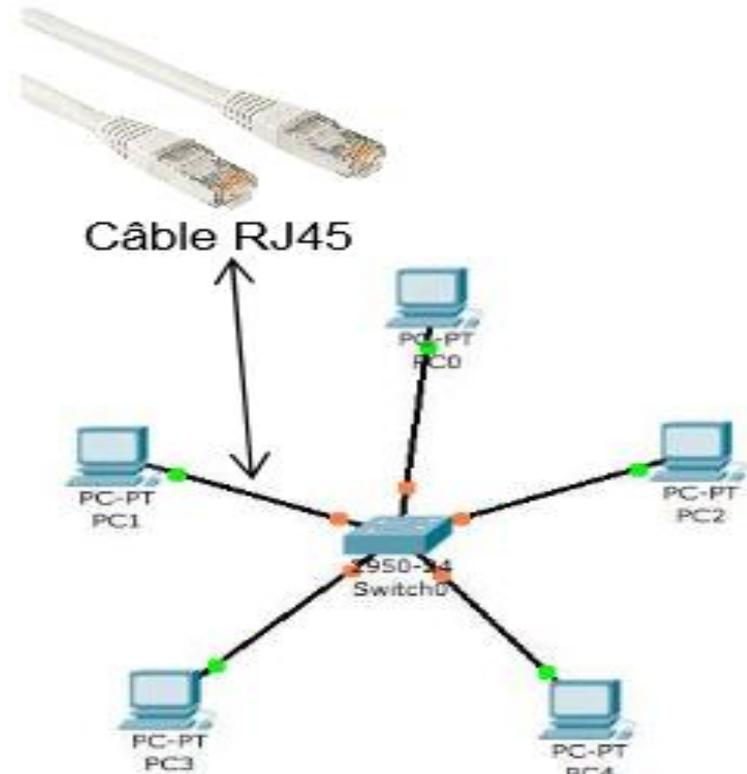
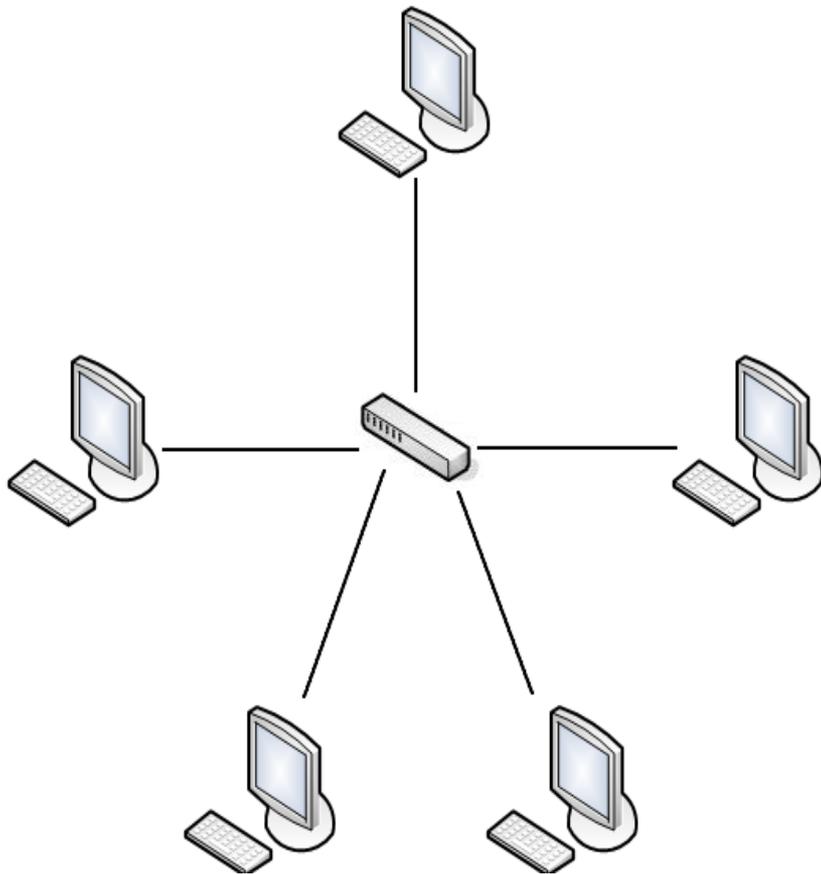
- Un réseau en anneau a la forme d'un anneau. Cependant, la topologie physique d'un réseau en anneau est... le bus.



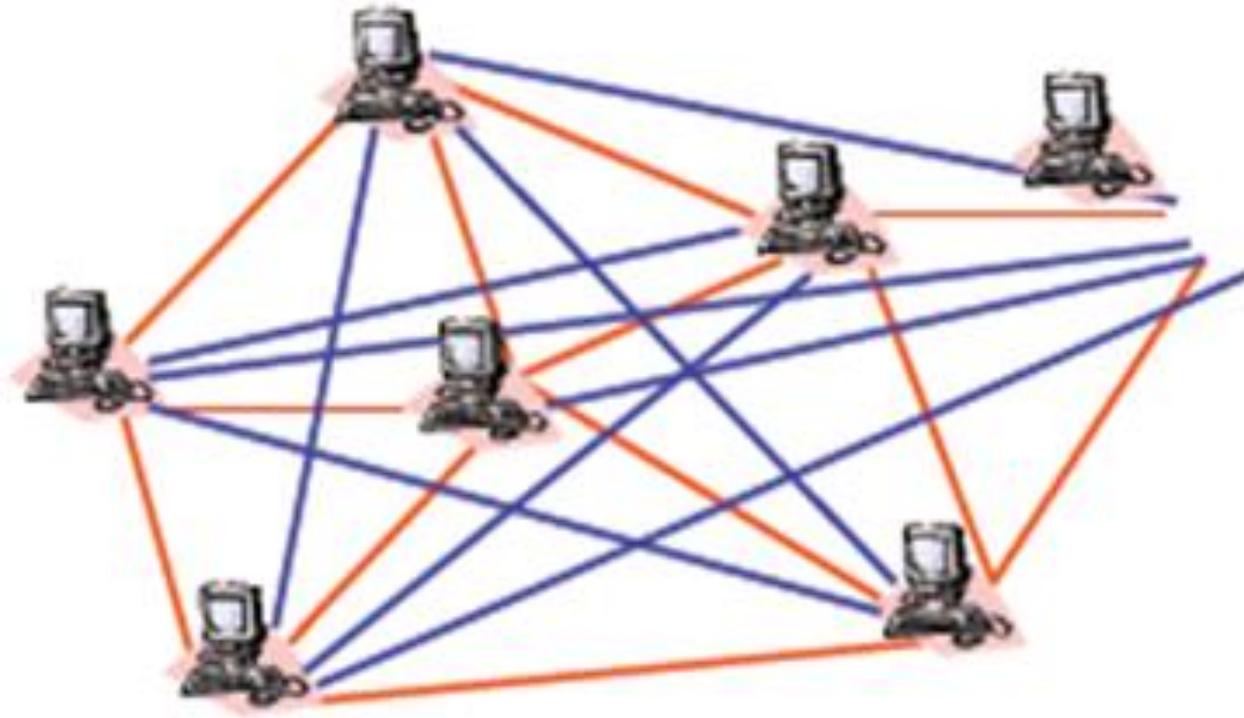
- Une variante de cette topologie est le double anneau ou chaque hôte est connecté à 2 anneaux. Ces 2 anneaux ne communiquent pas entre eux. Le deuxième anneau est utilisé comme lien redondant en cas de panne sur le premier.

C- RÉSEAU EN ÉTOILE

- Dans un réseau en étoile, la forme physique du réseau ressemble à une étoile. Une image est plus parlante :



D- TOPOLOGIE MAILLÉE



Dans une topologie maillée, chaque ordinateur est connecté à chacun des autres ordinateurs par un câble séparé.



E- COMPARAISON ENTRE LES PRINCIPALES TOPOLOGIES PHYSIQUES

	Avantages	Inconvénients
bus	<ul style="list-style-type: none">▪ Facile à installer.▪ Un seul câble pour l'ensemble.▪ Branchement de nouveaux nœuds sans perturbation du réseau.	<ul style="list-style-type: none">▪ Difficulté de localisation des pannes.▪ En cas de rupture, le réseau entier s'arrête.
anneau	<ul style="list-style-type: none">▪ Un seul câble.	<ul style="list-style-type: none">▪ Toute panne au niveau d'un élément ou coupure de câble bloque le réseau.▪ Le temps de réponse se dégrade à l'ajout d'un nouveau nœud.
étoile	<ul style="list-style-type: none">▪ Facilité de localisation des pannes.▪ Possibilité d'extension : les nœuds s'y ajoutent facilement.	<ul style="list-style-type: none">▪ Il y'a autant de câbles que d'équipements, cela peut coûter cher pour des nœuds éloignés.



2- LES TOPOLOGIES LOGIQUES (MÉTHODES D'ACCES) :

A- CSMA/CD (Carrier Sense Multiple Access / Collision Detect)

- La méthode d'accès au réseau utilisée avec Ethernet est appelée CSMA/CD. CSMA/CD est un ensemble de règles qui déterminent la façon dont les périphériques du réseau répondent lorsque deux de ces périphériques tentent de transmettre simultanément des données sur le réseau.
- La transmission simultanée de données par plusieurs ordinateurs provoque une collision.
- Tous les ordinateurs du réseau, clients et serveurs, vérifient le câble sur lequel s'effectue le trafic réseau.
- Un ordinateur ne transmet des données que lorsqu'il détecte que le câble est libre et exempt de trafic. Une fois que l'ordinateur a transmis des données sur le câble, aucun autre ordinateur ne peut transmettre des données tant que les données d'origine n'ont pas atteint leur destination, libérant ainsi le câble.
- Lorsqu'il détecte une collision, un périphérique attend pendant un délai aléatoire, puis tente de retransmettre le message. S'il détecte de nouveau une collision, il attendra deux fois plus longtemps avant de retransmettre le message.

B- LE PASSAGE DE JETON (TOKEN RING)

- La méthode de transmission des données sur l'anneau est appelée *passage de jeton*.
- Un *jeton (Token)* est une séquence spéciale de bits qui contient des informations de contrôle. La possession du jeton permet à un périphérique du réseau de transmettre les données sur le réseau.
 - Chaque réseau ne comporte qu'un jeton.
- L'ordinateur expéditeur retire le jeton de l'anneau, et envoie sur celui-ci les données demandées. Chaque ordinateur retransmet les données jusqu'à ce que le paquet trouve l'ordinateur correspondant à l'adresse indiquée sur les données. L'ordinateur destinataire renvoie alors un message à l'ordinateur expéditeur pour indiquer que les données ont été reçues.
- Après vérification, l'ordinateur expéditeur crée un jeton et le remet sur le réseau.



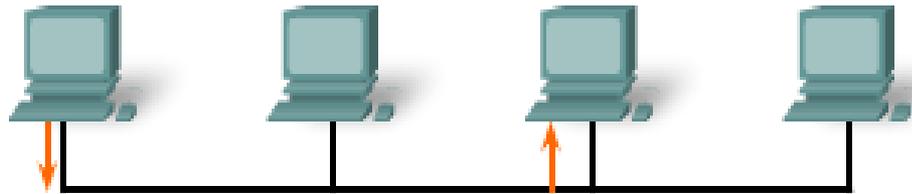
- L'avantage d'une topologie en anneau par rapport à une topologie en bus est qu'elle permet de prendre en charge des environnements dont le trafic est élevé. De plus, l'impact du bruit est réduit dans la topologie en anneau.
- L'inconvénient d'une topologie en anneau est qu'un seul ordinateur à la fois peut transmettre les données sur un seul anneau à jeton. De plus, les topologies en anneau sont en général plus coûteuses que les topologies en bus.



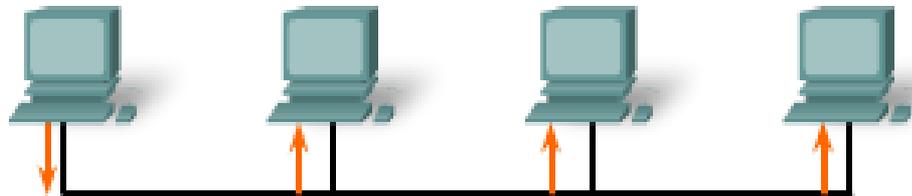
C- Communications Ethernet

Les communications dans un réseau local commuté surviennent sous trois formes : monodiffusion, diffusion et multidiffusion :

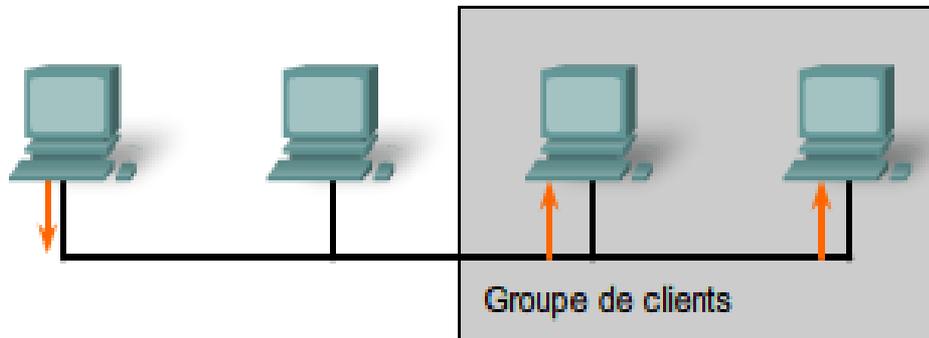
Monodiffusion :
Un expéditeur et un récepteur



Diffusion :
Un expéditeur pour toutes les autres
adresses



Multidiffusion :
Un expéditeur à un groupe
d'adresses



Monodiffusion :

- Communication dans laquelle une trame est transmise depuis un hôte vers une destination spécifique. Ce mode de transmission nécessite simplement un expéditeur et un récepteur. La transmission monodiffusion est la forme de transmission prédominante adoptée sur les réseaux locaux et sur Internet. HTTP, SMTP, FTP et Telnet sont des exemples de transmission monodiffusion.

Diffusion :

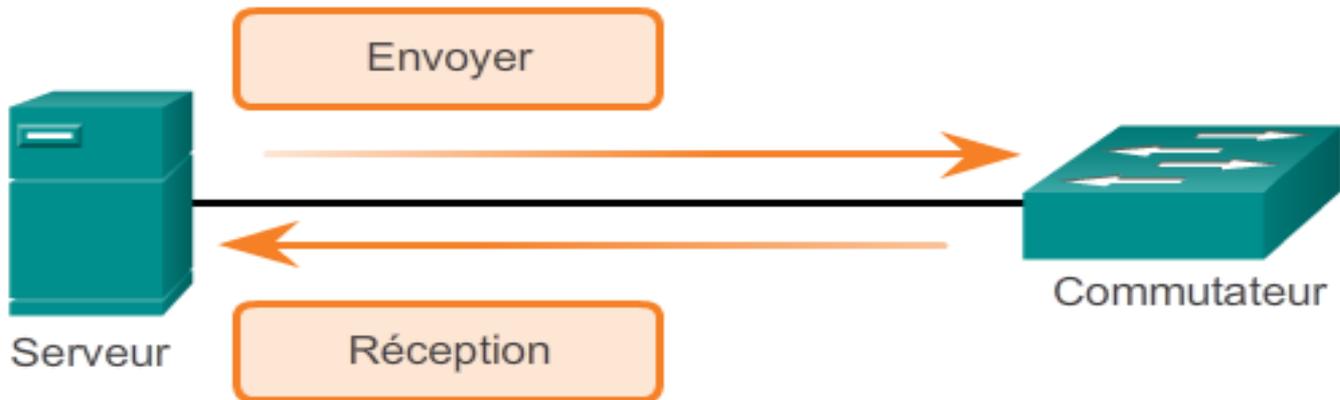
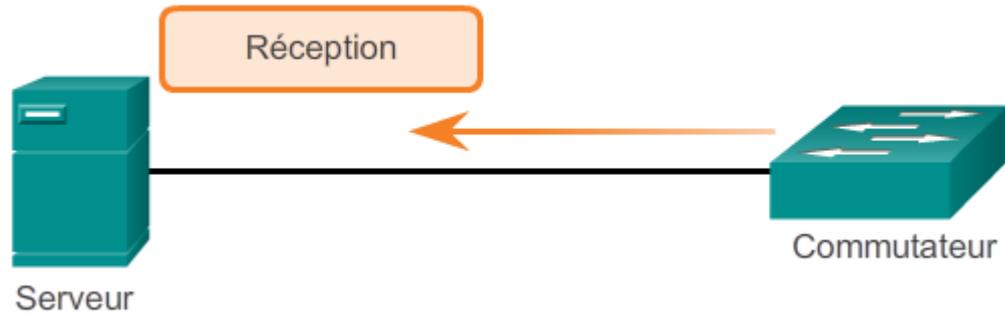
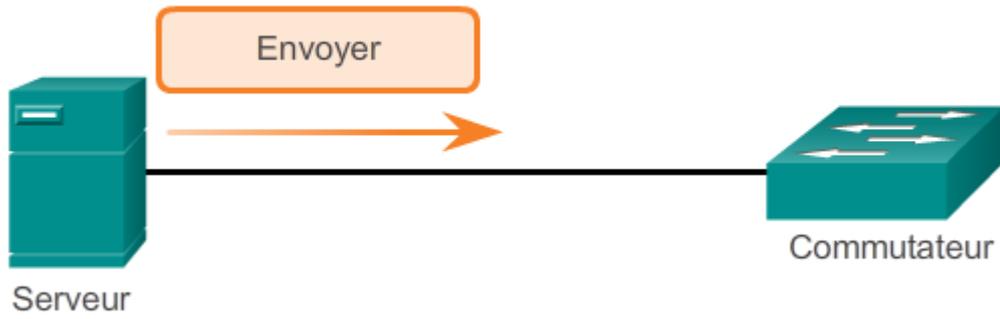
- Communication dans laquelle une trame est transmise d'une adresse vers toutes les autres adresses existantes. Un seul expéditeur intervient dans ce cas, mais les informations sont transmises à tous les récepteurs connectés. La transmission par diffusion est incontournable si vous envoyez le même message à tous les périphériques sur le réseau local. Un exemple de diffusion est la requête de résolution d'adresse que le protocole ARP (Address Resolution Protocol) transmet à tous les ordinateurs sur un réseau local.

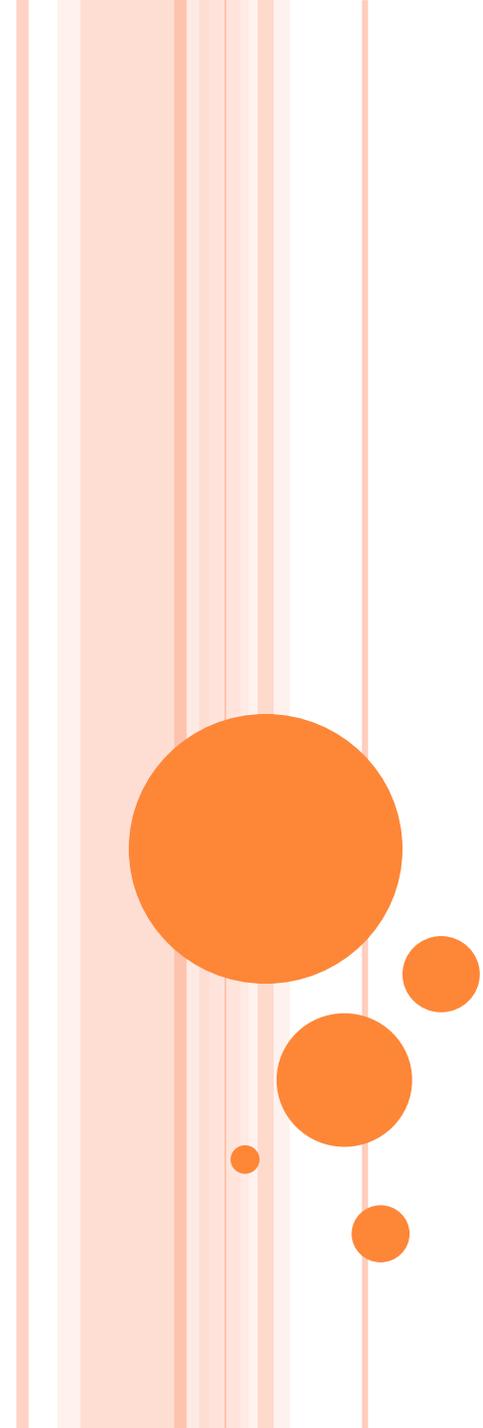
Multidiffusion :

- communication dans laquelle une trame est transmise à un groupe spécifique de périphériques ou de clients. Les clients de transmission multidiffusion doivent être membres d'un groupe de multidiffusion logique pour recevoir les informations. Les transmissions vidéo et vocales employées lors de réunions professionnelles collaboratives en réseau sont des exemples de transmission multidiffusion.

E- Paramètres bidirectionnels :

- **Communication bidirectionnelle non simultanée** : les deux périphériques peuvent transmettre et recevoir des données sur les supports, mais pas simultanément. La norme Ethernet a choisi de traiter le cas d'un support non partagé bidirectionnel non simultané comme le cas d'un support partagé. La Figure 2 illustre la communication bidirectionnelle non simultanée.
- **Communication bidirectionnelle simultanée** : les deux périphériques peuvent simultanément transmettre et recevoir des données sur les supports. La couche liaison de données considère que le support est à tout moment disponible pour les deux nœuds en vue d'une transmission de données. De ce fait, aucune règle d'arbitrage des supports n'est nécessaire au niveau de la couche liaison de données. La Figure 3 illustre la communication bidirectionnelle simultanée.





LES MODÈLES OSI & TCP/IP

I- OSI :

1- OSI : Présentation du modèle de référence

i. Communication à couche :

- Le modèle *OSI (Open System Interconnection Model)* défini en 1977 régit la communication entre 2 systèmes informatiques selon 7 niveaux.
- La première évolution des réseaux informatiques a été des plus anarchiques, chaque constructeur développant presque sa propre technologie. Le résultat de cela était une quasi impossibilité de connecter différents réseaux entre eux.
- Pour palier à cela, l'ISO (Institut de normalisation) décida de mettre en place un modèle de référence théorique décrivant le fonctionnement des communications réseaux : le modèle OSI.
- Le but de ce modèle est d'analyser la communication en découpant les différentes étapes en 7 couches .
- Chacune de ces couches remplissant une tâche bien spécifique,

n°	Nom	Description
7	Application	Communication avec les logiciels
6	Présentation	Gestion de la syntaxe
5	Session	Contrôle du dialogue
4	Transport	Qualité de la transmission
3	Réseau	Sélection du chemin
2	Liaison de données	Préparation de l'envoi sur le média
1	Physique	Envoi sur le média physique

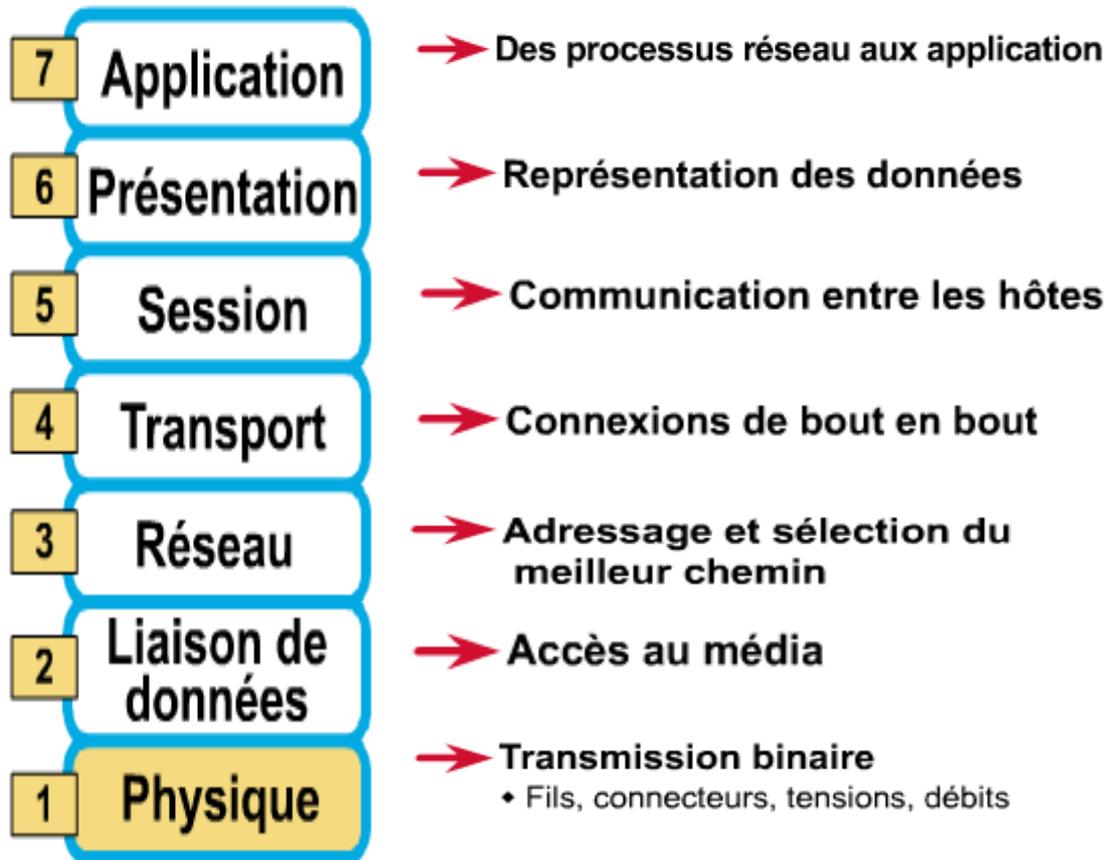
Les 7 couches du modèle OSI

Les avantages de ce modèle sont :

- Une division de la communication réseau en éléments plus petits et plus simple pour une meilleure compréhension
- L'uniformisation des éléments afin de permettre le développement multi constructeur
- La possibilité de modifier un aspect de la communication réseau sans modifier le reste,

ii. Fonctions des 7 couches du modèle OSI :

- Le modèle OSI repose sur un découpage des communications réseau en sept couches. Chaque couche a une fonction réseau bien définie, décrite dans la figure ci-dessous.

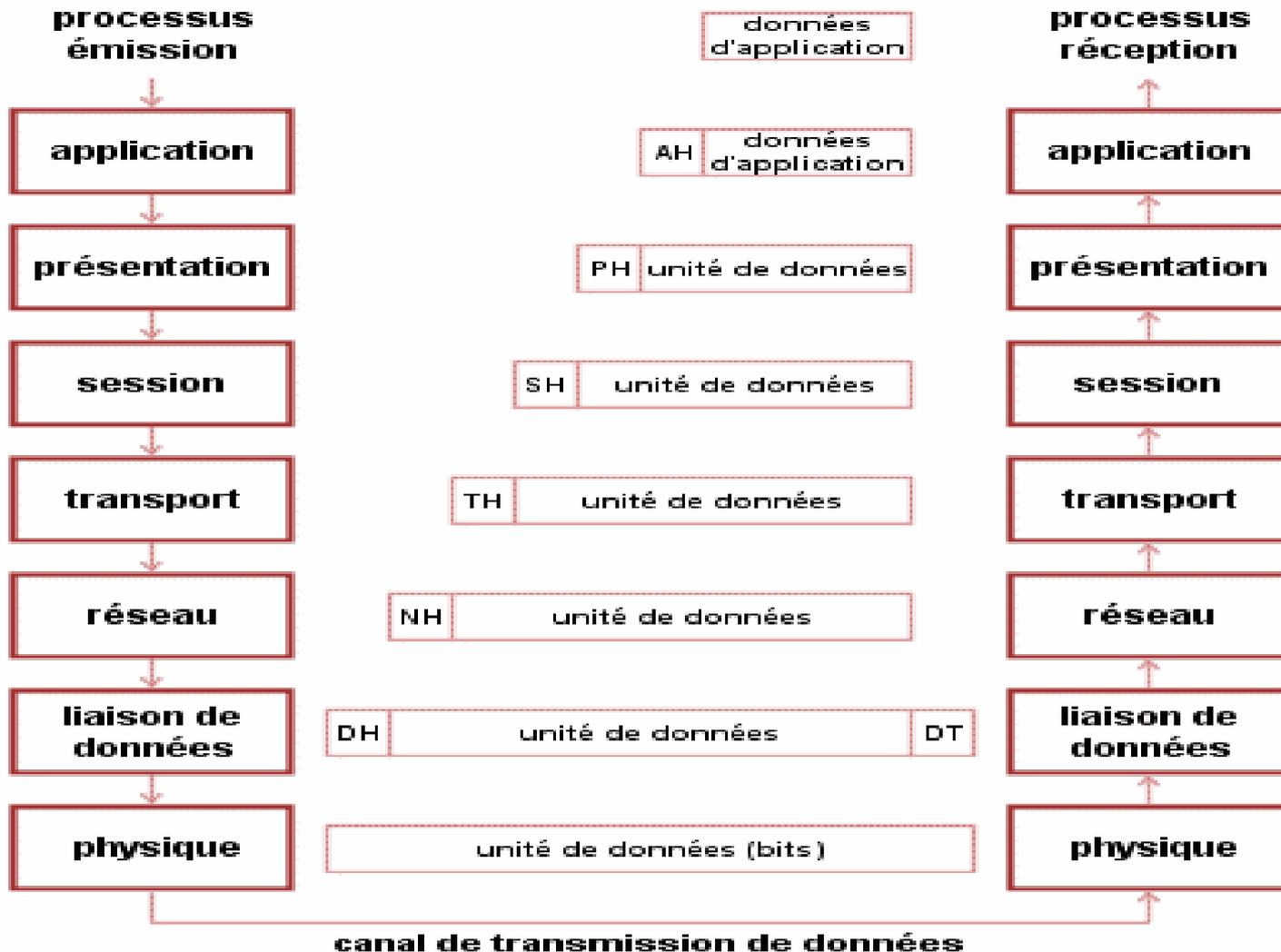


iii-Transmission de données au travers du modèle OSI :

- Le processus émetteur remet les données à envoyer au processus récepteur à la couche application qui leur ajoute un en-tête application AH (éventuellement nul).
- Le résultat est alors transmis à la couche présentation. La couche présentation transforme alors ce message et lui ajoute (ou non) un nouvel en-tête (éventuellement nul).
- La couche présentation ne connaît et ne doit pas connaître l'existence éventuelle de AH ; pour la couche présentation, AH fait en fait partie des données utilisateur.
- Une fois le traitement terminé, la couche présentation envoie le nouveau "message" à la couche session et le même processus recommence.

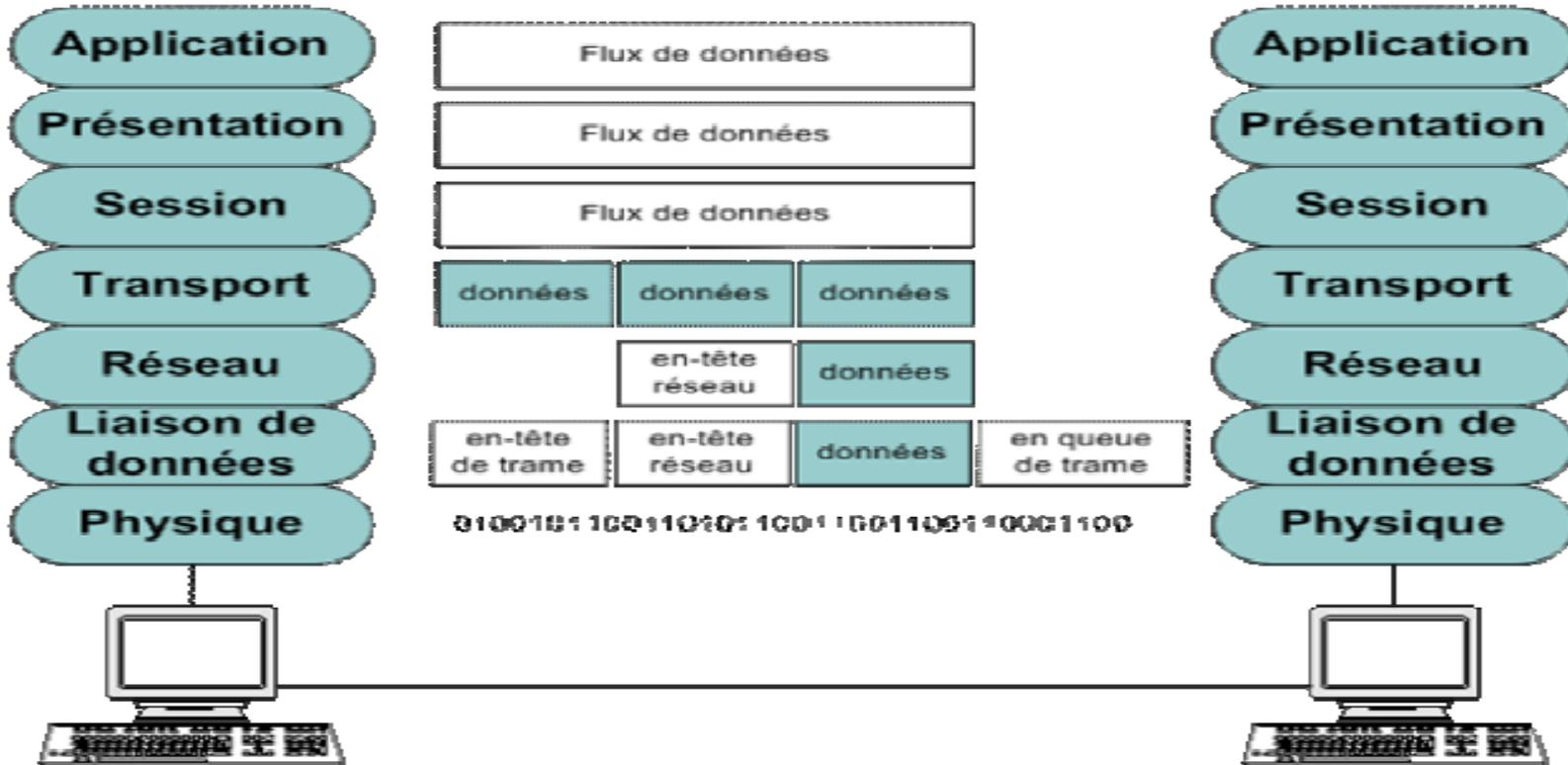


- Les données atteignent alors la couche physique qui va effectivement transmettre les données au destinataire.
- A la réception, le message va remonter les couches et les en-têtes sont progressivement retirés jusqu'à atteindre le processus récepteur :



iv. L'encapsulation :

- Pour communiquer entre les couches et entre les hôtes d'un réseau, OSI a recourt au principe d'encapsulation.
- **Encapsulation** : processus de conditionnement des données consistant à ajouter un entête de protocole déterminé avant que les données ne soient transmises à la couche inférieure :



Principe de l'encapsulation

- Lorsque 2 hôtes communiquent, on parle de communication d'égal à égal ; c'est-à-dire que la couche n de la source communique avec la couche n du destinataire.
- Lorsqu'une couche de la source reçoit des données, elle encapsule ces dernières avec ses informations puis les passe à la couche inférieur. Le mécanisme inverse a lieu au niveau du destinataire ou une couche réceptionne les données de la couche inférieur ; enlève les informations la concernant ; puis transmet les informations restantes à la couche supérieure.
- Les données transitant à la couche n de la source sont donc les mêmes que les données transitant à la couche n du destinataire.
- Pour identifier les données lors de leur passage au travers d'une couche, l'appellation « Unité de données de protocole (PDU) » est utilisée.



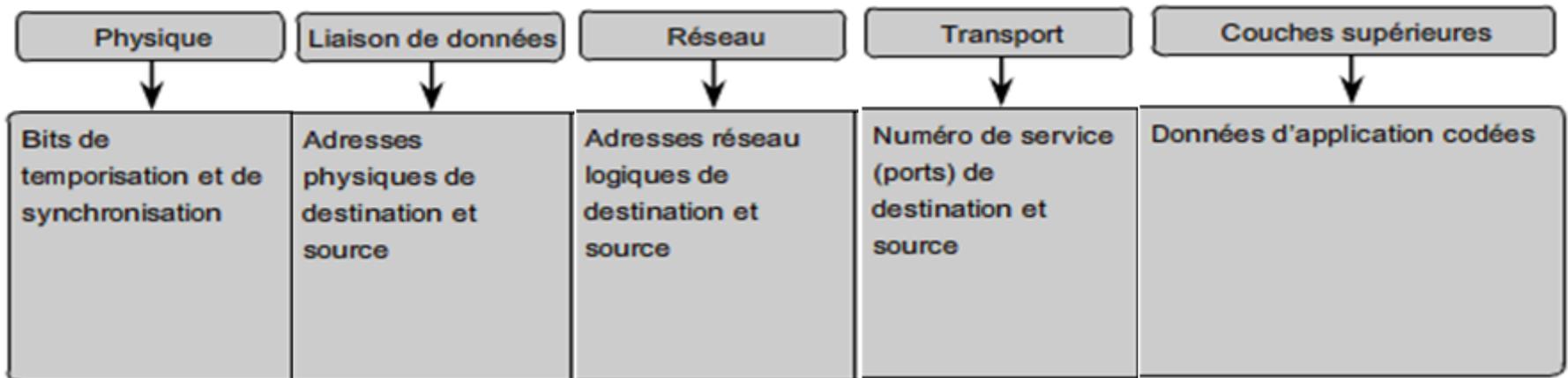
Couche	Désignation
7	Données
6	
5	
4	Segment
3	Paquets
2	Trame
1	Bits

Les PDU des différentes couches



v. Adressage dans le réseau :

- Le modèle OSI décrit des processus de codage, de mise en forme, de segmentation et d'encapsulation de données pour la transmission sur le réseau.
- Un flux de données envoyé depuis une source vers une destination peut être divisé en parties et entrelacé avec des messages transmis depuis d'autres hôtes vers d'autres destinations.
- Il est essentiel que chaque donnée contienne les informations d'identification suffisantes afin d'arriver à bonne destination.
- Il existe plusieurs types d'adresses qui doivent être incluses pour livrer correctement les données depuis une application source exécutée sur un hôte à l'application de destination correcte exécutée sur un autre.



II . TCP/IP

1. Présentation de TCP/IP

- La forme actuelle de TCP/IP résulte du rôle historique que ce système de protocoles a joué dans le parachèvement de ce qui allait devenir Internet. Internet est issu des recherches lancées aux Etats-Unis par le DOD, département de la défense.
- Les autorités militaires se sont alors demandé s'il était possible, pour ces machines aux profils très différents, de traiter des informations mises en commun. Habités comme ils le sont aux problèmes de sécurité, les responsables de la défense ont immédiatement réalisé qu'un réseau de grande ampleur deviendrait une cible idéale en cas de conflit.
- La caractéristique principale de ce réseau, s'il devait exister, était d'être non centralisé.



- Ses fonctions essentielles ne devaient en aucun cas se trouver en un seul point, ce qui le rendrait trop vulnérable. C'est alors que fut mis en place le projet Arpanet (Advanced Research Projects Agency du DOD), qui allait devenir par la suite le système d'interconnexion de réseau qui régit ce que l'on appelle aujourd'hui l'Internet : TCP/IP.
- TCP/IP est un modèle comprenant 4 couches :

n°	Nom	Description
4	Application	Couches 7 à 5 du modèle OSI
3	Transport	Qualité de transmission
2	Internet	Sélection du chemin
1	Accès au réseau	Reprend les couches 1 et 2 du modèle OSI

Les 4 couches de TCP/IP



2. Comparaison entre OSI et TCP/IP

- Ces deux protocoles sont très similaires, dans la mesure où les 2 sont des modèles de communication à couche et utilisent l'encapsulation de données.
- On remarque cependant deux différences majeures :
 - TCP/IP regroupe certaines couches du modèle OSI dans des couches plus général
 - TCP/IP est plus qu'un modèle de conception théorique, c'est sur lui que repose le réseau Internet actuel

Modèle OSI

Couche	Désignation
Application	Couche Applications
Présentation	
Session	
Transport	Couches flux de données
Réseau	
Liaison de données	
Physique	

Modèle TCP/IP

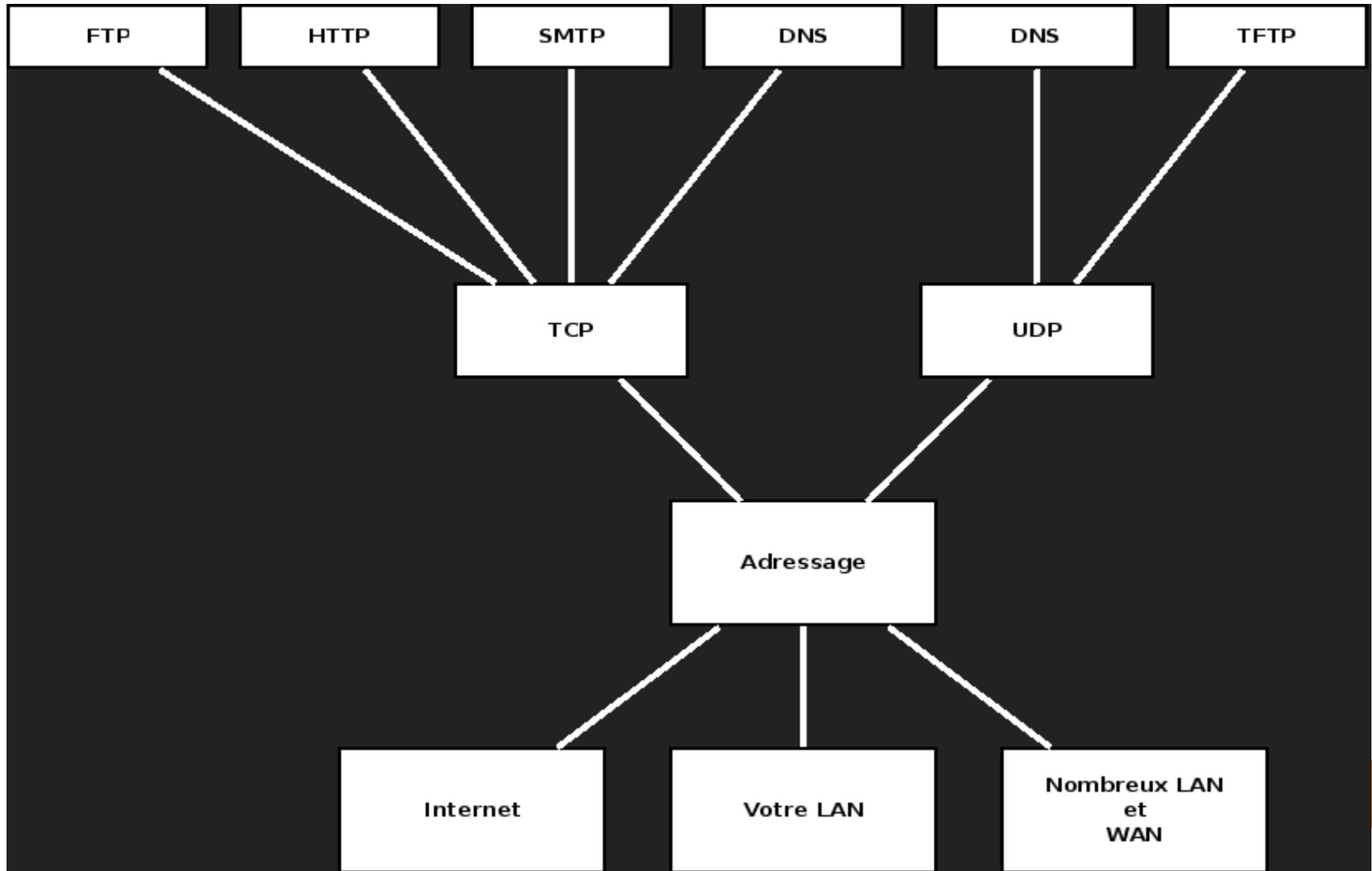
Couche	Désignation
Application	Protocoles
Transport	
Internet	Réseaux
Accès Réseau	

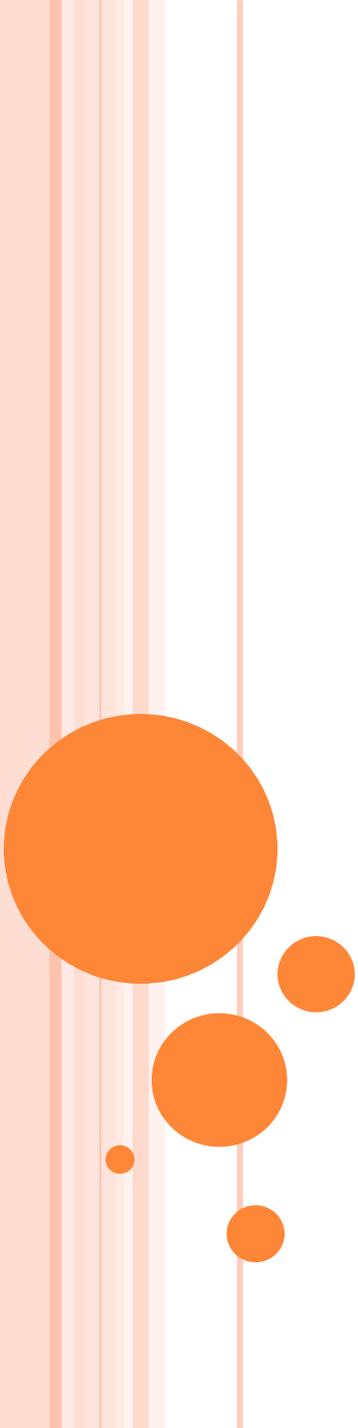
3- Protocole orienté/non orienté connexion :

- *Protocole : Ensemble formel de règles et de conventions qui régit l'échange d'informations entre des unités en réseau*
- Dans un protocole orienté connexion, TCP/IP établit un dialogue entre la source et le destinataire pendant qu'il prépare les informations de la couche application en segments.
- Il y a alors un échange de segments de couche 4 afin de préparer une communication et donc une connexion logique pendant un certain temps.
- Cette communication faisant appel à un circuit logique temporaire est appelé commutation de paquets, en opposition à la commutation de circuits supposant elle un circuit permanent.
- Un protocole non orienté connexion envoie les données sur le réseau sans qu'un circuit ait été établi au préalable.



LE SCHÉMA DU PROTOCOLE TCP/IP



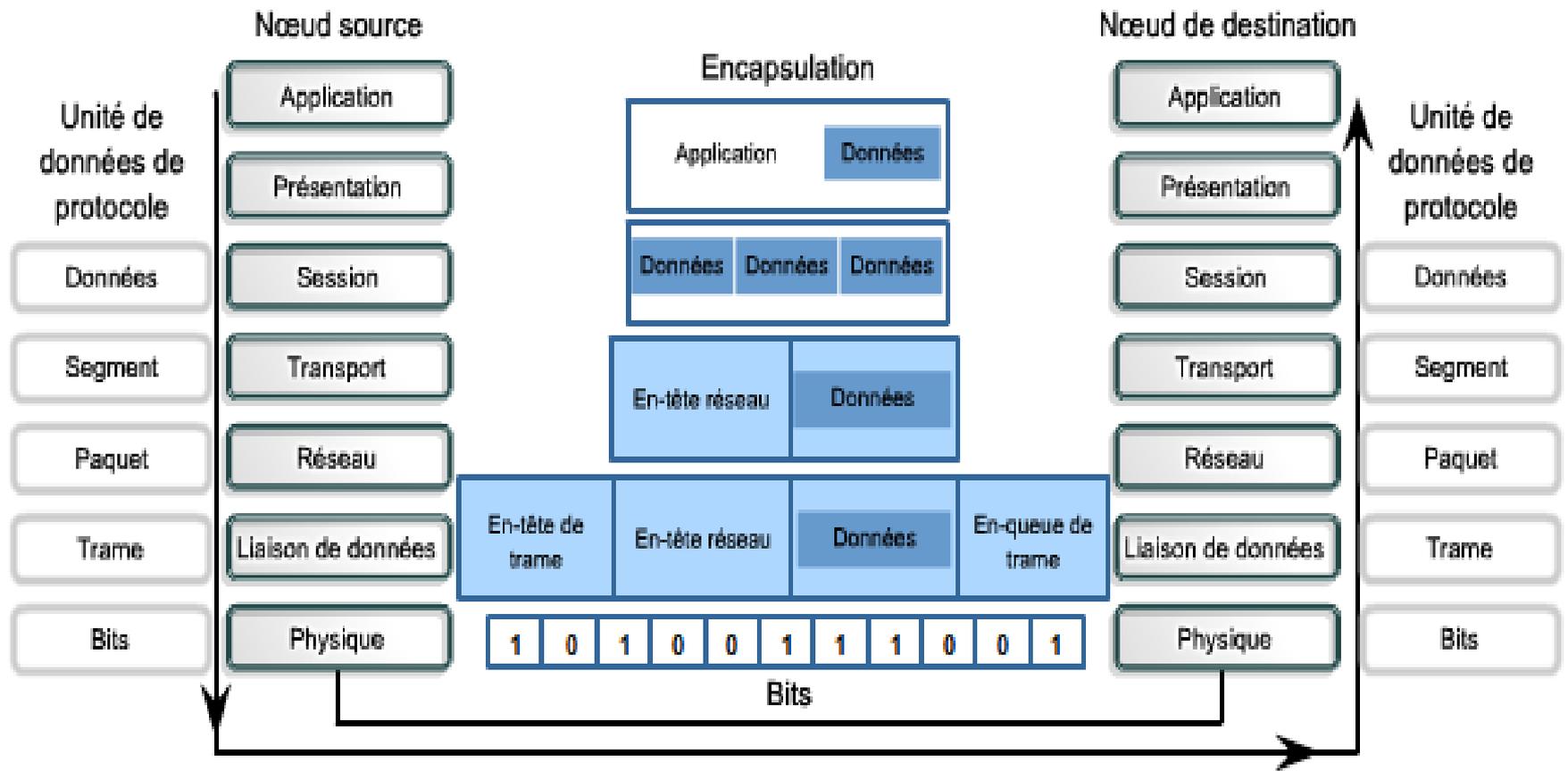


LA COUCHE PHYSIQUE :

I- Transmission de donnée

La couche physique OSI fournit le moyen de transporter sur le support réseau les bits constituant une trame de couche liaison de données.

- Cette couche accepte une trame complète de la couche liaison de données et la code sous la forme d'une série de signaux transmis sur le support local.
- Les bits codés composant une trame sont reçus par un périphérique final ou intermédiaire.
- La transmission de trames sur le support local exige les éléments de couche physique suivants :
 - Le support physique et les connecteurs associés,
 - Une représentation des bits sur le support,
 - Le codage de données et des informations de contrôle,
 - L'ensemble de circuits émetteur et récepteur sur les périphériques réseau.
- L'objectif de la couche physique est de créer le signal électrique, optique ou micro-ondes qui représente les bits dans chaque trame. Ces signaux sont alors envoyés sur le support individuellement.



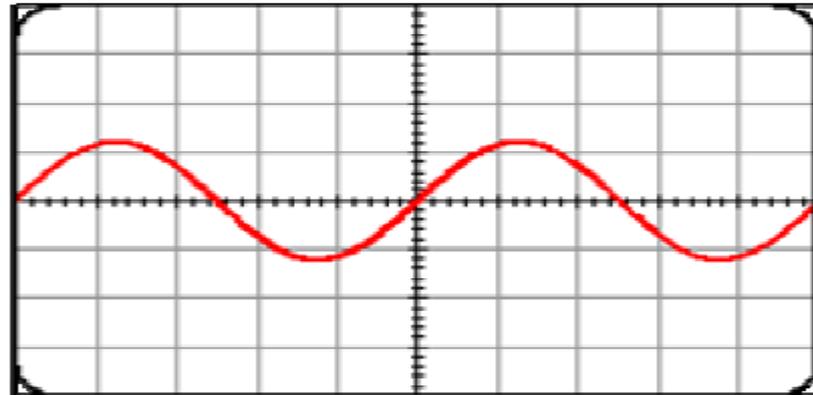
Dans les diagrammes, les signaux sur les médias physiques sont représentés par ce symbole de ligne.



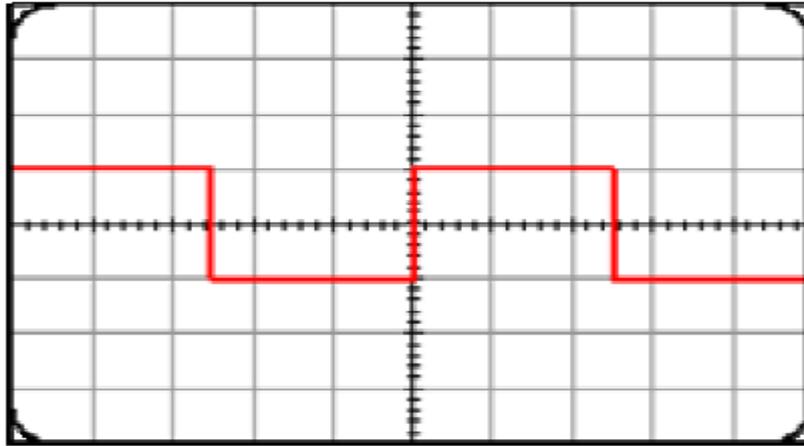
Signal : Tension électrique souhaitée, modèle d'impulsions lumineuses ou encore onde électromagnétique modulée. Il permet d'acheminer les données dans le média.

- Le *signal analogique* présente les caractéristiques suivantes :
 - Il oscille
 - Son graphique de tension varie constamment en fonction du temps et peut être représenté par une sinusoïde
 - Il est utilisé pour les télécommunications depuis le début

Exemple : téléphone et radio



- Le signal numérique dispose d'un graphique de tension que l'on va définir comme « sautillant », il se rapproche d'une onde carrée ou la tension passe quasi-instantanément d'un état de basse tension à un état de haute tension.
- Pour créer des signaux numériques, il est possible de combiner des ondes sinusoïdales (Synthèse de Fourier)



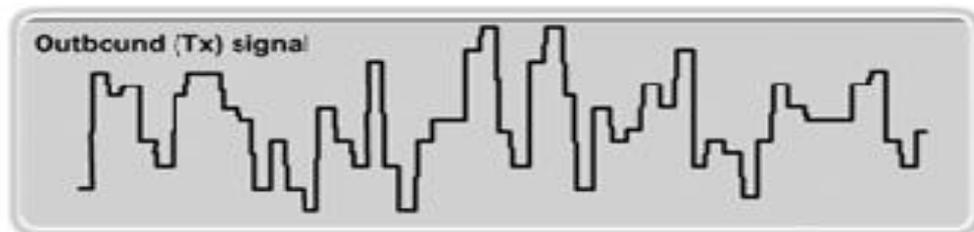
- Le support ne transporte pas la trame comme entité unique. Il transporte les signaux, individuellement, pour représenter les bits constituant la trame. Il existe trois formes élémentaires de support réseau sur lesquelles les données sont représentées :
 - Câble de cuivre
 - Fibre
 - Sans fil

1- Identification d'une trame

- Lorsque la couche physique code les bits dans les signaux pour un support donné, elle doit également distinguer la fin d'une trame et le début de la suivante. Sinon, les périphériques sur le support ne peuvent pas savoir quand une trame a été entièrement reçue. Dans ce cas, le périphérique de destination recevrait uniquement une chaîne de signaux et ne serait pas en mesure de reconstruire correctement la trame.
- l'indication du début de trame est une fonction de la couche liaison de données. Cependant, dans de nombreuses technologies, la couche physique peut ajouter ses propres signaux pour indiquer le début et la fin de la trame.

- Pour permettre à un périphérique de réception de reconnaître clairement les limites d'une trame, le périphérique transmetteur ajoute des signaux pour désigner le début et la fin de la trame.
- Ces signaux représentent des configurations binaires particulières utilisées uniquement pour marquer le début ou la fin d'une trame.

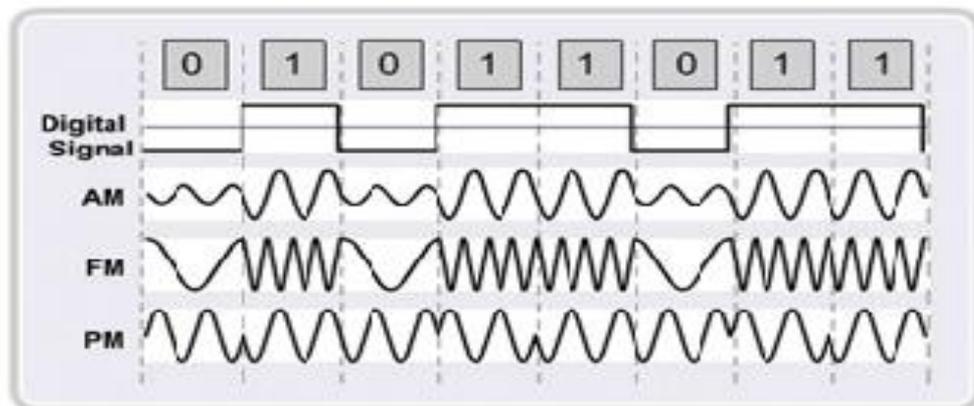
Représentations de signaux sur les supports physiques



Exemple de signaux électriques transmis sur un câble en cuivre



Signaux représentatifs de fibre optique par impulsion lumineuse



Signaux micro-ondes (sans fil)

2- Principes fondamentaux de la couche physique :

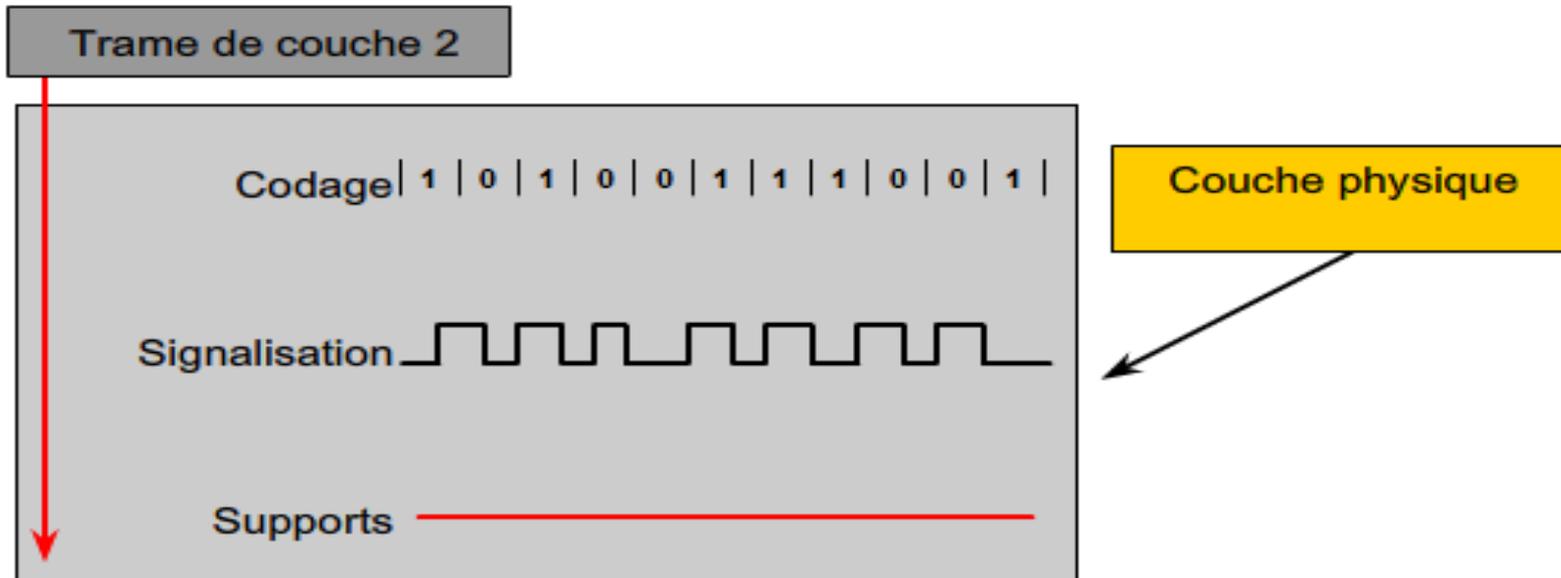
- Les trois fonctions élémentaires de la couche physique sont :
 - Composants physiques
 - Codage de données
 - Signalisation

Codage

- Le codage est une méthode de conversion d'un flux de bits de données en code prédéfini. Les codes sont des groupements de bits utilisés pour fournir un modèle prévisible pouvant être reconnu à la fois par l'expéditeur et le récepteur. L'utilisation de modèles prévisibles aide à distinguer les bits de données des bits de contrôle et à offrir une meilleure détection des erreurs de support.
- les méthodes de codage au niveau de la couche physique peuvent également fournir des codes à des fins de contrôle comme l'identification du début et de la fin d'une trame. L'hôte transmetteur transmet la configuration binaire spécifique ou un code pour identifier le début ou la fin de la trame.

Signalisation

- La couche physique doit générer les signaux électriques, optiques ou sans fil qui représentent le 1 et le 0 sur le support.
- La méthode de représentation des bits est appelée méthode de signalisation. Les normes de couche physique doivent définir le type de signal représentant un 1 et un 0. Il peut s'agir simplement d'un changement de niveau du signal électrique ou de l'impulsion optique, ou d'une méthode de signalisation plus complexe.



Signalisation de bits pour les support :

- Toutes les communications provenant du réseau humain finissent sous la forme de chiffres binaires, qui sont transportés individuellement sur le support physique.
 - La transmission de la trame sur le support s'effectue par un flux de bits envoyés individuellement. La couche physique représente chacun des bits de la trame sous la forme d'un signal.
 - Chaque signal placé sur le support dispose d'un temps spécifique d'occupation du support. On parle de durée du bit. Les signaux sont traités par le périphérique de réception, qui rétablit leur représentation binaire.
 - Les signaux sont reconvertis en bits au niveau de la couche physique du nœud récepteur.
 - Les bits sont alors examinés pour rechercher les variations binaires de début et de fin de trame afin de vérifier qu'une trame complète a été reçue.
 - La couche physique transmet alors tous les bits d'une trame à la couche liaison de données.
- 

- La bonne transmission des bits exige une certaine méthode de synchronisation entre l'émetteur et le récepteur. Les signaux représentant les bits doivent être examinés à des moments spécifiques durant la durée du bit afin de déterminer correctement si le signal représente un 1 ou un 0.
- La synchronisation s'effectue au moyen d'une horloge. Dans les réseaux locaux, chaque extrémité de la transmission conserve sa propre horloge. De nombreuses méthodes de signalisation utilisent des transitions prévisibles dans le signal pour fournir une synchronisation entre les horloges des périphériques d'émission et de réception.

Méthodes de signalisation

- Les bits sont représentés sur le support en changeant une ou plusieurs des caractéristiques suivantes d'un signal :
 - Amplitude
 - Fréquence
 - Phase



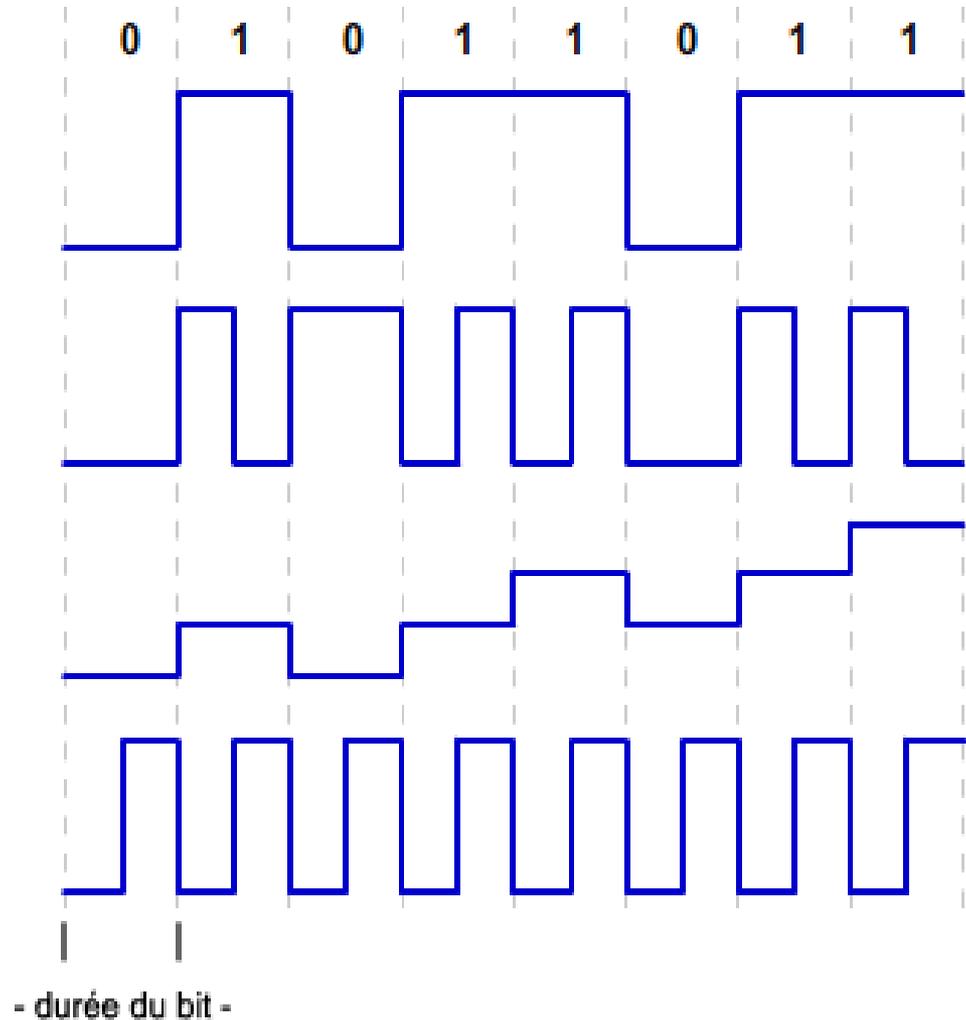
Moyens de représenter un signal sur le support

Variation d'amplitude

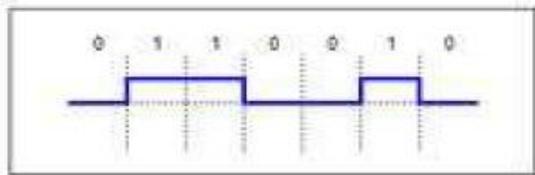
Variation de fréquence

Variation de phase

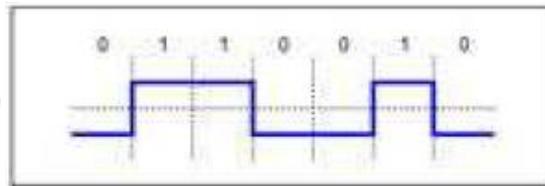
Horloge



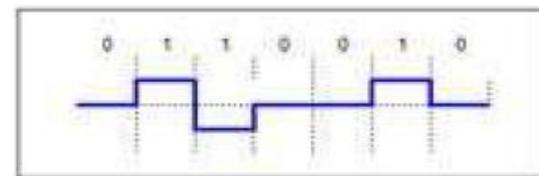
- **Le code tout ou rien** : c'est le plus simple, un courant nul code le 0 et un courant positif indique le 1
- **Le code NRZ** : (non retour à zéro): pour éviter la difficulté à obtenir un courant nul, on code le 1 par un courant positif et le 0 par un courant négatif.
- **Le code bipolaire** : c'est aussi un code tout ou rien dans lequel le 0 est représenté par un courant nul, mais ici le 1 est représenté par un courant alternativement positif ou négatif pour éviter de maintenir des courants continus.
- **Le code RZ** : le 0 est codé par un courant nul et le 1 par un courant positif qui est annulé au milieu de l'intervalle de temps prévu pour la transmission d'un bit.



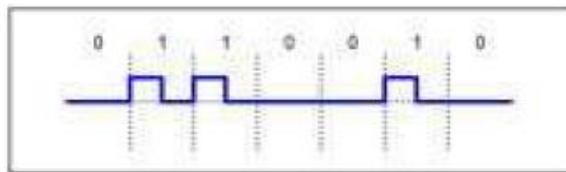
Le code tout ou rien



Le code NRZ



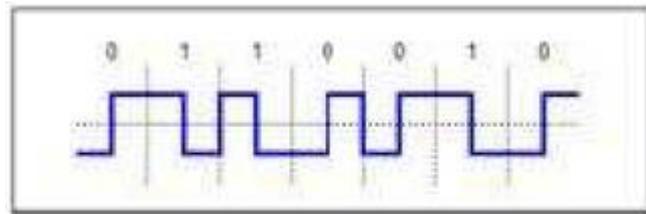
Le code bipolaire



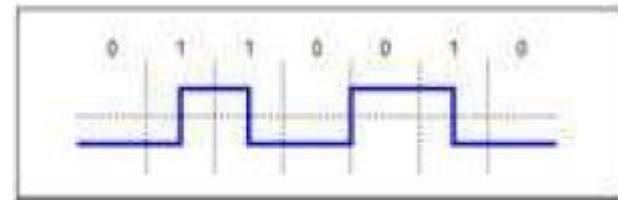
Le code RZ



- **Le code Manchester** : ici aussi le signal change au milieu de l'intervalle de temps associé à chaque bit. Pour coder un 0 le courant sera négatif sur la première moitié de l'intervalle et positif sur la deuxième moitié, pour coder un 1, c'est l'inverse. Autrement dit, au milieu de l'intervalle il y a une transition de bas en haut pour un 0 et de haut en bas pour un 1.
- **Le code Miller** : on diminue le nombre de transitions en effectuant une transition (de haut en bas ou l'inverse) au milieu de l'intervalle pour coder un 1 et en n'effectuant pas de transition pour un 0 suivi d'un 1. Une transition est effectuée en fin d'intervalle pour un 0 suivi d'un autre 0.



Le code Manchester



Le code Miller



1. Codage : groupement de bits

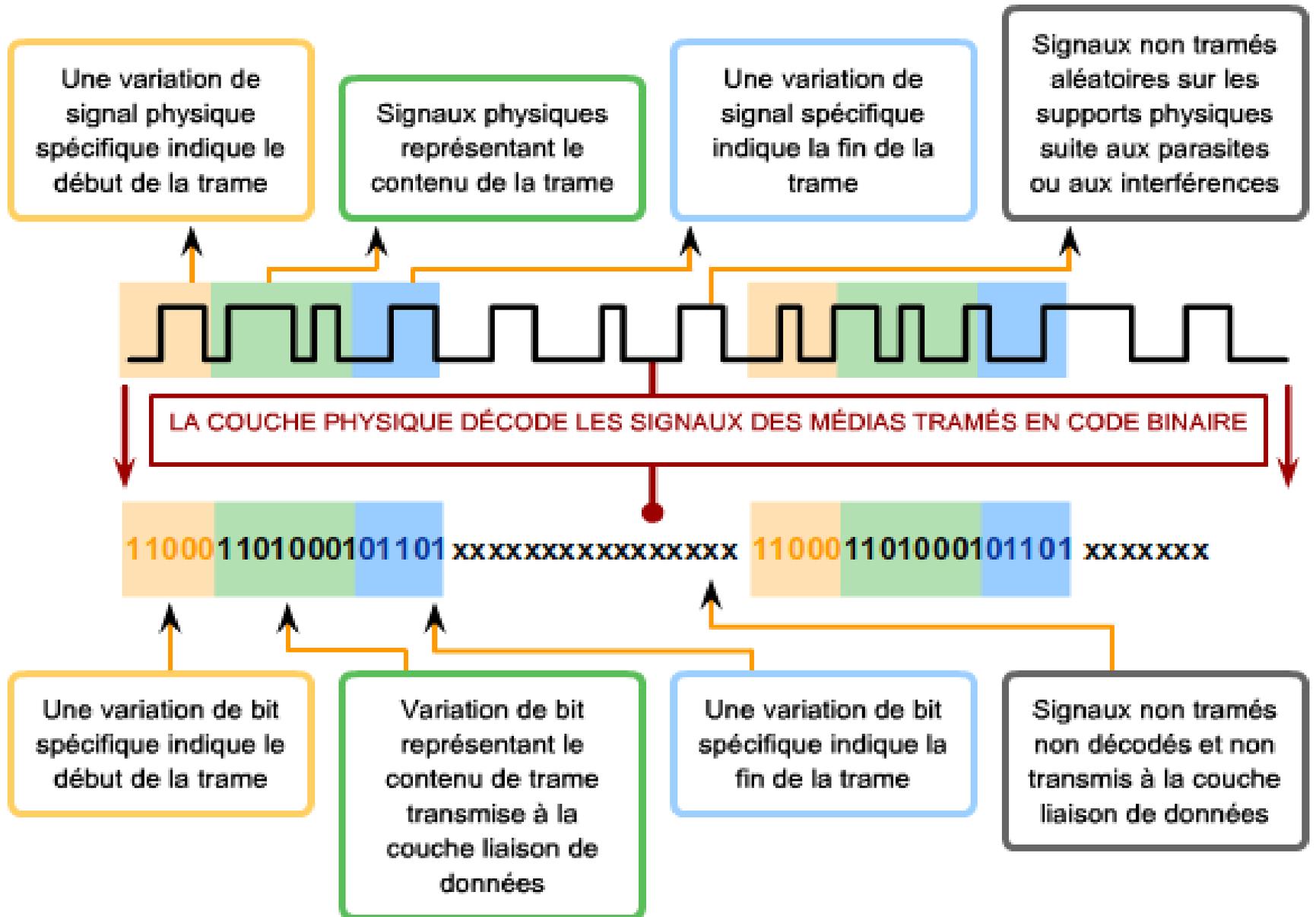
- À mesure que des vitesses plus élevées sont utilisées sur le support, apparaît le risque que les données soient endommagées.
- En utilisant les groupes de codage, nous pouvons détecter plus efficacement les erreurs. De plus, la vitesse de transmission des données augmentant, nous recherchons des moyens de représenter davantage de données sur le support en transmettant moins de bits.
- Les groupes de codage fournissent une méthode pour créer cette représentation de données.
- La couche physique d'un périphérique réseau doit pouvoir détecter les signaux de données légitimes et ignorer les signaux aléatoires hors données pouvant également se trouver sur le support physique.
- Le flux de signaux transmis doit commencer de telle manière que le récepteur reconnaisse le début et la fin de la trame.



Variations de signal

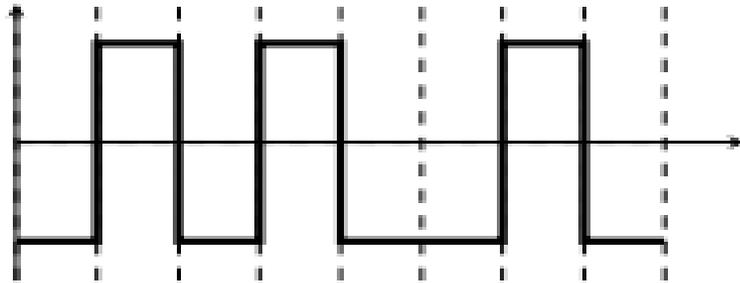
- Un moyen de fournir la détection de trame est de commencer chaque trame avec une variation des signaux représentant des bits que la couche physique reconnaît comme indiquant le début d'une trame.
- Une autre variation de bits signale la fin de la trame. Les bits du signal non tramés de cette manière sont ignorés par la norme de couche physique utilisée.
- Les bits de données valides doivent être groupés dans une trame ; sinon, ils sont reçus sans contexte de signification pour les couches supérieures du modèle de réseau.
- Cette méthode de tramage peut être fournie par la couche liaison de données, la couche physique, ou les deux.
- Ces variations de signal peuvent être décodées en bits. Les bits sont interprétés comme des codes. Ces codes indiquent où les trames commencent et s'arrêtent.



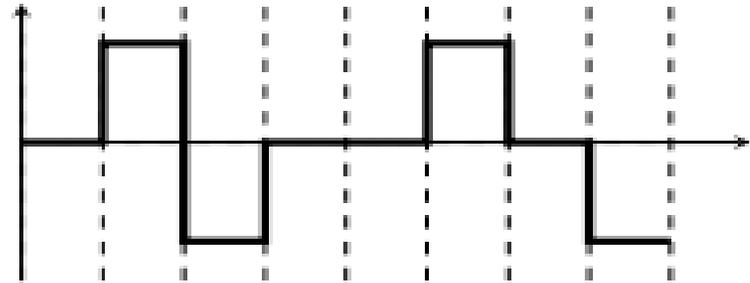


Exercice 1 :

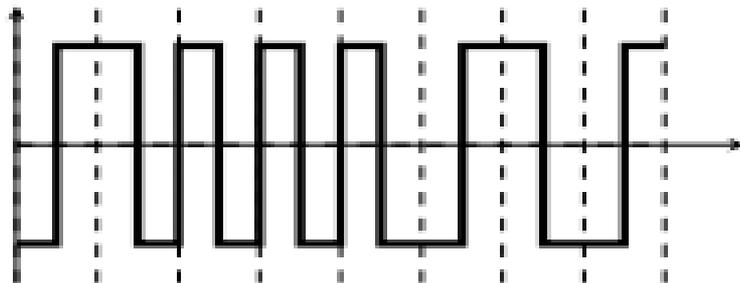
1- Pour chaque exemple de la figure , décodez l'octet représenté.



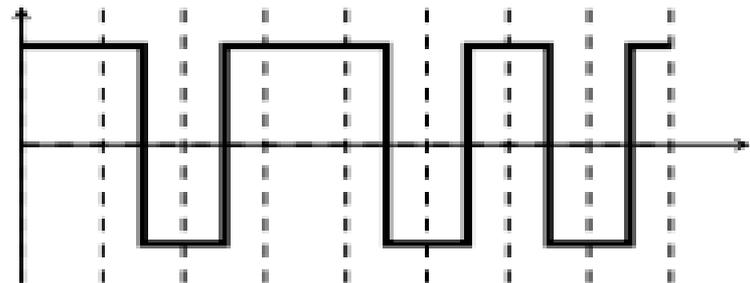
(a) codage NRZ



(b) codage bipolaire



(c) codage Manchester



(d) codage Miller

2- Représentez le signal binaire 0100 0010 1000 0111 en bande de base codé selon les codes tout-ou-rien, NRZ, Manchester, puis Miller.



II- LES SUPPORTS DE TRANSMISSION

© Cisco Systems, Inc. 1999

Divers types de média réseau



Les médias sont les supports physiques de la transmission utilisés dans le réseau. Ils servent à lier et à mettre en contact l'ensemble des nœuds avec le réseau. On appelle nœud tout point de connexion d'un élément d'émission ou de réception au réseau.

La liaison entre le média et l'ordinateur (le nœud) se fait en général par des connecteurs.

1- Le câble à paires torsadées

➤ On distingue deux types :

- Blindées : **STP** (**S**heilded **T**wisted **P**air)
- Non blindées : **UTP** (**U**nshilded **T**wisted **P**air)

A - PAIRE TORSADÉE NON BLINDÉE (UTP)

Il est constitué de quatre paires de fils. Chacun des 8 fils de cuivre du câble est protégé par un matériau d'isolation.

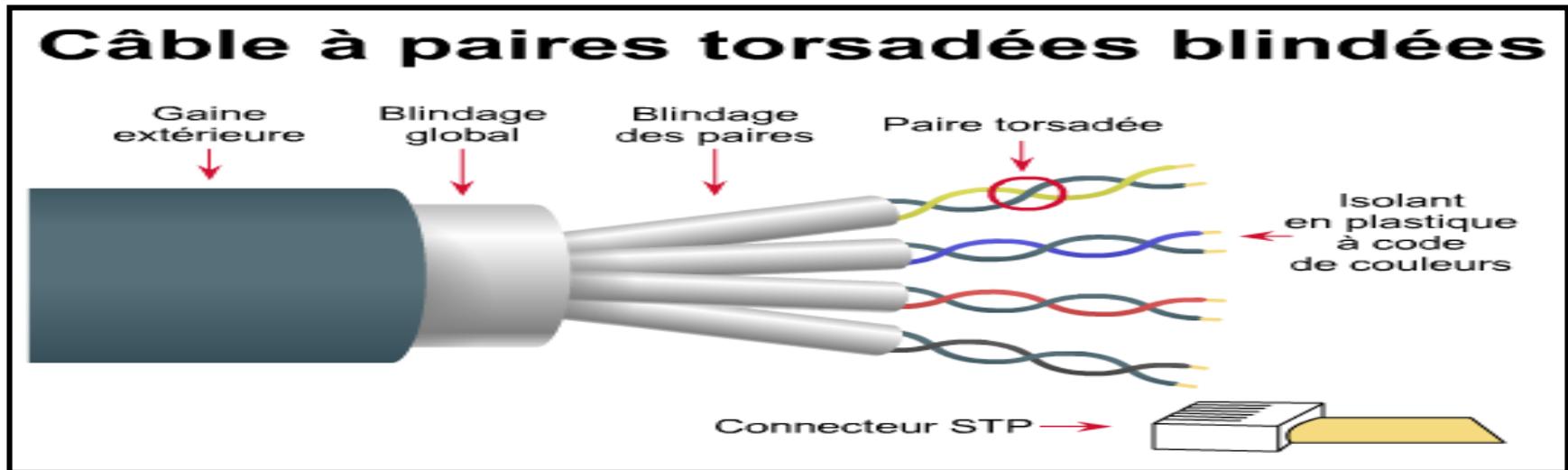


Désignation	: UTP (Unshielded Twisted Pair)
Vitesse	: 10 – 100 Mbits/s
Longueur max.	: 100m
Raccordement	: Connecteur RJ-45
Impédance	: 100 Ohms
Coût	: Faible



B - PAIRE TORSADÉ BLINDÉE (STP)

Il est constitué de 8 fils, chaque paire de fils est enveloppée dans une feuille métallique et les quatre paires sont elles-mêmes enveloppées dans une tresse ou feuille métallique. La gaine du câble enveloppe le câble.



Débit	De 10 à 100 Mbits/s
Facilité d'installation	Moyenne
Coût	Moyenne
Taille maximale	100 m
Connecteur	RJ-45

Il **réduit** le **bruit** électrique à l'intérieur, et les interférences électromagnétiques et radiofréquences à l'extérieur du câble.



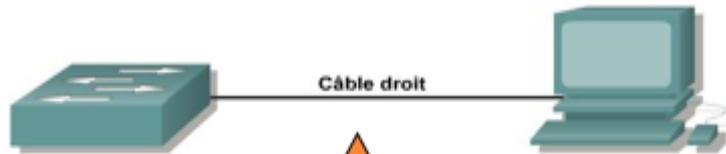
C- MONTAGE DES CABLES UTP ET STP:

Les types de câble à utiliser pour relier les équipements :

- Le câble *droit* pour les liaisons suivantes:
 - Commutateur vers routeur
 - Commutateur vers PC ou serveur
 - Concentrateur vers PC ou serveur
- Le câble *croisé* pour les liaisons suivantes:
 - Commutateur vers commutateur
 - Commutateur vers concentrateur
 - Concentrateur vers concentrateur
 - Routeur vers routeur
 - PC vers PC
 - Routeur vers PC



Connexion d'équipements différents :

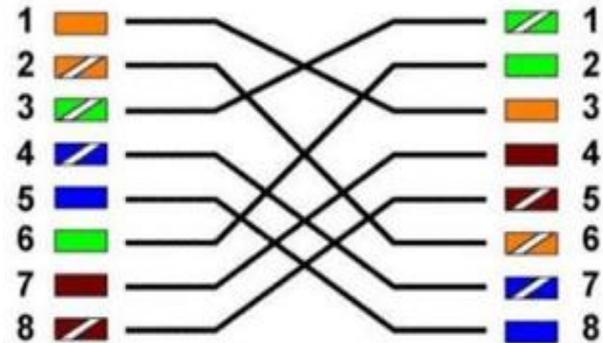


Broche 1 ----- Broche 1
 Broche 2 ----- Broche 2
 Broche 3 ----- Broche 3
 Broche 4 ----- Broche 4
 Broche 5 ----- Broche 5
 Broche 6 ----- Broche 6
 Broche 7 ----- Broche 7
 Broche 8 ----- Broche 8

Connexion d'équipements similaires



EIA/TIA T568B Crossover Diagram



Seuls quatre fils (1, 2, 3 et 6) sont actifs dans un câble d'interconnexion Ethernet (10BaseT et 100BaseTX)

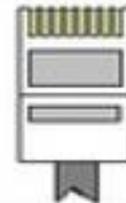


Prise RJ45
Mâle

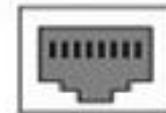
8 7 6 5 4 3 2 1



1 2 3 4 5 6 7 8



1 2 3 4 5 6 7 8

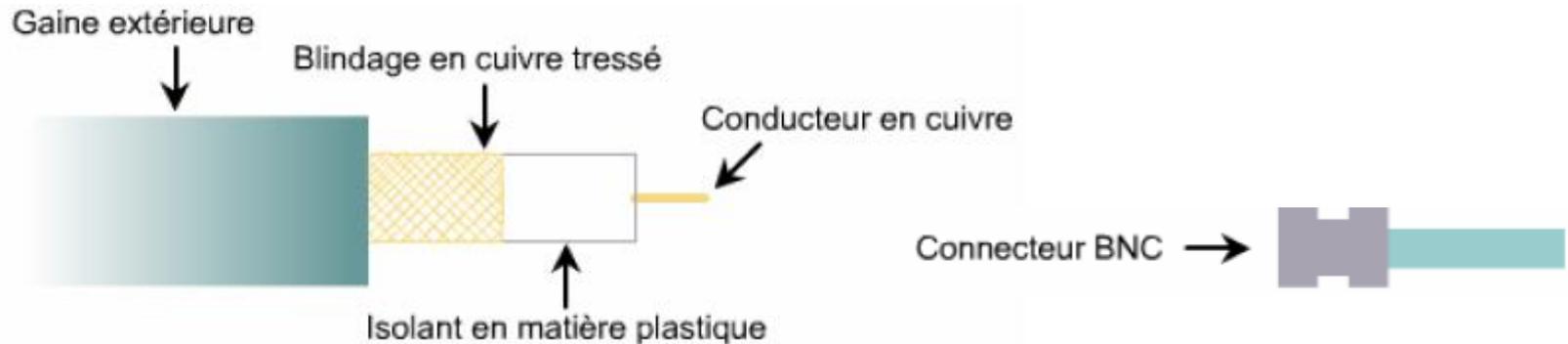


RJ45
FEMELLE



2 - CÂBLE COAXIAL (OU BNC BRITISH NAVAL CONNECTOR)

il est constitué d'un conducteur de cuivre qui est enveloppé d'un isolant flexible qui entouré d'une torsade de cuivre qui agit comme protecteur du conducteur intérieur. La gaine du câble enveloppe ce blindage.

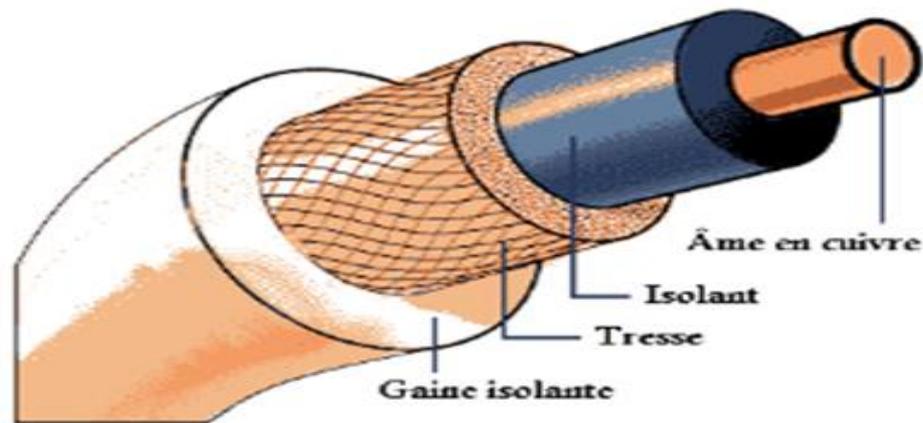


Caractéristiques :

	Epais	Fin
Impédance	50 ohms	75 ohms
Débit	De 10 à 100 Mbits/s	
Facilité d'installation	Moyenne	Facile
Coût	Un peu coûteux	Faible
Taille maximale	500 m	185 m
Connecteur	BNC	



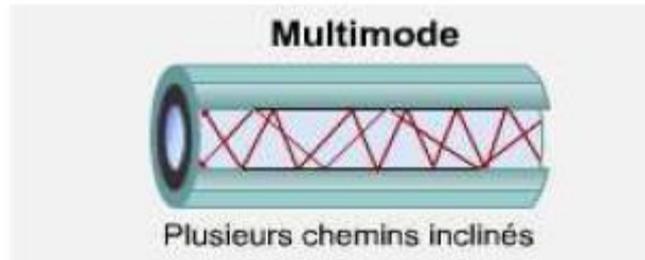
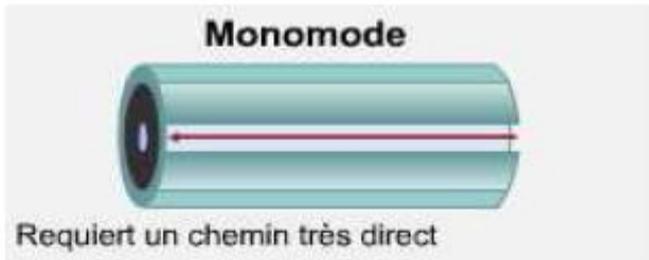
- Il existe deux types de câbles coaxiaux qui sont utilisés dans les réseaux locaux type Ethernet :
- Le gros câble coaxial (*thick Ethernet*) lié au protocole Ethernet 10 Base 5; Epais et raide à cause de son blindage, il est recommandé pour l'installation de câble fédérateur. Sa gaine est jaune.
- Le petit câble coaxial (*thin Ethernet*) lié au protocole Ethernet 10 Base 2; D'un diamètre plus réduit, il est plus pratique dans des installations comprenant des courbes. De plus il est plus économique mais dispose d'un blindage moins conséquent..



3 - LA FIBRE OPTIQUE :

- En général, un câble à fibre optique comprend cinq éléments : le cœur, l'enveloppe, une gaine intermédiaire (plastique), un matériau de résistance (Kevlar) et une gaine externe.
 - Le cœur constitue l'élément de transmission de la lumière au centre de la fibre optique.
 - L'enveloppe qui entoure le cœur contient également de l'oxyde de silicium mais son indice de réfraction est moins élevé que celui du cœur.
 - Une gaine intermédiaire qui entoure l'enveloppe. Elle protège le cœur et l'enveloppe contre tout dommage
 - Le matériau de résistance entourant la gaine intermédiaire empêche le câble de fibre de s'étirer au cours des installations.
 - La gaine externe Elle enveloppe la fibre pour la protéger contre l'abrasion, les solvants et autres contaminants.





Caractéristiques :

	Monomode	Multimode
Diamètre	62.5/125 ou 100/140 micron	50/125 ou 9/125 micron
Débit	100+ Mbits/s	
Facilité d'installation	Difficile	
Coût	Elevé	
Taille maximale	3000 m	2000 m
Connecteur	ST (<i>Straight Tip</i>)	SC (<i>Subscriber Connector</i>)
Faisceaux lumineux	Laser	LED
Couleur de la gaine externe	Jaune	Orange
Il est insensible aux interférences électromagnétiques et prend en charge des débits de données considérablement plus élevés , mais le verre dont il est constitué est très fragile .		

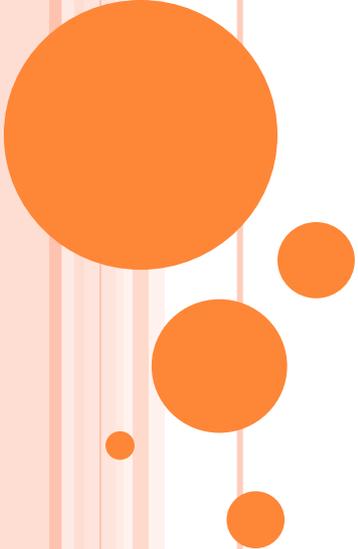
Avertissement : Le laser utilisé avec la fibre monomode génère une longueur d'onde visible. Le rayon laser est si puissant qu'il peut provoquer de graves lésions oculaires.



4- LES COMMUNICATIONS SANS FIL

- Les signaux sans fil sont des ondes électromagnétiques qui peuvent circuler dans le vide ou dans des médias tels que l'air. De ce fait, ils ne requièrent aucun média physique.
- Pour communiquer, un réseau LAN sans fil utilise :
 - des ondes radios (ex : 902MHz)
 - des micro-ondes (ex : 2.4GHz)
 - des ondes infrarouges (ex : 820 nanomètres)





LA COUCHE LIAISON DE DONNÉES

1. Les normes de réseau local

- Le modèle OSI comprend 2 couches dites « matérielles » ; en opposition aux couches logicielles. La couche 1 englobe les médias, les signaux ainsi que les bits se déplaçant sur diverses topologies.
- La couche Liaison de données a pour fonction de combler tous les manques de la couche physique afin de permettre la communication réseau.

a. IEEE et le modèle OSI

- Les normes IEEE sont actuellement les normes pré dominantes. Selon l'IEEE, on divise la partie matérielle du modèle OSI en 2 parties :
 - La norme LLC 802.2, ne dépendant pas de la technologie du média utilisé
 - Les éléments spécifiques, tributaires de la technologie, qui intègrent la couche physique du modèle OSI



- De plus cette division sépare la couche Liaison de données en 2 parties :
 - ***Media Access Control (MAC)*** : transmission vers le bas jusqu'au média.
 - ***Logical Link Control (LLC)*** : transmission vers le haut jusqu'à la couche réseau.
- La norme IEEE définit ses propres PDU, ses interfaces, et ses protocoles qui chevauchent les couches 1 et 2 du modèle OSI.
- La principale raison de cette différence est le fait qu'OSI est un modèle convenu et que l'IEEE a écrit ses normes après afin de faire face à différents problèmes réseaux.
- L'autre différence à noter est au niveau de la carte réseau. En effet, une carte réseau contenant l'adresse matérielle (MAC) de couche 2, elle devrait être classé dans les équipements de couche 2. Cependant, elle comprend également un émetteur récepteur de couche 1.
- Dès lors, il serait exact de dire qu'elle appartient aux couches 1 et 2 du modèle OSI.



ii. Les adresses MAC

- Une adresse MAC est une adresse matérielle ; c'est-à-dire une adresse unique non modifiable par l'administrateur et stockée sur une mémoire morte (ROM) de la carte réseau.
- Les adresses MAC comportent 48bits et sont exprimées sous la forme de 12 chiffres hexadécimaux :
 - 6 chiffres sont administrés par l'IEEE et identifient le fabricant de la carte.
 - 6 chiffres forment le numéro de série de la carte.
- On peut les représenter de 2 manières différentes : par groupe de 4 chiffres séparés par des points ou par groupe de 2 chiffres séparés par des tirets
- Les LANs de type Ethernet et 802.3 sont des réseaux dits de broadcast, ce qui signifie que tous les hôtes voient toutes les trames. L'adressage MAC est donc un élément important afin de pouvoir déterminer les émetteurs et les destinataires en lisant les trames.
- Le principal défaut de l'adressage MAC est qu'il est non hiérarchique, on ne peut pas faire de classement des adresses.

iii. Le verrouillage de trames

- Une Trame est le PDU de couche 2.
- Le verrouillage de trame est un concept permettant de récupérer les informations essentielles normalement impossible à obtenir avec les trains binaires comme par exemple :
 - Quels sont les ordinateurs en communication ?
 - Début et fin de la communication
 - Quelles sont les erreurs survenues ?
 - Qui est autorisé à parler ?
- Une trame st donc comme un tableau encadrant les bits et ajoutant les informations nécessaires à la compréhension de ces bits par les hôtes.



A	B	C	D	E	F
Champ de début de trame	Champ d'adresse	Champ de type/ longueur	Champ de Données	Champ TCS	Champ de fin de trame

iv. Structure de trame générique

- Champ de début de trames : annonce l'arrivée d'une trame
- Champ d'adresse : contient les informations d'identification (source et destination)
- Champ de longueur/type : dépend de la technologie, il peut indiquer la longueur de la trame, le protocole de couche 3 ou encore rien du tout
- Champ de données : contient les informations à transmettre, parfois accompagnés d'octets de remplissage pour que les trames aient une longueur minimale à des fins de synchronisation
- Champ de FCS : permet de détecter les erreurs, c'est une séquence de contrôle permettant au destinataire de vérifier le bon état de la trame.
 - *Exemple : le CRC ou code de redondance cyclique : calculs polynomiaux sur les données.*
- Champ de fin de trame : permet d'annoncer la fin de la trame

Structure d'une trame Ethernet/ IEEE 802.3 :

- Les champs de trame des réseaux Ethernet et IEEE 802.3 sont décrits dans les courtes définitions suivantes :

Ethernet						
?	1	6	6	2	46-1500	4
Préambule	Délimiteur de début de trame	Adresse de destination	Adresse d'origine	Type	Données	Séquence de contrôle de trame

Nombre d'octets :

8

6

6

2

46 à 1500

4

Préambule	Adresse Destination	Adresse Source	Ether Type	Données	CRC
-----------	---------------------	----------------	------------	---------	-----

IEEE 802.3						
?	1	6	6	2	64-1500	4
Préambule	Délimiteur de début de trame	Adresse de destination	Adresse d'origine	Longueur	En-tête et données 802.2	Séquence de contrôle de trame

Nombre d'octets :

8

6

6

2

46 à 1500

4

Préambule	Adresse Destination	Adresse Source	Longueur	PDU LLC	CRC
-----------	---------------------	----------------	----------	---------	-----

2. Les sous couches LLC et MAC

i. Le contrôle de lien logique (LLC)

- La sous couche LLC a été créée afin de permettre à une partie de la couche liaison de données de fonctionner indépendamment des technologies existantes.
 - Cela assure la polyvalence des services fournis aux protocoles de couche réseau situés en amont de cette couche tout en communiquant avec les différentes technologies utilisés pour véhiculer les informations entre la source et la destination.
 - Le rôle de cette sous-couche est de réceptionner le paquet IP et d'y ajouter les informations de contrôle pour en faciliter l'acheminement jusqu'à la destination. Elle ajoute 2 éléments d'adressage décrit dans la spécification LLC 802.2 :
 - Le point d'accès DSAP : point d'accès SAP du nœud réseau désigné dans le champ de destination du paquet
 - Le point d'accès SSAP
 - **SAP** : point d'accès au service : champ de la spécification d'une adresse définie par la norme IEEE 802.2
- 

- La sous couche LLC gèle les communications entre les dispositifs sur une seule liaison réseau.
- La norme IEEE 802.2 définit un certain nombre de champs dans les trames, lesquels permettent à plusieurs protocoles de couche supérieur de partager une liaison de données physique.
- Ce paquet IP encapsulé se rend ensuite à la sous-couche MAC où la technologie utilisée effectue une encapsulation supplémentaire.

ii. La sous-couche MAC

- La sous-couche MAC concerne les protocoles que doit suivre un hôte pour accéder au média.
- Dans un environnement de média partagé, il permet de déterminer quel ordinateur peut parler.
- On distingue 2 types de protocoles MAC :
 - Déterministes : chacun son tour
 - Exemple : Token Ring
 - Non déterministe : premier arrivé premier servi
 - Exemple : Ethernet



3- CARTE RÉSEAU ETHERNET :

Une carte réseau (appelé Network Interface Card (NIC)) , également nommée adaptateur réseau, est constituée l'interface qui permet de **connecter** un ordinateur et un câble réseau



Le rôle de la carte réseau est de préparer, d'envoyer et de contrôler les données du réseau.



i- Préparation des données à envoyer :

- La carte réseau utilise un **TRANSCEIVER** qui est un circuit électronique qui transforme ou qui traduit les données venant du **câble en octet** afin que l'unité centrale de l'ordinateur les comprennes et aussi les données venant de l'ordinateur sous forme de **signaux numérique en signaux électronique** susceptibles de voyager sur les câbles du réseau.

ii- Adresse MAC

- Chaque carte dispose d'une adresse unique appelé adresse MAC (Media Access Control) affectée par le constructeur de la carte. Ce qui lui permet d'être identifié de façon unique.

iii- Installation Matériel

- La carte réseau s'installe directement dans l'ordinateur.
- L'ordinateur possède un certain nombre de connecteur d'extensions qui permettent d'insérer différentes cartes et notamment une carte réseau appelé aussi SLOT



iv- Ports:

- Le port sert à connecter une carte réseau à un réseau chaque carte est équipée d'un ou deux port, qui permettent de brancher un ou deux type de câble pour relier l'ordinateur au réseau.

v- Pilote :

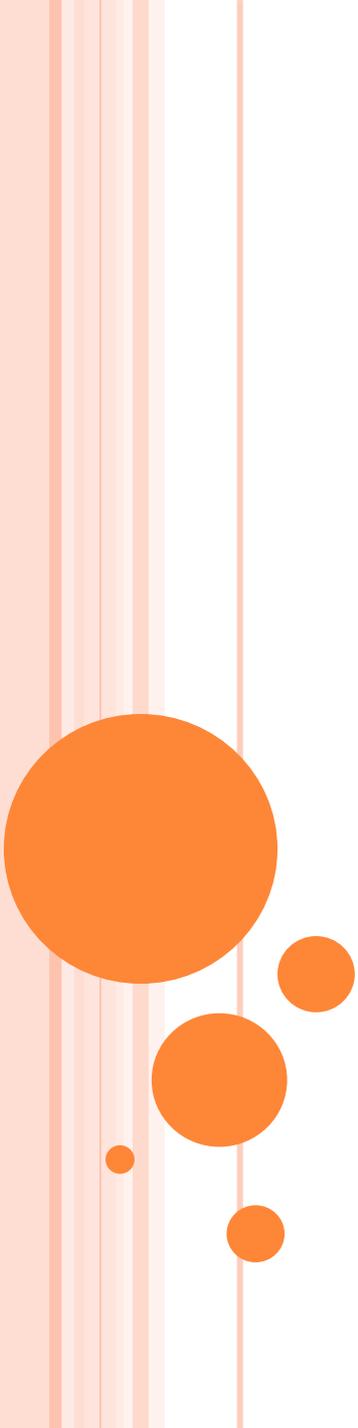
- Pour que la carte réseau insérée dans l'ordinateur puisse être utilisée par le système d'exploitation de l'ordinateur, il faut installer sur l'ordinateur un logiciel spécial appelé pilote. Un pilote est un petit logiciel qui permet à un périphérique et au système d'exploitation de communiquer entre eux.



vi- Half Duplex et Full Duplex.

- Une carte réseau Ethernet peut être de type *Half Duplex* (envoi ou réception) et Full duplex (envoi et réception simultanément). Toutes les cartes actuelles sont *Full Duplex*, ce qui double le taux de transfert maximum. Cette solution doit utiliser un Switch (les Hub sont d'office *half Duplex*).
- Pour des problèmes de câblage, on doit parfois passer en mode Half Duplex sur la carte réseau. La configuration se paramètre dans les propriétés de la carte réseau sous l'onglet avancé.





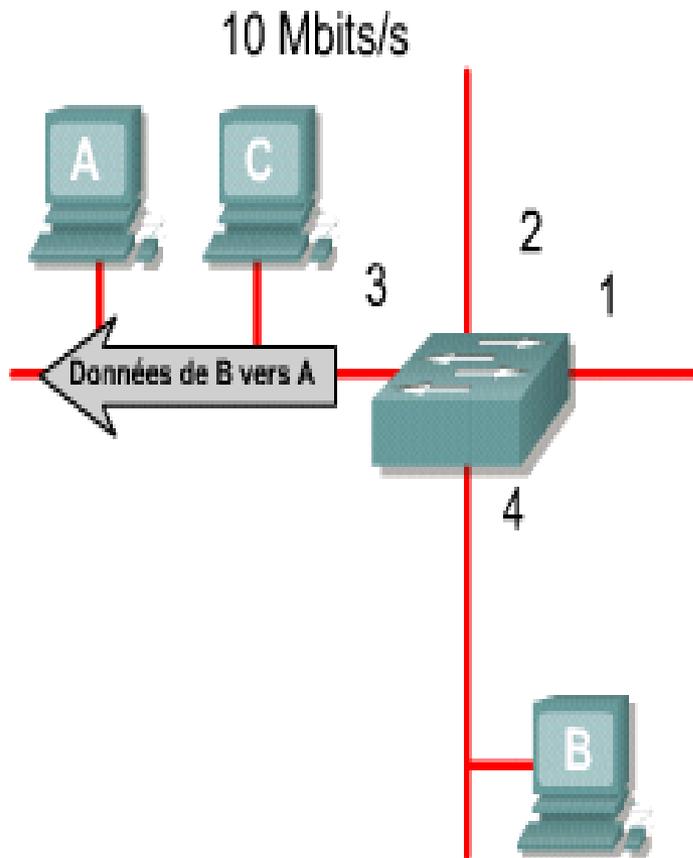
NOTION DE COMMUTATION

I- Fonctionnement d'un commutateur

- Les commutateurs sont des ordinateurs dédiés et spécialisés qui contiennent un CPU, une mémoire RAM et un système d'exploitation.
- Un commutateur peut être géré par le biais d'une connexion au port console qui vous permet de consulter et de modifier la configuration.
- En règle générale, les commutateurs n'ont pas d'interrupteur d'alimentation permettant de les mettre sous tension ou hors tension. Il y a des modèles avec 12, 24 et 48 ports.



- La commutation est une technologie qui permet de réduire la congestion des réseaux LAN Ethernet, Token Ring et FDDI (*Fiber Distributed Data Interface*).
- Les commutateurs utilisent la micro segmentation afin de réduire les domaines de collisions et le trafic réseau. Cette réduction engendre une utilisation plus efficace de la bande passante et augmente ainsi le débit. Les commutateurs LAN sont souvent utilisés pour remplacer des concentrateurs partagés et sont conçus pour fonctionner avec les infrastructures de câblage existantes.
- Une unité de commutation exécute deux fonctions de base:
 - La commutation de trames de données – Opération qui consiste à recevoir une trame sur une interface du commutateur, de sélectionner la(les) interface(s) de sortie et de finalement transmettre la trame.
 - Gestion des tables de commutation – Les commutateurs créent et gèrent des tables de commutation. Les commutateurs construisent aussi sur chaque LAN des topologies réseaux exempts de boucles.



10 Mbits/s

Interface

	1	2	3	4
A			X	
B				X

Stations

II- Modes de commutation :

- La transmission de trames recourt aux deux modes de commutation suivants:

i- Commutation Store-and-Forward :

- La trame entière doit être reçue pour pouvoir l'acheminer. Les adresses d'origine et de destination sont lues et des filtres sont appliqués avant l'acheminement de la trame. Une latence est générée pendant la réception de la trame. Elle est élevée s'il s'agit d'une grande trame, car l'intégralité d'une trame doit être reçue pour que le processus de commutation puisse démarrer.
- Le commutateur est en mesure de vérifier les erreurs dans toute la trame, ce qui améliore la détection des erreurs.

Store and Forward



Un commutateur Store and Forward reçoit la trame entière, calcule le contrôle par redondance cyclique (CRC) et vérifie la longueur de la trame. Si le CRC et la longueur de la trame sont admis, le commutateur recherche l'adresse de destination qui détermine l'interface de sortie. La trame est ensuite acheminée par le port approprié.

ii- Commutation Cut-through :

- La trame est envoyée via le commutateur avant la réception intégrale de la trame. L'adresse de destination de la trame doit être au moins lue avant la transmission de la trame. Ce mode réduit à la fois la latence de la transmission et la détection des erreurs.



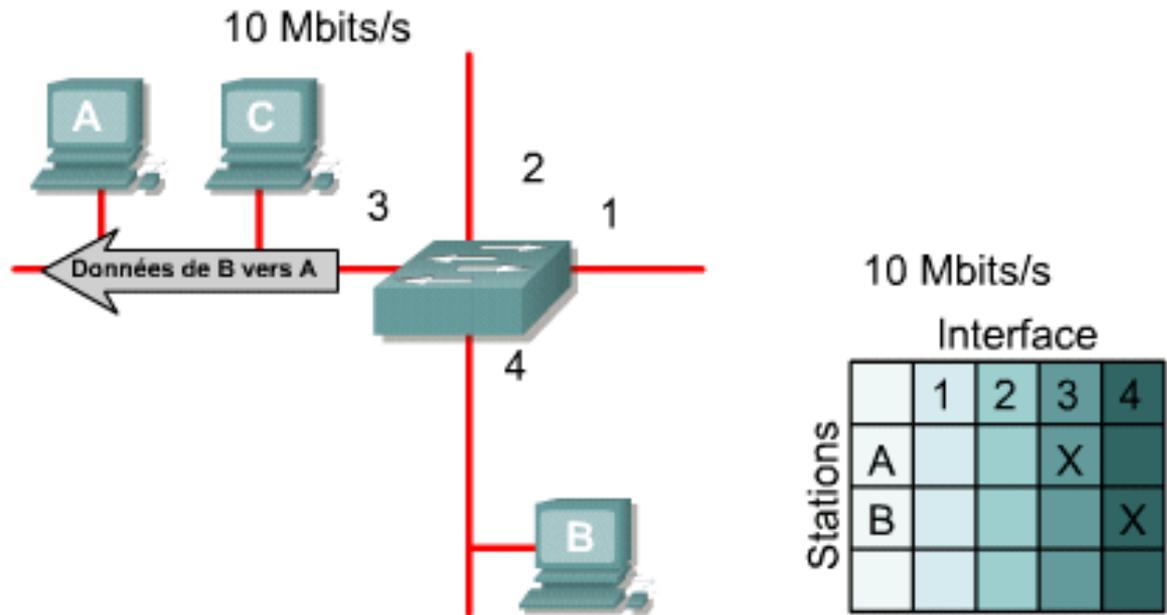
Un commutateur cut-through achemine la trame avant qu'elle ne soit entièrement reçue. Au minimum, l'adresse de destination de la trame doit être lue avant que celle-ci ne soit retransmise.

Il existe deux types de commutation Cut-through:

- **Fast-Forward** : Ce type de commutation offre le niveau de latence le plus faible. La commutation Fast-Forward transmet une trame immédiatement après la lecture de l'adresse de destination.
 - Comme le mode de commutation Fast-Forward commence l'acheminement avant la réception du trame entier, il peut arriver que des trames relayés comportent des erreurs.
 - Bien que cela ne se produise qu'occasionnellement, la carte réseau de destination rejette la trame défectueux lors de sa réception. En mode Fast-Forward, la latence est mesurée à partir du premier bit reçu jusqu'au premier bit transmis.
- **Fragment-Free** : Ce mode de commutation filtre les fragments de collision avant de commencer la transmission. Les fragments de collision constituent la majorité des erreurs de trame.
 - Dans un réseau fonctionnant correctement, la taille des fragments de collision doit être inférieure à 64 octets. Tout fragment d'une taille supérieure à 64 octets constitue une trame valide et est habituellement reçu sans erreur.
 - En mode de commutation Fragment-Free, la trame doit être considéré comme n'étant pas un fragment de collision pour être acheminé. La latence est mesurée à partir du premier bit reçu jusqu'au premier bit transmis.

III- Domaines de collision

- Les collisions constituent l'inconvénient majeur des réseaux Ethernet 802.3. Les trames transmises au cours d'une collision sont altérées ou détruites.
- Les hôtes émetteurs arrêtent la transmission pendant une période de temps aléatoire basée sur les règles Ethernet 802.3 du mode d'accès CSMA/CD. Un nombre excessif de collisions peut nuire à la productivité d'un réseau.
- La zone du réseau d'où proviennent les trames qui entrent en collision est appelée domaine de collision. Tous les environnements à média partagé sont des domaines de collision.
- Quand un hôte est connecté à une interface d'un commutateur, le commutateur crée alors une connexion dédiée. Cette connexion est considérée comme un domaine de collision individuel. Par exemple, si un commutateur à douze ports comprend une unité connectée à chaque port, douze domaines de collision sont créés.
- Un commutateur crée une table de commutation en apprenant les adresses MAC des hôtes connectés à chaque port du commutateur. Lorsque deux hôtes connectés veulent communiquer, le commutateur consulte la table de commutation et établit une connexion virtuelle entre les deux ports. Le circuit virtuel est maintenu jusqu'à ce que la session soit terminée.

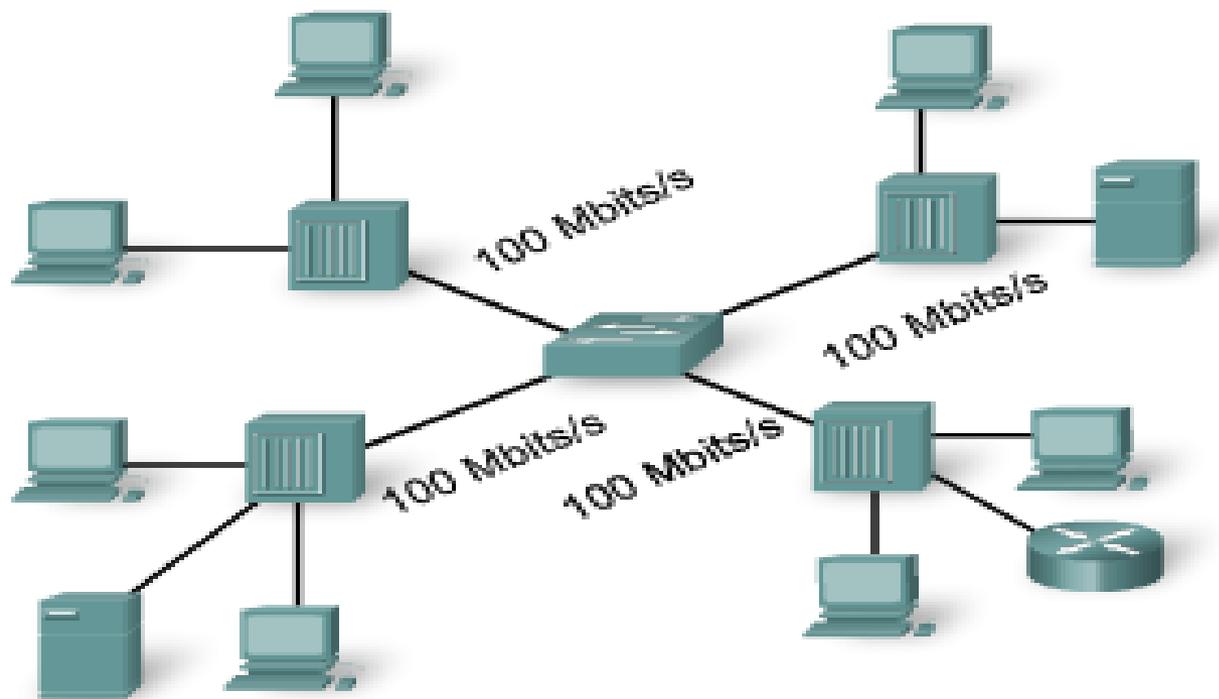


Dans la figure, les hôtes B et C veulent communiquer entre eux. Le commutateur crée une connexion virtuelle appelée micro-segment. Ce micro-segment se comporte comme si le réseau ne comprenait que deux hôtes, un hôte émetteur et un hôte récepteur fournissant le taux d'utilisation maximal de bande passante.

Les commutateurs réduisent le nombre de collisions et augmentent la bande passante sur les segments réseau parce qu'ils offrent une bande passante réservée à chacun de ces segments.

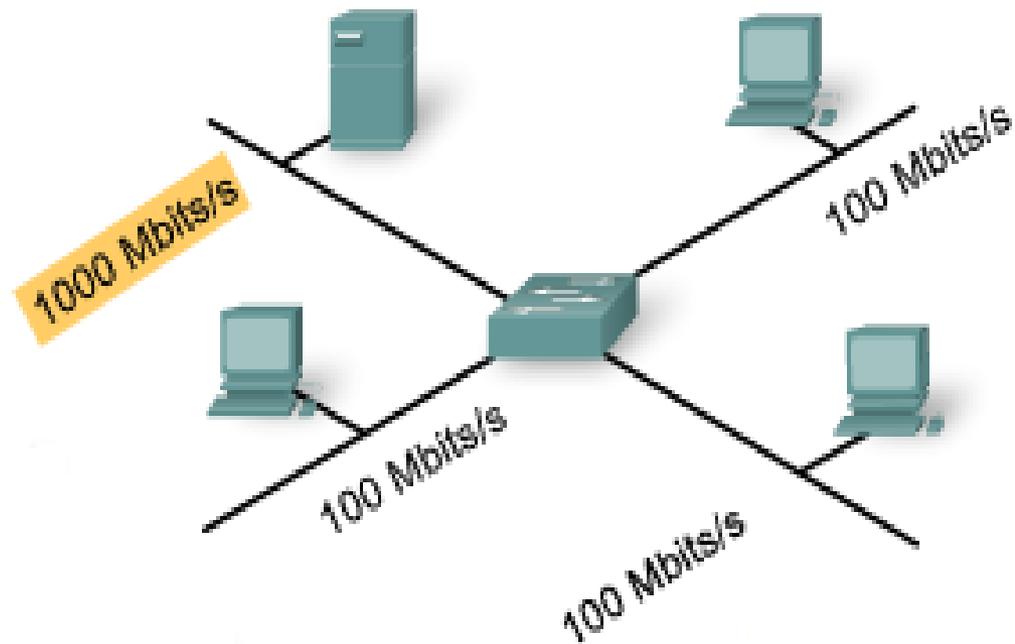
IV- Commutation symétrique et asymétrique :

- La commutation symétrique ou asymétrique d'un réseau LAN dépend de la façon dont la bande passante est allouée aux ports de commutateur.
- La commutation symétrique fournit des connexions commutées entre des ports de même débit.
- Un commutateur LAN asymétrique fournit des connexions commutées entre des ports de débit différent, par exemple entre une combinaison de ports de 10 Mbits/s et de 100 Mbits/s.
 - La commutation asymétrique permet d'attribuer davantage de bande passante au port de commutateur du serveur afin d'éviter les goulots d'étranglement.
 - Le trafic devient ainsi plus fluide lorsque plusieurs clients communiquent simultanément avec le même serveur.
 - La commutation asymétrique nécessite l'utilisation de la mémoire tampon pour conserver les trames contiguës entre les ports de débit différent.



Symétrique

Chaque port sur le commutateur bénéficie de la même bande passante.



Asymétrique

Une plus grande quantité de bande passante est attribuée au port connecté à un serveur.

V- Mise en mémoire tampon axée sur les ports et partagée

- Un commutateur Ethernet peut utiliser une technique de mise en mémoire tampon pour stocker des trames avant de les transmettre.
- La mise en mémoire tampon peut également être une solution lorsque le port de destination est saturé suite à un encombrement et que le commutateur stocke la trame jusqu'à ce qu'il puisse la transmettre.
- Le recours à une mémoire pour le stockage des données est désigné par le terme de « mise en mémoire tampon ».
- La mise en mémoire tampon est matériellement intégrée au commutateur et, hormis la possibilité d'accroître la quantité de mémoire disponible, n'offre aucune possibilité de configuration.

- Il existe deux méthodes de mise en mémoire tampon : axée sur les ports et partagée.

- *Mise en mémoire tampon axée sur les ports*

- Dans le cas de la mise en mémoire tampon axée sur les ports, les trames sont stockées dans des files d'attente liées à des ports entrants spécifiques. Une trame est transmise au port sortant uniquement si toutes les trames qui la précèdent dans la file d'attente ont été correctement transmises. Une seule trame peut retarder la transmission de toutes les trames en mémoire si un port de destination est saturé. Ce retard se produit, même si les autres trames peuvent être transmises à des ports de destination libres.

- *Mise en mémoire tampon partagée*

- La mise en mémoire tampon partagée stocke toutes les trames dans une mémoire tampon commune à tous les ports du commutateur. La capacité de mémoire tampon nécessaire à un port est allouée dynamiquement. Les trames de la mémoire tampon sont liées de manière dynamique au port de destination, ce qui permet de recevoir le paquet sur un port et de le transmettre sur un autre, sans avoir à le déplacer vers une autre file d'attente.

- Le commutateur tient à jour une carte de liaisons entre une trame et un port, indiquant l'emplacement vers lequel un paquet doit être acheminé.
- Cette carte est effacée dès que la trame a été transmise correctement.
- Le nombre de trames stockées dans la mémoire tampon est limité par la taille totale de cette dernière, mais ne se limite pas à un seul tampon du port, ce qui permet de transmettre de plus grandes trames en en supprimant un minimum.
- C'est là une caractéristique importante de la commutation asymétrique, car les trames sont échangées entre des ports associés à des débits différents.

Mémoire axée sur les ports	Dans le cas de la mise en mémoire tampon axée sur les ports, les trames sont stockées dans des files d'attente liées à des ports entrants spécifiques.
Mémoire partagée	La mise en mémoire tampon partagée stocke toutes les trames dans une mémoire tampon commune à tous les ports du commutateur.