



SESAME
School of High-Tech & Smart Data

Module: Fondements des réseaux

Dr. Slim ABBES

Email:

slim.abbes@sesame.com.tn



SESAME
School of High-Tech & Smart Data

Chapitre 2: Accès réseau

Dr. Slim ABBES

Email:

slim.abbes@sesame.com.tn

• Couche 1 - Physique

- Gère le matériel réseau et la transmission brute des signaux.
- Convertit les données en impulsions électriques, signaux optiques ou ondes radio.
- Composants : câbles, fibres optiques, ondes radio, connecteurs RJ45, Wi-Fi.
- Exemples :
 - Transmission des bits via un câble Ethernet.
 - Signal Wi-Fi entre un routeur et un PC.



Cable Ethernet RJ45



Cable coaxial



Wifi

• Couche 2 – Liaison de Données

- Assure la transmission sans erreurs des trames entre deux nœuds connectés physiquement.
- Gère les adresses MAC et la détection des collisions.
- Sous-couches :
 - LLC (Logical Link Control) : Contrôle la communication.
 - MAC (Media Access Control) : Gère l'accès au support.
- Protocoles : Ethernet, Wi-Fi (802.11), ARP, PPP.
 - Exemples :
 - Communication entre un PC et un switch via Ethernet.
 - Attribution d'une adresse MAC par un routeur.

1. LLC (Logical Link Control - Contrôle de Liaison Logique)

- Située **au-dessus** de la sous-couche MAC.
- Responsable de la communication avec la **couche réseau** (Niveau 3 du modèle OSI).
- Fournit des services comme :
 - Multiplexage/démultiplexage des protocoles réseau (IPv4, IPv6, etc.).

Exemple avec Ethernet (IEEE 802.3)

Dans Ethernet, la sous-couche LLC utilise un champ appelé EtherType dans l'en-tête pour indiquer quel protocole réseau doit traiter la trame :

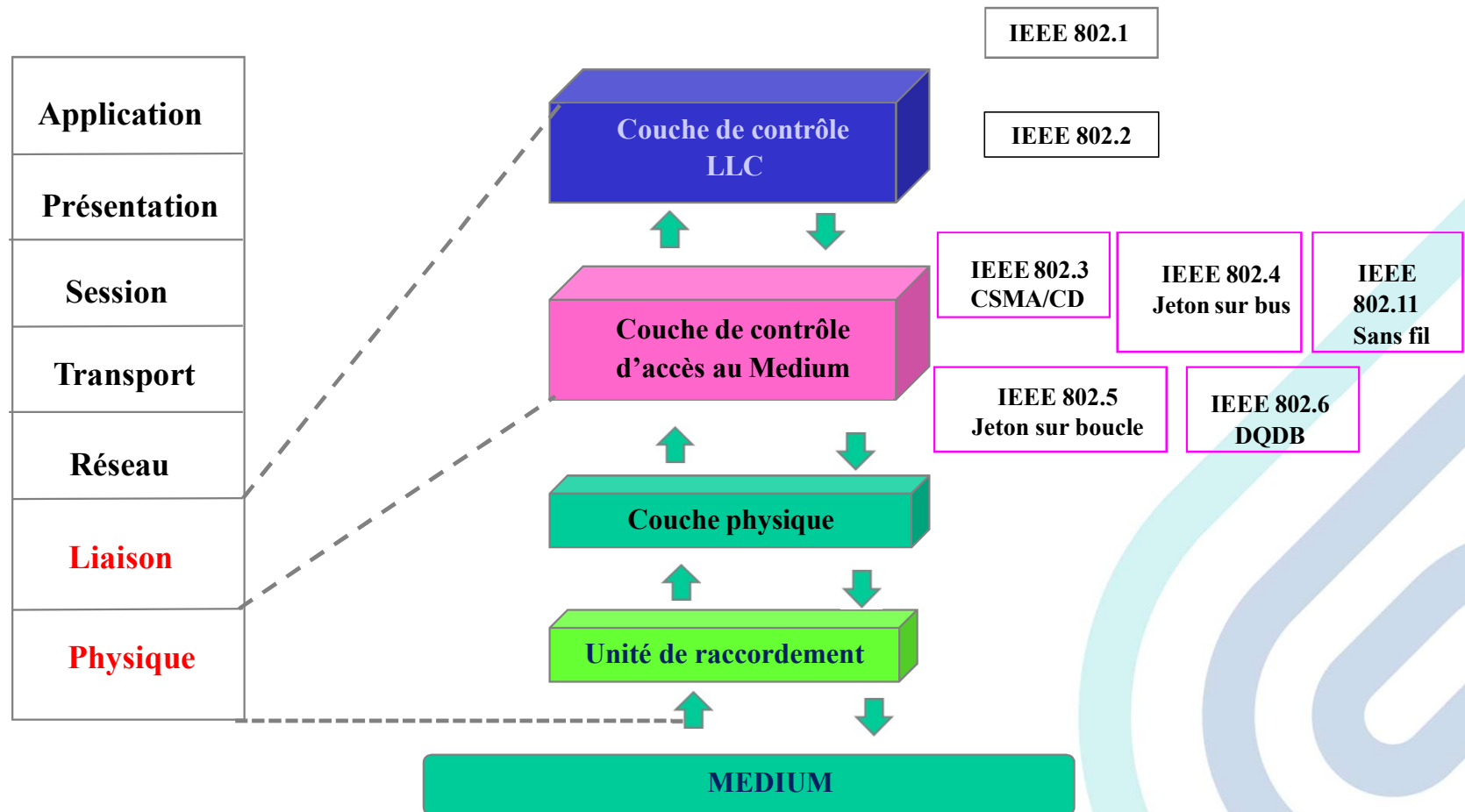
- ✓ 0x0800 → IPv4
 - ✓ 0x86DD → IPv6
 - ✓ 0x8137 → IPX
 - ✓ 0x809B → AppleTalk
- Contrôle de flux et gestion des erreurs.
 - Transmission **orientée connexion** ou **sans connexion** selon le type de protocole utilisé (comme IEEE 802.2).

2. MAC (Media Access Control - Contrôle d'Accès au Support)

- Située **en dessous** de LLC, plus proche du matériel.
- Gère l'accès au média physique et assure que les données peuvent être transmises sans collision.
- Définit des **adresses MAC** uniques pour identifier les périphériques sur le réseau.
- Implémente différents protocoles d'accès au support, selon la technologie utilisée :
 - **Ethernet** (CSMA/CD)
 - **Wi-Fi** (CSMA/CA)
 - **Token Ring**
 - **FDDI** (Fiber Distributed Data Interface)

En résumé, la **sous-couche MAC** est responsable du transfert effectif des données sur le support physique, tandis que la **sous-couche LLC** assure la gestion logique de la communication avec la couche réseau.

Normalisation des réseaux locaux



L'IEEE a défini plusieurs standards pour la couche liaison et la couche physique :

1.IEEE 802.1 : Standard général pour la gestion des réseaux.

2.IEEE 802.2 : Définit la sous-couche LLC (Logical Link Control) pour la gestion de la communication sur le réseau.

3.IEEE 802.3 (CSMA/CD) : Norme pour Ethernet (réseau filaire).

4.IEEE 802.4 (Jeton sur bus) : Protocole basé sur un accès par jeton.

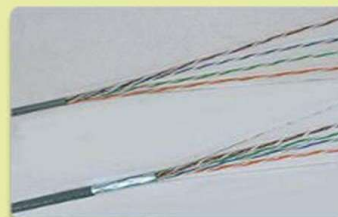
5.IEEE 802.5 (Jeton sur boucle) : Norme utilisée pour Token Ring.

6.IEEE 802.6 (DQDB) : Distributed Queue Dual Bus, utilisé pour les réseaux métropolitains.

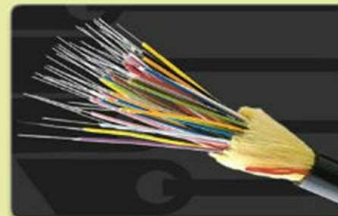
7.IEEE 802.11 (Sans fil) : Norme utilisée pour le Wi-Fi.

Supports de transmission

Cuivre



Fibre optique



Sans fil



Réseaux locaux

- Différentes générations de réseaux locaux selon la bande passante offerte

N.B: Bande passante : Capacité théorique maximale du canal de communication.

1. Bande passante analogique : Mesurée en Hertz (Hz), utilisée en télécommunications pour indiquer la plage de fréquences disponibles.
2. Bande passante numérique : Mesurée en bits par seconde (bps), représente la quantité de données pouvant être transmises sur un réseau
 - première génération : 1 à 10 Mb/s
 - Ethernet (IEEE 802.3)
 - Jeton sur bus (IEEE 802.4)
 - Jeton sur boucle (IEEE 802.5)

Réseaux locaux

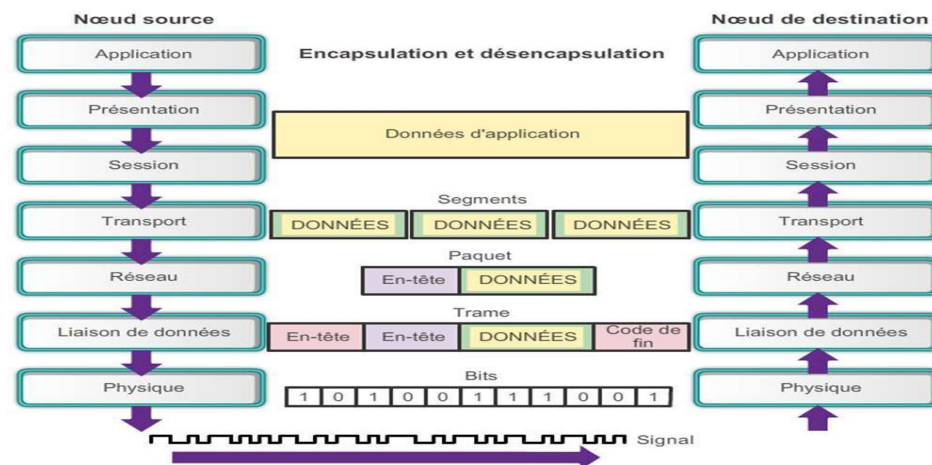
- deuxième génération : 100 Mb/s, flux synchrones
 - FDDI (Fiber Distributed Data Interface)
 - DQDB (Distributed Queue Dual Bus)
 - **Fast Ethernet** , 100 Mb/s Anylan
- troisième génération : Gb/s
 - Gigabit Ethernet
 - 10-Gigabit Ethernet



Rôle de la couche physique

La couche physique

- La couche physique fournit le moyen de transporter sur le support réseau
- les bits constituant une trame de couche liaison de données
- Elle code les bits en signaux adaptés au support physique
- les bits codés sont reçus par le nœud final ou par un nœud intermédiaire
- La couche physique du nœud destinataire récupère le signal et le décode en bits qui sont montés à la couche liaison de données sous forme de trame.



Couche physique

- Couche physique: fournit les moyens mécaniques, électriques, fonctionnels et procéduraux nécessaires à l'activation, au maintien et à la désactivation des connexions physiques destinées à la transmission des bits entre deux entités de liaison de données
 - génération des signaux de transmission
 - génération des signaux d'horloge de synchronisation
 - codage et décodage de l'information
 - détection et indication des cas de coupure du circuit
 - Eléments de la couche : modem, multiplexeurs

Capacité de transport des données

- La bande passante décrit la capacité du support à transporter des données d'un endroit à un autre en une période de temps donnée (bits par seconde)
 - Kbps = 10^3 bps
 - Mbps = 10^6 bps
 - Gbps = 10^9 bps
- La bande passante est limitée par la physique du support et des technologies utilisées pour la signalisation et la détection des signaux

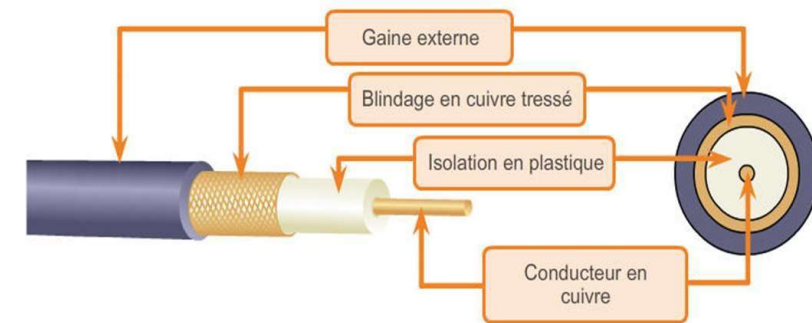
Capacité de transport des données

- Le débit est la mesure du transfert de bits sur le support pendant une période donnée. Le débit < bande passante à cause de certains facteurs.
 - Le débit est affecté par le PC, le serveur, les autres utilisateurs du réseau, les équipements traversés, etc.
 - Sur un chemin, le débit dépend de la bande passante du segment le plus lent
- Le débit applicatif correspond aux données utilisables (sans trafic de surcharge du protocole) envoyées pendant une période donnée. C'est le paramètre le plus intéressant pour les utilisateurs du réseau
- Délai ou durée de transfert d'une quantité de données T est égale à $T / \text{Débit}$;
- Dans les meilleurs des cas : Délai = $T/\text{Bande Passante}$;
- Taux d'erreur : nombre de bits qui s'inversent sur le nombre de bits transmis

Les supports de transmission

Le câble coaxial

- Câble central (conducteur en cuivre) entouré d'un isolant et d'une tresse métallique ou blindage en cuivre tressé (Exemple : câble d'antenne TV)
- Supporte des débits élevés (jusqu'à 100 Mb/s)
- Une large bande passante (jusqu'à 400 Mhz)
- Bien protégé contre les interférences
- Grandes distances



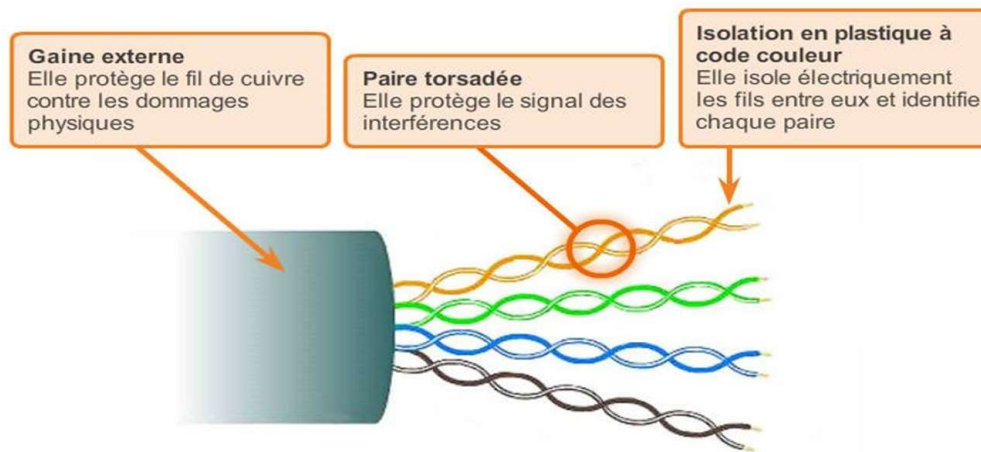
Les supports de transmission

Le câble à paires torsadées

- Un média à quatre paires de fils
- Chacun des 8 fils de cuivre du câble est protégé par une isolation.
- Les paires de fils sont enroulés en torsade
- Plusieurs types : paires torsadées blindées (STP), paires torsadées non blindées (UTP)
- Les paires torsadées limitent la dégradation du signal due aux interférences électromagnétiques et aux interférences de radiofréquences : effet d'annulation
- Mais affaiblissement des signaux très important: distances limitées
- Remédier aux affaiblissements
 - placer des amplificateurs à des intervalles réguliers
 - transmission numérique (bande de base)

Les supports de transmission

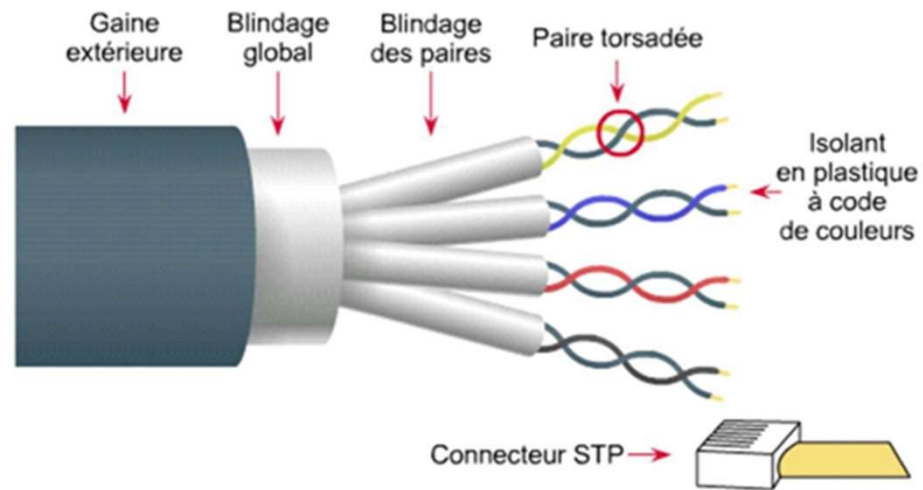
Le câble à paires torsadées non blindés (UTP)



- Très utilisé dans le câblage des réseaux LAN (entre hôte et concentrateur ou commutateur) : solution simple et économique
- Se termine par un connecteur RJ45
- Les fils sont torsadés pour éviter les interférences des signaux des autres fils

Les supports de transmission

Le câble à paires torsadées blindés



- utilise des connecteurs RJ45
- Meilleure protection contre les interférences
- Plus onéreux

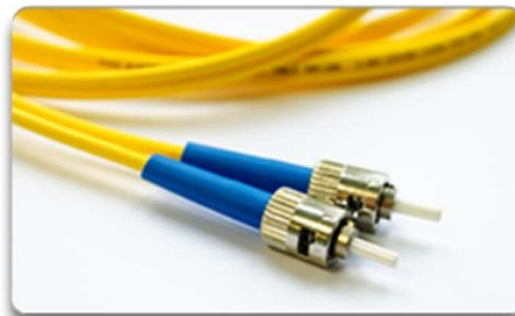
Les supports de transmission

La fibre optique

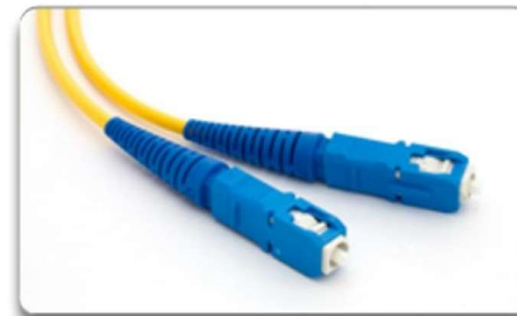
- Composé d'un cœur en verre ou en plastique ayant un fort indice de réfraction, enveloppé par du plastique (Kevlar) à faible indice de réfraction pour retenir la lumière au cœur de la fibre
- Le câble à fibre optique est en général composé de deux fibres enveloppées par une gaine externe
- Transporte un signal optique
- Débit élevé (Gb/s)
- Très bonne qualité de transmission (pas de parasite, pas d'interférence, non encombrant)
- Très onéreux

Les supports de transmission

La fibre optique



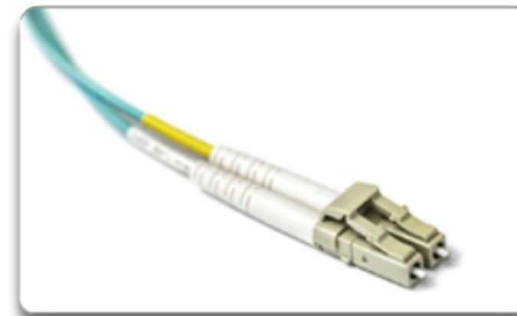
Connecteurs ST



Connecteurs SC



Connecteur LC

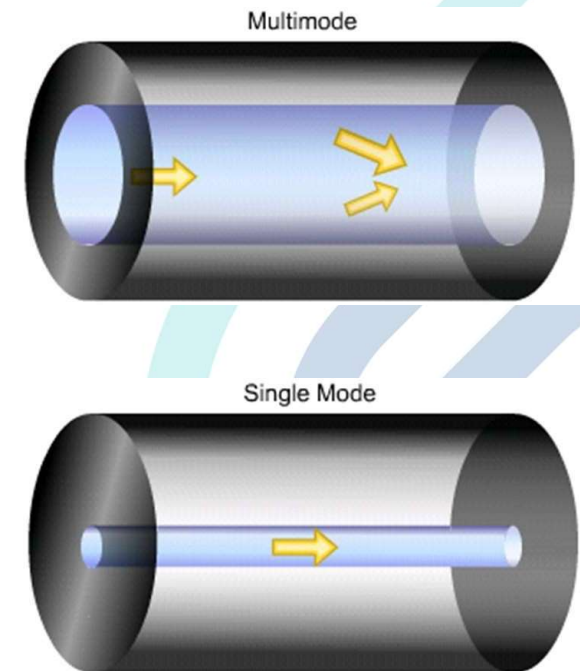
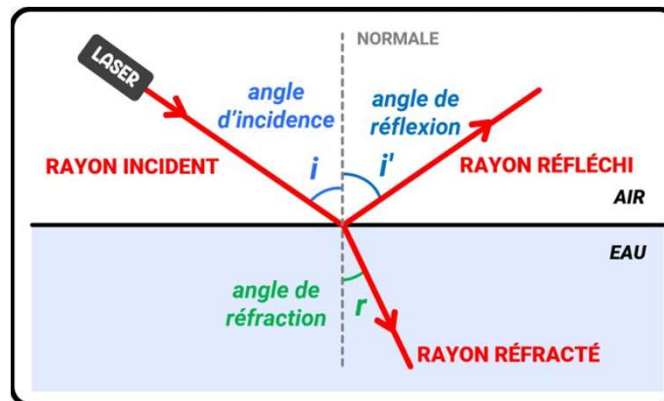


Connecteurs LC
bidirectionnels multimodes

Les supports de transmission

La fibre optique

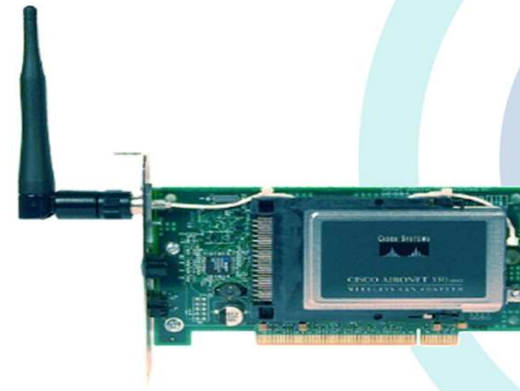
- Multimode
 - Plusieurs chemins peuvent être empruntés par la lumière à l'intérieur de la fibre
 - Diamètre assez large (62.5 ou 50 microns)
 - La source de lumière est les LEDs (Light Emitting Diodes)
- Monomode
 - Diamètre assez petit (9 à 10 microns)
 - La lumière emprunte un seul chemin
 - La source de lumière est un laser



Les supports de transmission

Communication sans fil

- Des ondes électromagnétiques qui circulent dans le vide de l'espace ou dans l'air (pas de média physique)
- Couverture effective limitée
- Très sensible aux interférences
- Pas de sécurité au niveau de l'accès
- Des machines équipées avec des cartes réseaux sans fil peuvent communiquer



Couche liaison de données

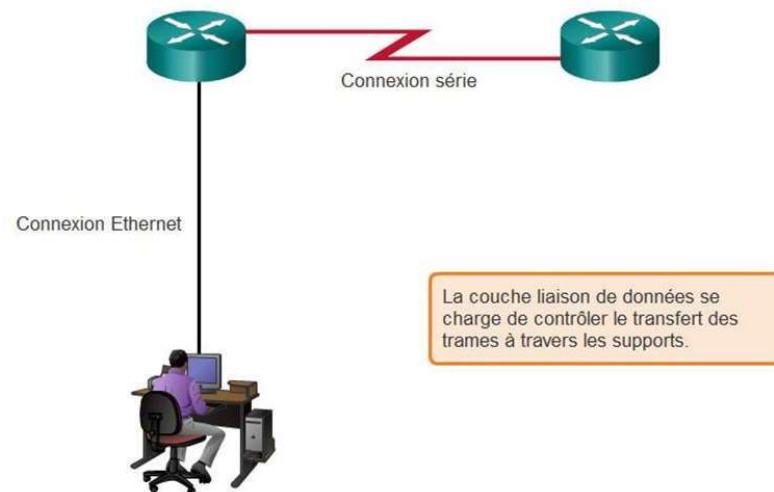
Fournit les moyens fonctionnels et procéduraux nécessaires à l'établissement, au maintien et à la libération des connexions de liaisons de données entre entités du réseau.

- Mise en trame des données utilisateur
- Transmission des trames en séquence, gestion des acquittements
- Reconnaissance des frontières des trames envoyées par la couche physique
- Détection et correction d'erreurs(CRC)
- Contrôle de flux (régulation de trafic)
- Contrôle d'accès
- Assure l'adressage physique
- HDLC, LLC, MAC



Accès aux supports

- Différentes méthodes de contrôle d'accès au support peuvent être requises au cours d'une même communication.
- Au niveau de chaque tronçon le long du chemin, un routeur :
 - Accepte une trame d'un support
 - Désencapsule la trame
 - Réencapsule le paquet dans une nouvelle trame
 - Achemine la nouvelle trame appropriée jusqu'au support de ce segment du réseau physique



Accès aux supports

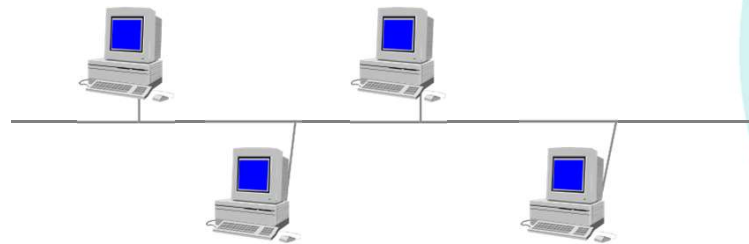
La méthode de contrôle d'accès définit:

- **Topologie physique:** comment les nœuds sont connectés au support
- **Topologie logique:** désigne la manière dont un réseau transfère les trames d'un nœud à l'autre. Différentes méthodes de contrôle d'accès au support déterministes et non déterministes existent

Topologie physique

Le bus

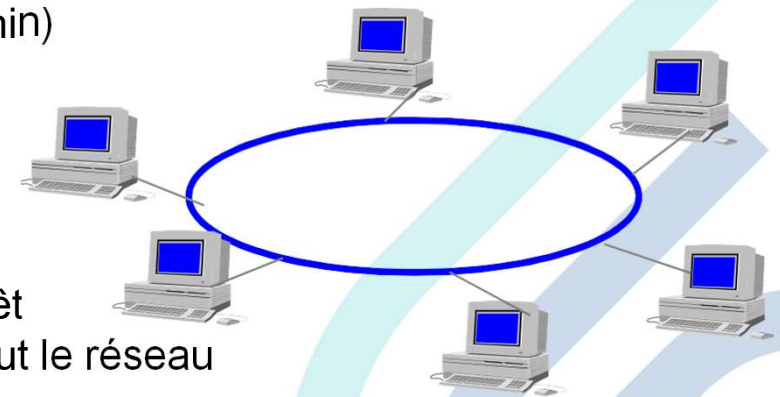
- Liaison se fait par des interfaces
- Chaque interface (NIC) dispose d'une adresse qu'elle utilise pour la réception des messages
- **Avantages**
 - facilité de connexion ou de déconnexion d'un nœud
 - défaillance d'un nœud n'a pas d'incidence sur le réseau
 - bons rapports performance/ prix
- **Inconvénients**
 - coupure de câble: pas de réseaux
 - architecture sensible à la longueur



Topologie physique

L 'anneau

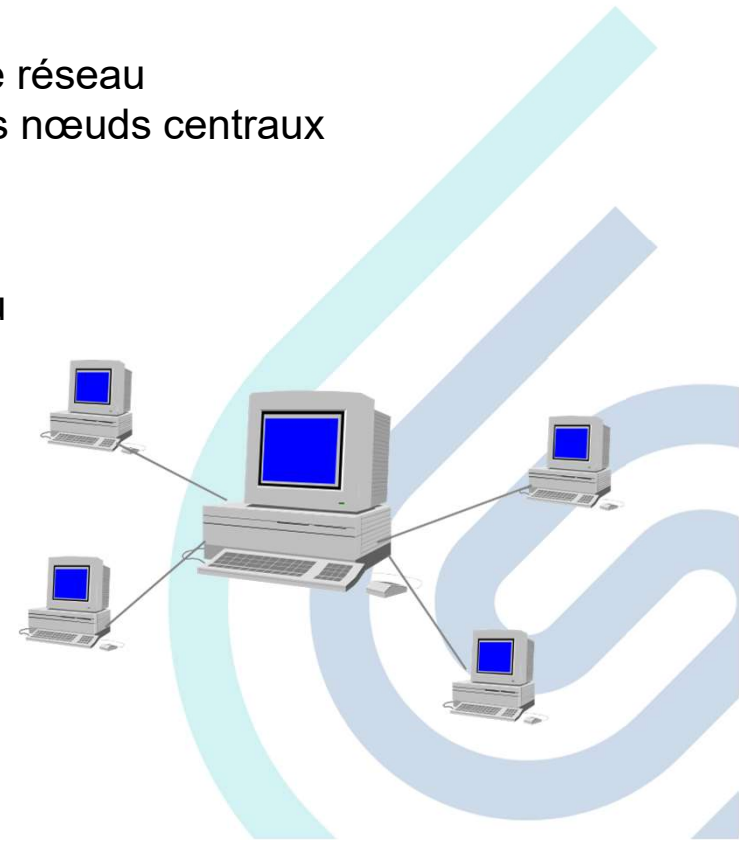
- Message transmis d'un nœud à un autre jusqu'à atteindre sa destination
- Chaque nœud doit être en mesure de connaître son adresse
- **Avantages**
 - Simplicité d'acheminement (un seul chemin)
 - Possibilité de hauts débits
 - Signal toujours de bonne qualité
 - Extension relativement simple
- **Inconvénients**
 - Modification du réseau nécessite son arrêt
 - Défaillance d'un nœud : défaillance de tout le réseau



Topologie physique

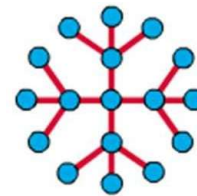
L'étoile

- Nœud central contrôle et achemine la totalité du trafic
- **Avantages**
 - Grande fiabilité
 - Défaillance d'un nœud externe ne paralyse pas le réseau
 - Extension facile dans la limite des possibilités des nœuds centraux
 - Détection de problèmes plus simple
- **Inconvénients**
 - Défaillance du nœud central: arrêt total du réseau
 - Aspect centralisé : contraintes d'utilisation
 - Nombre de nœuds limité par le nœud central
 - Débits fonction du nombre de nœuds
 - Utilisation de câbles plus importante



Topologie physique

- **Topologie en étoile étendue** : relie les étoiles Individuelles entre elles
 - diminue le nombre de nœuds connectés à un nœud central



Topologie
en étoile étendue

- **Topologie maillée** : chaque nœud est relié à tous les autres
 - Pas de rupture de communication
 - Nécessite beaucoup de liaisons



Topologie
maillée

Topologie logique

- Méthode d'accès : C'est le moyen pour un nœud qui désire émettre un message, d'obtenir l'autorisation de le faire dans les meilleures conditions possibles

Accès aléatoire

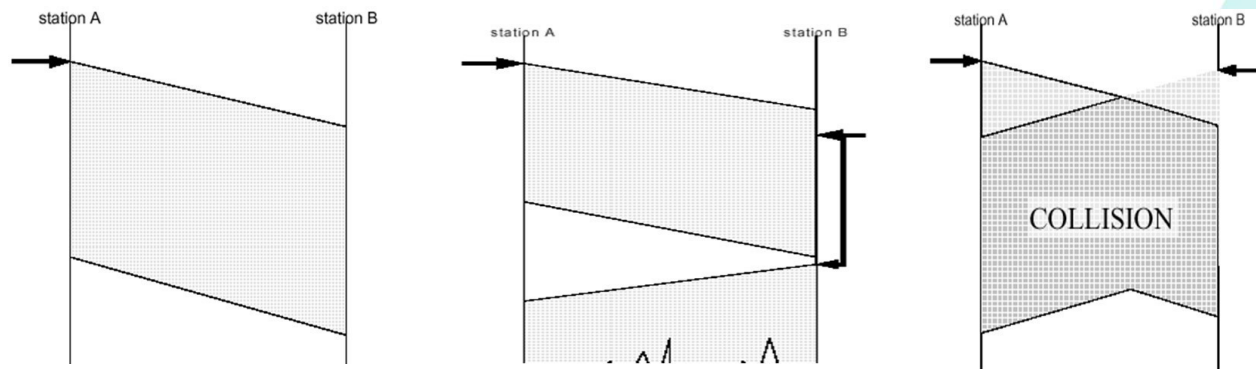
- origine : ALOHA (relier les îles de Hawaï)
- un coupleur ayant de l'information, la transmet
- perte d'information si collision
- Slotted ALOHA
 - division du temps en tranches
 - émission qu'en début de tranche
 - si collision (complète) alors retransmission après un temps aléatoire

Les méthodes d'accès

Méthode CSMA (Carrier Sense Multiple Access)

principale méthode employée sur les architectures en bus

- Écouter le canal avant d'émettre
- Si le coupleur détecte un signal, il diffère son émission ultérieurement
- Réduit les collisions, mais ne les évite pas



Méthodes d'accès aléatoire (CSMA)

- **CSMA /CD (Collision Detection): utilisée avec Ethernet**
 - Les nœuds écoutent le canal aussi pendant la transmission pour détecter la collision
 - Si collision, le coupleur avorte sa transmission et continue à envoyer des bits de bourrage afin que tous les nœuds s'aperçoivent de la collision.
 - Reprise après un délai variable (algorithme de Backoff)
- **CSMA/CA(Collision Avoidance): utilisée avec WIFI**
 - Si le support est libre, le périphérique envoie une notification à travers le support pour indiquer son intention de l'utiliser.
 - Dès qu'il reçoit une autorisation de transmission, le périphérique envoie les données.

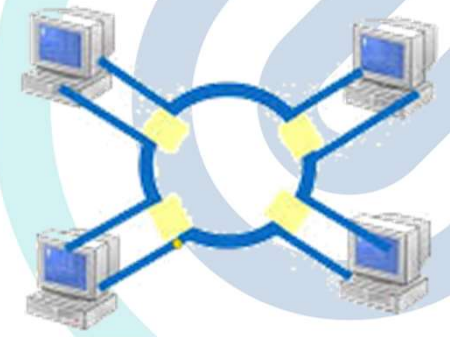
Méthodes d'accès déterministes

▪ Méthode du Jeton

méthode privilégiée des réseaux en anneau. Elle peut être employée avec la topologie en bus (anneau logique)

- Jeton: circule de nœud en nœud (libre ou occupé)
- Pour émettre, un nœud doit attendre que le jeton soit libre
- Le message à envoyer est chargé dans la trame et le jeton est positionné dans l'état occupé
- Le nœud destinataire retire (copie) le message de la trame et met à sa place un acquittement
- Le jeton ne devient libre qu'après que l'émetteur reçoive l'acquiescement
- Avantage: pas de collision

Principes : circulation du jeton



Méthodes d'accès déterministes

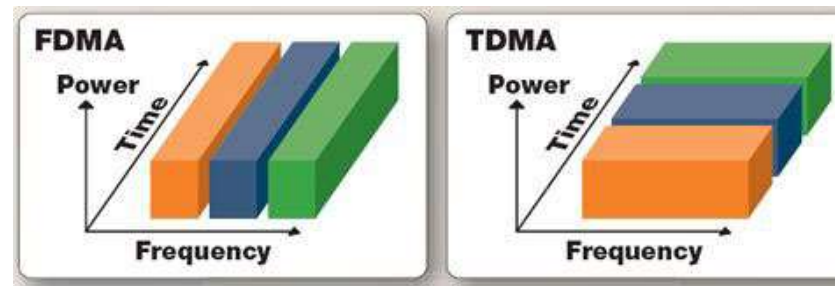
Méthode TDMA (Time Division Multiplexing Access)

utilisée principalement dans la technologie des PABX

- Attribuer à chaque poste un laps de temps pendant lequel il peut émettre
- Dans une architecture en étoile, chaque poste a son tour pour parler: éviter les collisions
- Les supports de transmission

Méthode FDMA (Frequency Division Multiplexing Access)

- Attribuer à chaque poste une bande passante propre



-

Merci Pour Votre Attention

**Questions
&
Réponses**

