

Réseaux informatiques

Chapitre 1

Le niveau physique

Pr. ESSALIH Mohamed
m.essalih@uca.ma

Université Cadi Ayyad de Marrakech
École Supérieure de Technologie de Safi
Département : Informatique
Filière : Génie Informatique
Année Universitaire 2020 - 2021

Les modalités d'évaluation du Module

Intitulé du module : Réseaux informatiques

Intitulé de l'élément : Réseaux informatiques

Volume horaire : $90h = 42h \text{ (cours)} + 24 h \text{ (TD)} + 24 h \text{ (TP)}$

Note générale : **N \geq 1** **Devoir Surveillés** (30%) + **notes**
séances tenantes (30%)+ **Examen** (40%)

La bibliographie

1. Réseaux, 5^{eme} édition, Andrew Tanenbaum et David J.Wetherall .
2. Initiation aux réseaux, Guy Pujolle.
3. Cours réseaux et télécoms, Guy Pujolle.
4. Réseaux et télécoms Claude Servin.
5. Les réseaux, Guy Pujolle.
6. Cours de la Formation Cisco : CCNA version IPv6.
7. ...

Sommaire

Notions de base

- Réseau informatique

- Équipements d'interconnexion

- Types de commutation

- Modèles de référence

- Les protocoles

- L'adressage

Normes de la couche physique

Les supports physique

Les équipements réseau

Les notions de base

Sa définitions

- ▶ **Processus** :
 - ▶ un programme en cours d'exécution,
 - ▶ représente le bout d'une communication dans un réseau informatique.
- ▶ **Nœud** : l'extrémité d'une connexion.
- ▶ \Rightarrow **réseau informatique** : ensemble d'équipements interconnectés pour permettre la communication de données entre applications, quelles que soient les distances qui les séparent.
- ▶ Il s'appuie sur :
 1. L'**interconnexion** : assure la transmission des données d'un **nœud** à un autre.
 2. La **communication** : permet l'échange des données entre **processus**.

Ses composants **matériels** & **logiciels**

1. Une carte de communication.
2. Des supports physiques :
 - ▶ câbles paires cuivre torsadées, fibre optique,
 - ▶ prises RJ45, WIFI, CPL,
 - ▶ ligne téléphonique, ADSL,
 - ▶ ...
3. Des équipements d'interconnexion :
 - ▶ répéteur (transceiver),
 - ▶ concentrateur (hub),
 - ▶ commutateur (switch),
 - ▶ routeur (router).
4. Une pile de protocoles.
5. Un navigateur, un client de messagerie, un serveur web, ...

Ses caractéristiques

1. **La topologie** : définit l'architecture d'un réseau. On en distingue :
 - ▶ **physique** : définit la manière dont les équipements sont interconnectés,
 - ▶ **logique** : précise la manière dont les équipements communiquent entre eux.
2. **Le débit** : exprimé en bits/s (ou bps) mesure une quantité de données numériques (bits) transmises par seconde (s).
3. **La distance maximale** (ou portée) : dépend de la technologie mise en œuvre.
4. **La taille** : nombre de nœuds maximum que l'on peut interconnecter.
5. **Type de réseau** : les réseaux informatiques peuvent être classés selon leur architecture, topologie, utilisation, portée, ...
6. ...

Sa typologie

1. Classification par portée :

- ▶ **LAN** (Local Area Network) : se limitent aux quelques centaines de mètres et correspondent aux réseaux d'intra-entreprise en l'appelant généralement des réseaux privés (ex. réseau d'EST Safi).
- ▶ **WAN** (Wide Area Network) : assurent la transmission des données sur des longues distances à l'échelle d'un pays ou de la planète, gérés par des opérateurs publics ou privés et appelés **réseaux publics / étendus** (ex. Internet).
- ▶ **MAN** (Metropolitan Area Network).
- ▶ **PAN** (Personal Area Network).
- ▶ ...

2. Classification par utilisations & services offerts. Pour les réseaux utilisant la pile **TCP/IP**, on distingue :

- ▶ **Intranet** : réseau interne d'une entité organisationnelle,
- ▶ **Extranet** : réseau externe d'une entité organisationnelle,
- ▶ **Internet** : réseau des réseaux interconnectés de la planète.

3. Classification par une relation fonctionnelle (rôle) :

3.1 architecture client / serveur :

- ▶ **le client (le serveur)**, désigne l'ordinateur exécutant le logiciel (processus) client (serveur).
- ▶ les ressources sont centralisées sur un serveur offrant des services pour des clients,
- ▶ le client envoie des requêtes pour demander un service,
- ▶ le serveur attend les requêtes des clients et y répond en offrant le service.
- ▶ la communication s'initie toujours à la demande du client.
- ▶ la base du réseau Internet (réseau de services composés exclusivement de serveurs),

3.2 architecture poste à poste / pair-à-pair (peer-to-peer) :

- ▶ tout ordinateur joue le rôle de client & serveur,
- ▶ \Rightarrow permet la décentralisation des systèmes & ressources,
- ▶ le plus souvent partage des fichiers, en particulier le flux multimédia continu (streaming),
- ▶ effectue des calculs répartis.

4. Classification par topologie. On distingue, réseau en :

- ▶ **étoile** : les nœuds sont reliés à un équipement central (concentrateur, commutateur, routeur, ...).
- ▶ **bus** : l'interconnexion est assurée par un média partagé entre tous les équipements raccordés.
- ▶ **anneau** : les nœuds sont reliés entre eux par une boucle fermée.
- ▶ **arbre** (étoile étendue) : souvent un réseau en étoile réparti sur plusieurs niveaux.
- ▶ ...

5. ...

Définitions

- ▶ Relient les réseaux hétérogènes (couches et protocoles différents).
- ▶ Organisent au mieux le réseau pour une exploitation optimale (adressage des réseaux et sous-réseaux, VLAN, Proxy, ...).
- ▶ Contournent les limites techniques des architectures des réseaux (augmentation des distances des segments physiques, changement de support physique, ...).
- ▶ Offrent une sécurité maximale (Parefeu, VLAN, Proxy, ...).
- ▶ Niveau 1 : répéteur (transceiver), concentrateur (hub).
- ▶ Niveau 2 : pont (bridge) et commutateur (switch).
- ▶ Niveau 3 : Routeur (Router), Pare-feu (Firewall),

La connexion

- ▶ La connexion : mise bout à bout de liens et de commutateurs.
- ▶ Parmi les techniques de commutation on a la commutation :
 1. de circuits : adaptée aux flux d'information (voix). Toute communication passe par (1) l'établissement de la liaison, (2) son occupation (maintien) et (3) sa libération.
 2. de messages : transition des messages de nœud en nœud jusqu'au destinataire. Tout nœud ne peut le transitant tant qu'il ne l'a pas reçu complètement.
 3. de paquets : transition de divers données en les découpant en paquets de faible longueur. On distingue :
 - 3.1 mode connecté : les paquets utilisent toujours le même chemin (ex : TRANSPAC),
 - 3.2 mode non connecté : les paquets empruntent des itinéraires différents (ex. Internet).

La connexion

- ▶ Problème (mode non connecté) : Comment réassembler les paquets ?.
- ▶ \Rightarrow Informations dans les en-têtes des paquets :
 1. source,
 2. destination,
 3. numéro de séquence,
 4. bloc de contenu de données,
 5. code de vérification des erreurs.
 6. ...
- ▶ Norme internationale X25, œuvre des sociétés téléphoniques.

Définitions

- ▶ Est une organisation utilisée pour décrire la structure et le fonctionnement des communications réseaux.
- ▶ Les modèles de référence les plus connus sont :
 1. Le modèle **OSI** (Open Systems Interconnect) : correspond à une approche plus théorique en décomposant le fonctionnement en une pile de 7 couches,
 2. Le modèle **TCP/IP** (DoD (Department Of Defense)) : répond à un problème pratique comprenant une pile de 4 couches pour décrire le réseau Internet.
 3. Le modèle **UIT-T** :
 - ▶ utilisé pour les réseaux de télécommunications,
 - ▶ son architecture peut être considérée comme compatible avec le modèle de référence **OSI**,
 - ▶ Couche Physique, ATM, d'adaptation ATM (AAL), supérieures.

Le modèle OSI

- ▶ né en 1975 et dit «**modèle de référence**»,
- ▶ toute couche définit des fonctionnalités réalisées par un protocole lui associé,
- ▶ la couche n se sert de la couche $n - 1 / n + 1$ pour réaliser sa fonctionnalité,
- ▶ \Rightarrow constitué de couches de protocoles,
- ▶ conçu pour les réseaux à transfert de paquets d'informatique,
- ▶ il a subi de nombreuses retouches \Rightarrow «**Nouveau Modèle**».
- ▶ nouveau modèle correspondant à la structure du bloc d'information à transporter,
- ▶ on peut utiliser les deux possibilités, si le contexte dans lequel on se place est clair.

Numéro de couche	Nouveau modèle	Ancien modèle
Couche 1	Niveau physique	Couche physique
Couche 2	Niveau trame	Couche liaison
Couche 3	Niveau paquet	Couche réseau
Couche 4	Niveau message	Couche transport
Couche 5	Niveau session	Couche session
Couche 6	Niveau présentation	Couche présentation
Couche 7	Niveau application	Couche application

Le modèle OSI

► Physique :

1. décrit les caractéristiques physiques de la communication : média utilisé (filaire / sans file), connecteurs, types de codage, niveau des signaux, ...
2. assure la transmission des données de la couche supérieure sous forme de bits.

► Liaison de données :

1. spécifie comment les paquets de la couche supérieure seront transportés,
2. assure la mise en trames et leurs acheminements sans erreurs,
3. assure la méthode d'accès au réseau physique.

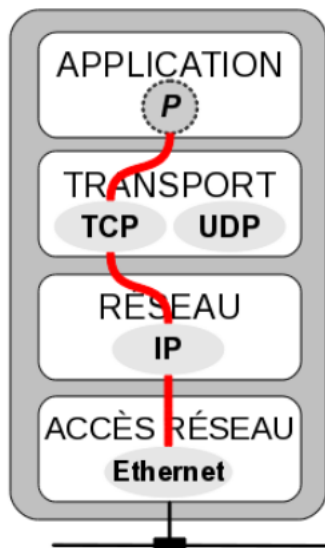
► Réseau :

1. résout le problème de l'acheminement des paquets à travers un réseau,
2. elle permet de transférer des données pour de nombreux protocoles de plus haut niveau.

Le modèle OSI

- ▶ **Transport** : responsable du transport des données de bout en bout (de processus à processus) au travers du réseau.
- ▶ **Session** : établit une communication entre émetteur et récepteur en assurant l'ouverture et la fermeture des sessions.
- ▶ **Présentation** :
 1. assure la mise en forme des données échangées en les rendant compatibles avec l'application destinataire, dans le cas de dialogue entre systèmes hétérogènes,
 2. elle peut comporter des fonctions de traduction, de compression, d'encryptage, ...
- ▶ **Application** : apporte les services de base offerts par le réseau pour les logiciels applicatifs.

Le modèle **TCP/IP**



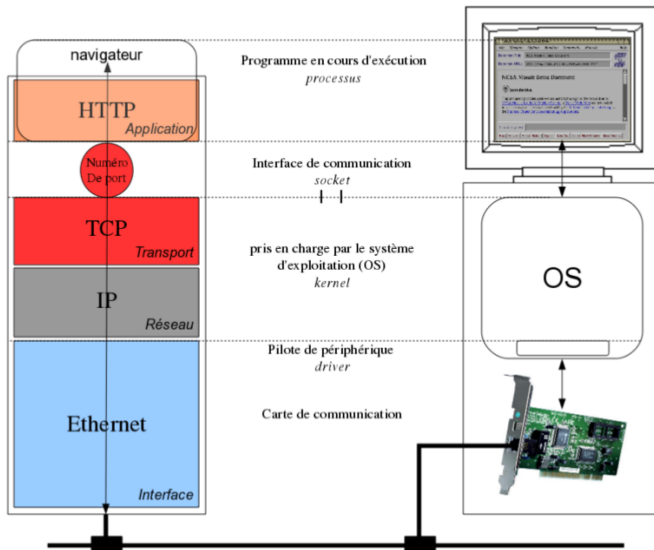
La couche APPLICATION permet l'accès à un service du réseau.

La couche TRANSPORT est responsable du transport des données de bout en bout entre processus.

La couche RÉSEAU assure l'acheminement des paquets à travers un réseau de noeuds en noeuds jusqu'à la machine destinatrice.

La couche ACCÈS RÉSEAU (ou Interface) spécifie comment les paquets sont transportés sur le réseau physique.

Le modèle TCP/IP



Les principes généraux de communication

Définition

Les échanges de données entre équipements sont basés sur une communication logique qui se définit par :

1. l'architecture qui définit les rôles endossés par les équipements.
2. les protocoles qui assurent l'échange des données.
3. l'adressage qui permet d'identifier de manière unique les équipements en communication.

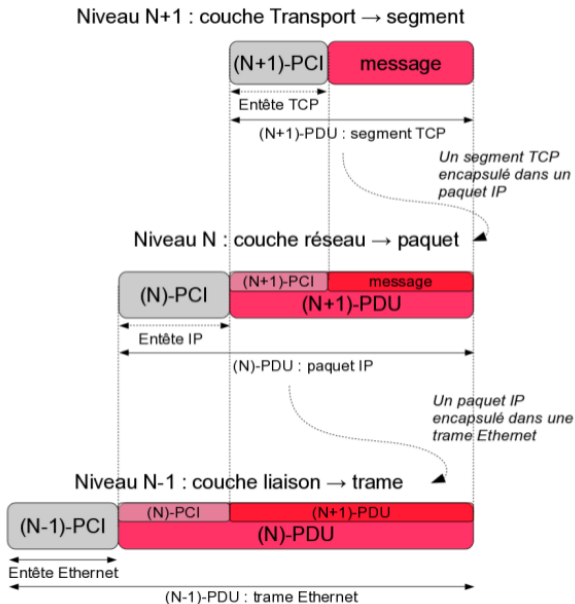
Les protocoles

- ▶ C'est un ensemble de règles pour faire passer une communication.
- ▶ Ils rendent possible le dialogue entre des machines différentes.
- ▶ Ils comprennent :
 1. le dictionnaire : la liste des primitives (comme demande connexion, acquittement, ...),
 2. le scénario du dialogue : l'enchaînement des primitives (représentable par un diagramme de l'échange),
 3. les modalités : la taille, la représentation des informations, temps d'attente, ...
 4. les messages échangés : les différents champs composant le bloc d'informations (taille et contenu).
- ▶ Le bloc d'informations défini par un protocole réseau est constitué de deux parties : **PCI** et **PDU**.

PCI vs PDU

- ▶ **PCI** (Protocol Control Information) = entête de protocole (header) : sont les informations propres au protocole utilisé.
- ▶ **PDU** (Protocol Data Unit) : représente le bloc de la couche supérieure (données transportées).
- ▶ Il ne faut confondre les données "réseau" (PDU) avec les données "utilisateur".
- ▶ Il est dû à l'encapsulation des protocoles du modèle de référence utilisé.

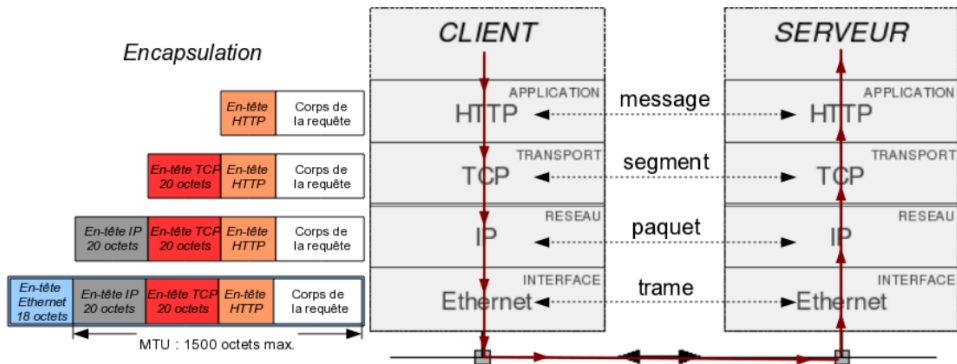
L'encapsulation



- └ Notions de base
- └ Les protocoles

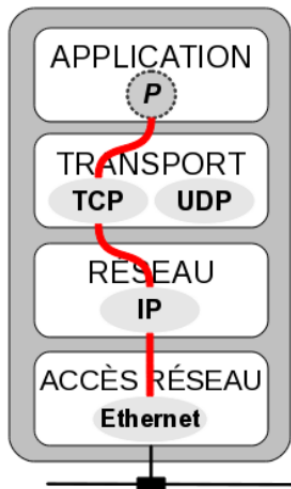
L'encapsulation

Encapsulation



Moyen d'identification

Elles forment une notion importante en communication. On distingue :



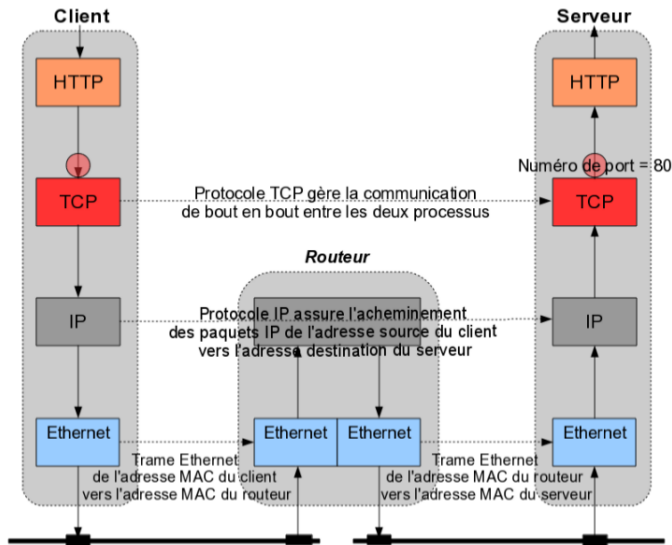
Chaque protocole de cette couche peut posséder un adressage particulier associé à son service. On peut citer par exemple l'adressage par *URL* pour le service *web* ou l'adresse *email* pour le service messagerie.

On utilise un **numéro de port** pour identifier un processus client ou serveur de la couche APPLICATION. Pour les serveurs, il existe des numéros de port *bien connus*.

On utilise des **adresses IP** pour identifier de manière unique l'équipement sur le réseau logique. Chaque interface de l'équipement doit posséder une adresse IP.

On utilise des **adresses MAC** pour identifier de manière unique l'interface sur le réseau physique.

Moyen d'identification



Sommaire

Notions de base

Normes de la couche physique

La couche physique (CP)

Les normes de CP

Les supports physique

Les équipements réseau

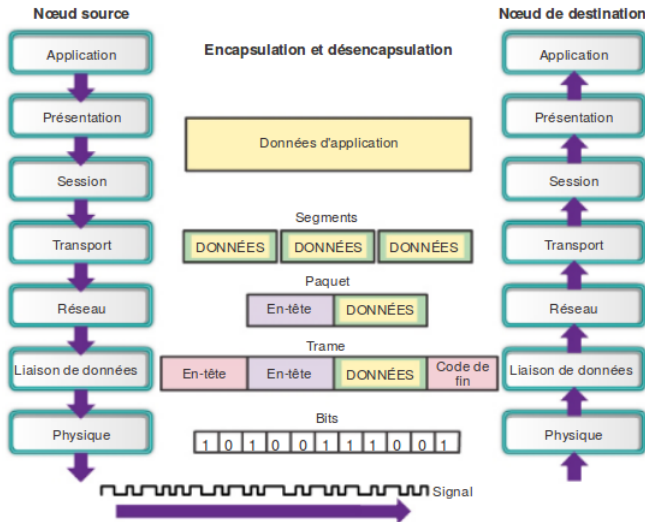
Normes de la couche physique

Rôles de CP

Source : accepte une **trame complète** de la **couche supérieure** et la code sous la forme d'une **série de signaux** transmis sur les supports locaux (signaux électriques, optiques ou ondulatoires (radio)).

Destination : récupère ces signaux individuels sur les supports, les convertit en **représentations binaires** et transmet les bits à la **couche suivante** sous la forme de **trame complète**.

Rôles de CP



Mise en place de connexion

- ▶ Elle dépend de :
 1. type de connexion physique : un réseau filaire / sans fil.
 2. périphériques dédiés : commutateurs, points d'accès sans fil, routeurs domestiques (à services intégrés (ISR)).
 3. cartes réseau (NIC en anglais) : Ethernet (filaire), WLAN (sans fil).
 4. ...
- ▶ Un nœud peut comporter l'un des types **NIC** ou les deux.
- ▶ Le niveau de performance n'est pas le même :
 1. sans fil : une dégradation des performances (distance au point d'accès, nombre de périphériques connectés au réseau, ...),
 2. filaires : limitation des mouvements, tout nœud dispose d'un canal de communication distinct.

Principes fondamentaux de CP : support

1. **Composants physiques** (périphériques électroniques, supports et connecteurs) : transmettent les bits sous forme signaux.
2. **Codage en** :
 - ▶ **caractère** : est la technique de numérisation consistant à affecter une valeur numérique prédéfinie à tout caractère,
 - ▶ **ligne** : est la technique utilisée pour représenter les 1 et les 0 d'un signal numérique sur le lien pour les transporter (codage Manchester, méthode NRZ (Non-Return to Zero), ...)
3. La **transmission** en deux modes soit :
 - ▶ **asynchrone** : est le mode où il n'existe pas de relation préétablie entre l'émetteur et le récepteur, en encadrant les bits de données par les signaux : **Start** et **Stop**.
 - ▶ **synchrone** : est le mode où l'émetteur et le récepteur se mettent d'accord sur un intervalle constant entre les transmissions, intervalle qui se répète sans arrêt dans le temps. (tout bit est émis pendant exactement un intervalle de temps).

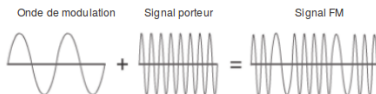
Principes fondamentaux de CP : support

4. **Signalisation** : est l'ensemble de mécanismes permettant l'établissement d'une liaison de transfert, sa supervision durant l'échange et la libération des ressources monopolisées en fin de communication. On distingue la signalisation **in band** et **out band**.
5. **Modulation** : processus par lequel la caractéristique d'une onde (signal) modifie une autre onde (porteuse) : Modulation de fréquence (FM), d'amplitude (AM), par impulsions et codage (PCM) (numériser un signal analogique) ...

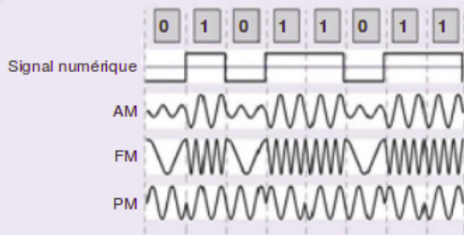
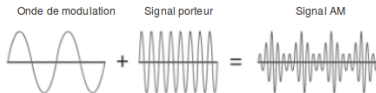
⇒ **Tous ces mécanismes doivent être régies par des organismes de normalisation, pour permettre leur interopérabilité sur la CP.**

Principes fondamentaux de CP : support

Modulation de fréquence (FM)



Modulation d'amplitude (AM)



Signaux hyperfréquence
sans fil

Principes fondamentaux de CP : bande passante (BW)

- ▶ Est la plage des fréquences qui peuvent être transmises correctement sur un support. S'exprime en hertz (Hz) ou (kbit/s, Mbit/s).
- ▶ **BW** pratique d'un réseau est déterminée par la combinaison de : propriétés des supports physiques, les technologies choisies pour signaler/modéliser et détecter les signaux réseau.

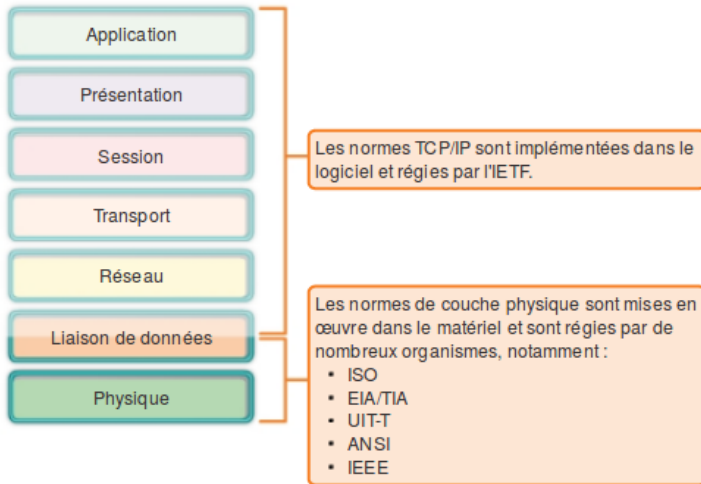
Unité de bande passante	Abréviation	Équivalence
Bits par seconde	bits/s	1 bit/s = unité fondamentale de bande passante
Kilobits par seconde	Kbit/s	1 Kbit/s = 1 000 bit/s = 10^3 bit/s
Mégabits par seconde	Mbits/s	1 Mbit/s = 1 000 000 bit/s = 10^6 bit/s
Gigabits par seconde	Gbits/s	1 Gbit/s = 1 000 000 000 bit/s = 10^9 bit/s
Térabits par seconde	Tbit/s	1 Tbit/s = 1 000 000 000 000 bit/s = 10^{12} bit/s

- ▶ **Débit** : la mesure du transfert de bits sur le support pendant une période donnée, influencé par : quantité et type de trafic, la latence (temps nécessaire aux données pour voyager d'un point A à un point B), ...

Définitions

- ▶ Protocole : ensemble de règles à respecter aux deux extrémités communicantes d'un réseau pour qu'un transport d'information soit possible.
- ▶ Les protocoles des couches **OSI** supérieures sont exécutés dans des logiciels conçus par des développeurs et des ingénieurs informaticiens.
- ▶ Les protocoles **TCP/IP** sont définis dans des documents **RFC** régis par **IETF**.
- ▶ Les normes régissant la **CP** sont définies par les **organisations d'ingénierie électrique et de communications** correspondantes.

Exemples de normes / protocoles



Exemples de normes / protocoles

Organisme de normalisation	Normes réseau
ISO	<ul style="list-style-type: none">• ISO 8877 : adoption officielle des connecteurs RJ (RJ-11 et RJ-45, notamment).• ISO 11801 : norme de câblage réseau similaire à la norme EIA/TIA 568.
EIA/TIA	<ul style="list-style-type: none">• TIA-568-C : normes de câblage de télécommunication utilisées par presque tous les réseaux de voix, de vidéo et de données.• TIA-569-B : normes des immeubles commerciaux pour les voies d'accès et les espaces de télécommunications• TIA-598-C : code couleur de la fibre optique.• TIA-942 : norme d'infrastructure de télécommunications pour les data centers.
ANSI	568-C : brochage RJ-45. Développée en collaboration avec les organismes EIA et TIA.
UIT-T	G.992 : ADSL
IEEE	<ul style="list-style-type: none">• 802.3 : Ethernet• 802.11 : Réseau local sans fil et maillé (certification Wi-Fi)• 802.15 : Bluetooth

Sommaire

Notions de base

Normes de la couche physique

Les supports physique

- Les supports en cuivre

- Fibre optique

- Supports sans fil (hertziens)

Les équipements réseau

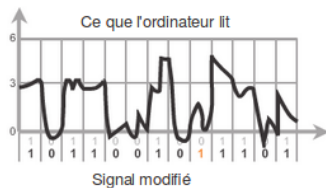
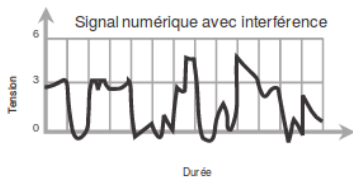
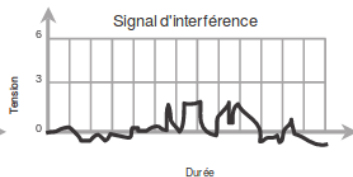
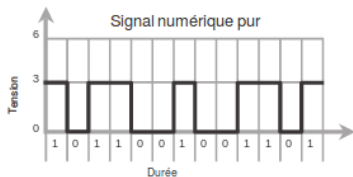
Les supports physique

Leurs caractéristiques

- ▶ Les données sont transmises sous forme d'impulsions électriques.
- ▶ Un détecteur dans le **NIC** de destination reçoit et décode le signal envoyé.
- ▶ Le phénomène de l'atténuation du signal vue :
 1. distance de transmission,
 2. interférences (électromagnétiques (EMI), radioélectriques (RFI),) dû aux ondes radio et/ou appareils EM, tels que : éclairages fluorescents ou moteurs électriques,
 3. diaphonie (perturbation causée par les champs électriques ou magnétiques d'un signal intra-fils)
- ▶ Pour diminuer/annuler les interférences ⇒ blindage métallique, mise à la terre appropriées.
- ▶ Pour diminuer/annuler la diaphonie ⇒ paires de fils opposés torsadés.

- └ Les supports physique
- └ Les supports en cuivre

Leurs caractéristiques



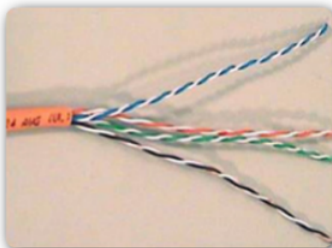
Leurs caractéristiques

- ▶ Utilisés pour interconnecter des nœuds d'un réseau local et périphériques intermédiaires.
- ▶ Utilisent des connecteurs facilitant la connexion/déconnexion.
- ▶ Les caractéristiques électriques sont définies par l'IEEE.
- ▶ ⇒ Normes de **CP** spécifient les exigences de câblage et connecteurs de toute connexion.

⇒ Ils doivent être installé de manière appropriée, conformément aux spécifications et normes de construction, pour éviter les risques de : incendie, risques électriques, endommagement des nœuds, ...

- └ Les supports physique
- └ Les supports en cuivre

Les principaux types



Câble à paires torsadées non blindées (UTP)



Câble à paires torsadées blindées (STP)

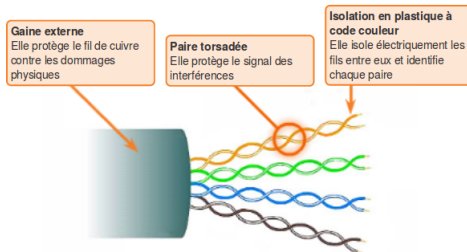


Câble coaxial

- └ Les supports physique
- └ Les supports en cuivre

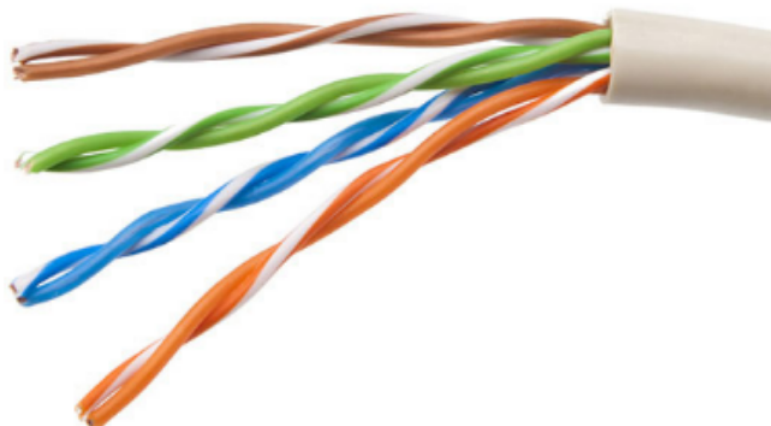
Câble UTP réseau : fabrication

- ▶ Le plus répandu et termine par des connecteurs **RJ-45**.
- ▶ Se compose de 4 paires de fils à code-couleur, qui ont été torsadés et placés dans une gaine en plastique souple.
- ▶ Il n'utilise pas de blindage pour contrer les effets des perturbations **EMI** et **RFI**.
- ▶ Pour limiter les effets négatifs de la diaphonie : appairage des fils + variation du nombre de torsades par paire de fils.



- └ Les supports physique
 - └ Les supports en cuivre

Câble UTP réseau : fabrication



Câble UTP réseau : normes du câblage

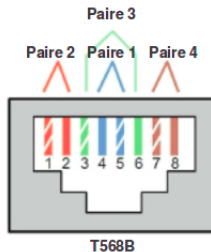
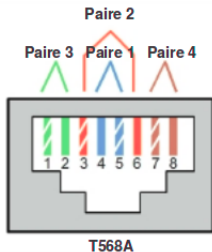
- ▶ Respecte la norme **TIA/EIA-568A**, utilisée dans le câblage de **LAN**.
- ▶ Classé par performances : câble de catégorie 3, 5 (Cat5), 5 renforcée (Cat5e), 6 (Cat6), 6a, 7, ...
- ▶ **Cat5e** est le type minimum acceptable pour les nouvelles technologies **Ethernet** (Gb).
- ▶ **Cat3** est dédié aux communications vocales.
- ▶ $100Mb \leq \mathbf{Cat5} \leq 1Gb$ (non recommandée), $\mathbf{Cat5e} \leq 1Gb$ et $1Gb \leq \mathbf{Cat6} \leq 10Gb$ sont dédiés à la transmission de données.

Câble UTP réseau : norme TIA/EIA 568

- ▶ Elle décrit la correspondance des codes-couleur des fils avec les broches de connecteur **RJ-45**.
- ▶ Elle résulte 3 principaux types de câbles Ethernet **RJ-45** : **droit**, **croisé** et **de renversement**.
- ▶ L'utilisation d'un type câble inapproprié entre périphériques rend leur communication impossible, sans endommagement.

Type de câble	Norme	Application
Ethernet droit	T568A aux deux extrémités ou T568B aux deux extrémités	Connexion d'un hôte réseau à un périphérique réseau tel qu'un commutateur ou un concentrateur.
Ethernet croisé	T568A à une extrémité, T568B à l'autre	<ul style="list-style-type: none">• Connexion de deux hôtes réseau• Connexion de deux périphériques réseau intermédiaires (commutateur à commutateur ou routeur à routeur)
Inversé	Exclusif à Cisco	Connexion d'un port série de poste de travail à un port console de routeur, à l'aide d'un adaptateur.

- └ Les supports physique
- └ Les supports en cuivre



Connecteur incorrect : les fils sont à nu, non torsadés et ne sont pas entièrement couverts par la gaine.

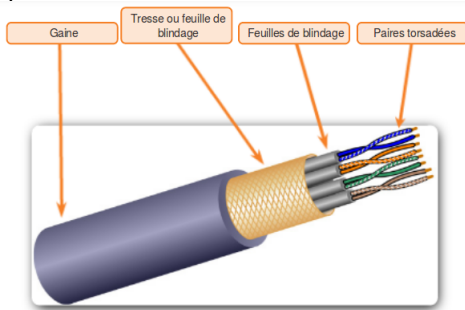


Connecteur correct : les fils ne sont pas torsadés sur la longueur nécessaire au raccordement du connecteur.

- └ Les supports physique
- └ Les supports en cuivre

Câble à paires torsadées blindées (STP)

- ▶ Offre une meilleure protection parasite par rapport à **UTP**.
- ▶ Utilise la technique de blindage.
- ▶ Termine par un connecteur **RJ-45** spécifique.
- ▶ ⇒ Plus onéreux et plus difficiles à installer par rapport à **UTP**.
- ▶ Sa structure de câblage spécifiée aux réseaux **Token Ring**.
- ▶ **Token Ring** sont moins en moins employés ⇒ La demande de câblage à paires torsadées blindées a décliné.

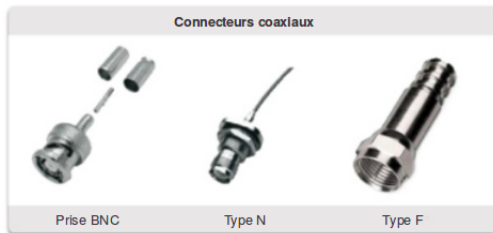
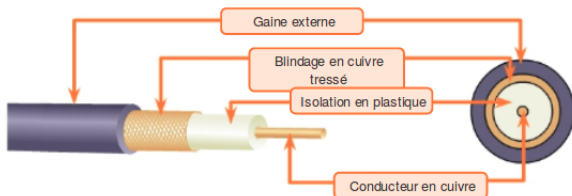


Câble coaxial (COAX) : caractéristiques

- ▶ Composé de :
 1. un conducteur en cuivre,
 2. entouré d'une couche de matériau isolant souple en plastique,
 3. une torsade de cuivre ou une feuille métallique (2^{ème} fil + protection contre les interférences externes).
 4. une gaine qui le protège contre les dommages physiques mineurs.
- ▶ Utilisé avec différents types de connecteurs.
- ▶ Permettait la transmission dans une seule direction.
- ▶ Était traditionnellement utilisé pour la télévision par câble.
- ▶ Largement utilisé dans les premières installations **Ethernet**.
- ▶ Est pratiquement remplacé par **UTP** en **Ethernet** modernes.

- └ Les supports physique
- └ Les supports en cuivre

Câble coaxial (COAX) : caractéristiques

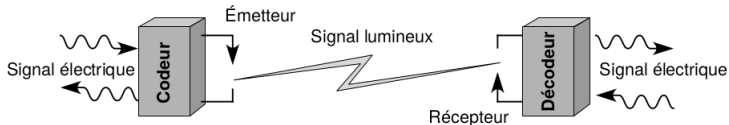


Câble coaxial (COAX) : utilisations

- ▶ Transporte l'énergie en radiofréquence (RF) entre les antennes et le matériel radio.
- ▶ \Rightarrow Installations sans fil : ils relient les antennes aux périphériques sans fil.
- ▶ Installation des réseaux d'Internet hybride fibre et **COAX (HFC)** :
 1. **FAI** remplacent leurs systèmes unidirectionnels en bidirectionnels,
 2. les portions (**COAX** + amplificateur associé) remplacées par la fibre optique,
 3. la boucle locale du client reste coaxiale.

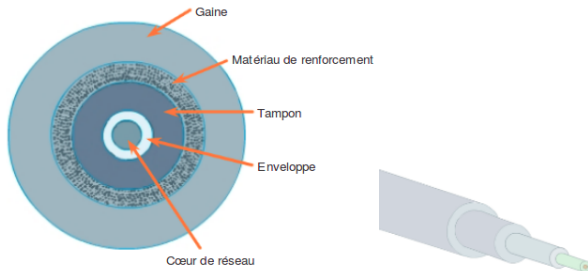
Caractéristique & fabrication

- ▶ C'est un fil en verre très pur (silice) transparent, flexible et très fin.
- ▶ Les bits sont y codés sous forme d'impulsions lumineuses.
- ▶ Il guide l'ondes (tuyau lumineux) en transmettant la lumière entre les deux extrémités avec un minimum de perte de signal.
- ▶ ⇒ Moins d'atténuation et l'insensibilité aux perturbations **EMI** et **RFI**.
- ▶ La lumière laser transmise via le câblage à fibre optique peut endommager l'œil humain.
- ▶ Photodiode : dispositif à semi-conducteur électronique détecte et convertit les impulsions lumineuses en trames de données.



Caractéristique & fabrication

- ▶ Il se compose de :
 1. cœur en verre pur, qui est en contact direct avec la lumière,
 2. gaine optique en verre entourant le cœur, reflétant les impulsions lumineuses (\Leftrightarrow miroir),
 3. protection : une gaine en **PVC**, matériaux de renforcement et un gainage (revêtement contre rayures / humidité).
- ▶ Recommandation de la norme **TIA 598** : la gaine jaune pour monomode **SMF** et orange (ou bleue) pour multimode **MMF**.

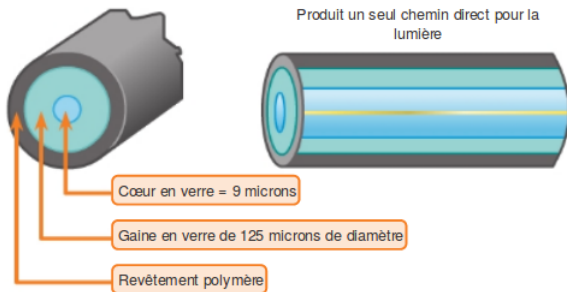


Domaines d'application

- ▶ Pour relier les périphériques d'infrastructure des : réseaux d'entreprise, réseau fédérateur.
- ▶ Pour fournir des services haut débit aux particuliers / aux petites entreprises = technologie **FTTH** (fiber to the home).
- ▶ Utilisée par les **FAI** aux réseaux terrestres à longue distance pour connecter les pays et les villes.
- ▶ Aux réseaux sous-marins sur des distances à l'échelle d'un océan.

Les types

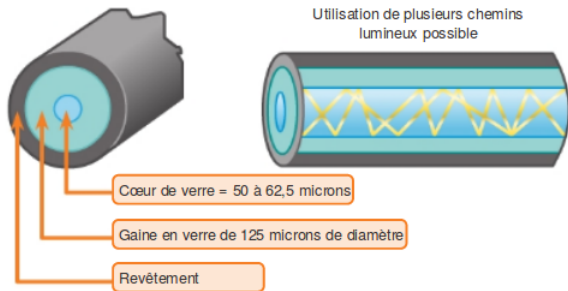
Monomode



- Cœur de petit diamètre
- Moins de dispersion
- Adapté aux applications longue distance
- Utilise le laser comme source du signal lumineux
- Couramment utilisé dans des réseaux fédérateurs sur campus pour des distances de plusieurs milliers de mètres

Les types

Multimode



- Cœur de diamètre plus grand que celui des câbles monomodes
- Permet une plus grande dispersion et donc une perte de signal
- Adapté aux applications longue distance, mais plus courtes que pour les câbles monomodes
- Utilise habituellement des LED comme source du signal lumineux
- Couramment utilisé sur des réseaux locaux ou des distances de quelques centaines de mètres au sein d'un réseau de campus

Les connecteurs

- ▶ On utilise actuellement plus de 70 types.
- ▶ Les différences principales entre eux : dimensions et les méthodes de couplage mécanique.
- ▶ Le choix dépend de : matériel employé et type de câble.
- ▶ Les plus répandus sont :
 - ▶ ST (Straight-Tip) : utilisé avec **SMF**.
 - ▶ SC (Subscriber Connector) (carré / standard) : utilisé dans les **LAN** et **WAN** avec **SMF** et **MMF**.
 - ▶ LC (Lucent Connector) (petit / local) : il est de plus en plus répandu et utilisé avec **SMF** et **MMF**.
 - ▶ FC (Ferrule Connector), SMA (Sub Miniature A), ...

Les connecteurs

Connecteurs à fibre optique



Connecteurs ST



Connecteurs SC



Connecteur LC



Connecteurs LC bidirectionnels
multimodes

Les connecteurs

Câbles de brassage fibre courants



Câble de brassage multimode SC-SC



Câble de brassage monomode LC-LC



Câble de brassage multimode ST-LC



Câble de brassage monomode SC-ST

- └ Les supports physique
 - └ Fibre optique

Fibre vs cuivre

Problèmes de mise en œuvre	Câblage à paires torsadées non blindées	Câble à fibre optique
Bande passante	10 Mbit/s – 10 Gbit/s	10 Mbit/s – 100 Gbit/s
Distance	Relativement courte (1 à 100 mètres)	Relativement longue (1 à 100 000 mètres)
Sensibilité aux perturbations électromagnétiques et radioélectriques	Faible	Faible (totalement insensible)
Sensibilité aux risques électriques	Faible	Faible (totalement insensible)
Coûts des supports et des connecteurs	Moindres	Élevés
Compétences d'installation requises	Moindres	Élevés
Précautions à prendre concernant la sécurité	Moindres	Élevés

Caractéristiques

- ▶ Ils transportent les signaux électromagnétiques représentant les bits via des fréquences radio ou micro-ondes.
- ▶ Zone de couverture peut être limitée par certains matériaux de construction.
- ▶ Sa transmission est sensible aux Interférences :
 1. téléphones fixes / sans fil,
 2. certains types d'éclairages fluorescents,
 3. les fours à micro-ondes
 4. autres communications sans fil
- ▶ Non sécurisé.

Les types

- ▶ Pour chaque type on a des spécifications de **CP** :
 1. codage des données en signal radio,
 2. fréquence et puissance de transmission,
 3. besoins relatifs à la réception et au décodage des signaux,
 4. conception et mise en service des antennes.
- ▶ Il exige généralement les périphériques réseau : point d'accès sans fil & adaptateurs **NIC**.
- ▶ En plus des communications par satellite ou cellulaires, on a :

- └ Les supports physique
 - └ Supports sans fil (hertziens)

Les types



- Normes IEEE 802.11
- Également appelées Wi-Fi
- CSMA/CA
- Il existe différentes variantes :
 - 802.11a : 54 Mbit/s, 5 GHz
 - 802.11b : 11 Mbit/s, 2,4 GHz
 - 802.11g : 54 Mbit/s, 2,4 GHz
 - 802.11n : 600 Mbit/s, 2,4 et 5 GHz
 - 802.11ac : 1 Gbit/s, 5 GHz
 - 802.11ad : 7 Gbit/s, 2,4 GHz, 5 GHz et 60 GHz



- Norme IEEE 802.15
- Prise en charge de débits jusqu'à 3 Mbit/s
- Propose le jumelage de périphériques sur des distances de 1 à 100 mètres



- Norme IEEE 802.16
- Propose des débits jusqu'à 1 Gbit/s
- Utilise une topologie point-à-multipoint pour fournir un accès à large bande sans fil

- └ Les supports physique
 - └ Supports sans fil (hertziens)

Les types

Norme	Débit maximal	Fréquence	Rétrocompatibilité
802.11a	54 Mbit/s	5 GHz	Non
802.11b	11 Mbit/s	2,4 GHz	Non
802.11g	54 Mbit/s	2,4 GHz	802.11b
802.11n	600 Mbit/s	2,4 GHz ou 5 GHz	802.11a/b/g
802.11ac	1,3 Gbit/s (1 300 Mbit/s)	2,4 GHz et 5 GHz	802.11a/n
802.11ad	7 Gbit/s (7 000 Mbit/s)	2,4 Ghz, 5 Ghz et 60 Ghz	802.11a/b/g/n/ac

Sommaire

Notions de base

Normes de la couche physique

Les supports physique

Les équipements réseau

- Les équipements d'interconnexion de niveau 1

- Les équipements d'interconnexion de niveau 2

Les équipements réseau

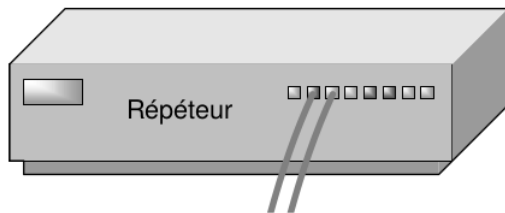
Introduction & définitions

- ▶ Ils relient les réseaux hétérogènes (couches et protocoles différents).
- ▶ Ils organisent au mieux le réseau pour une exploitation optimale : adressage des réseaux et sous-réseaux, VLAN, Proxy,
- ▶ Ils permettent de contourner les limites techniques des architectures des réseaux (augmentation des distances des segments physiques, changement de support physique, ...).
- ▶ Ils offrent une sécurité maximale (parefeu ou firewall, VLAN, proxy, ...).

Le présent chapitre traite les équipement de la couche physique, en détaillant les autres équipements aux chapitres correspondent à leurs niveaux.

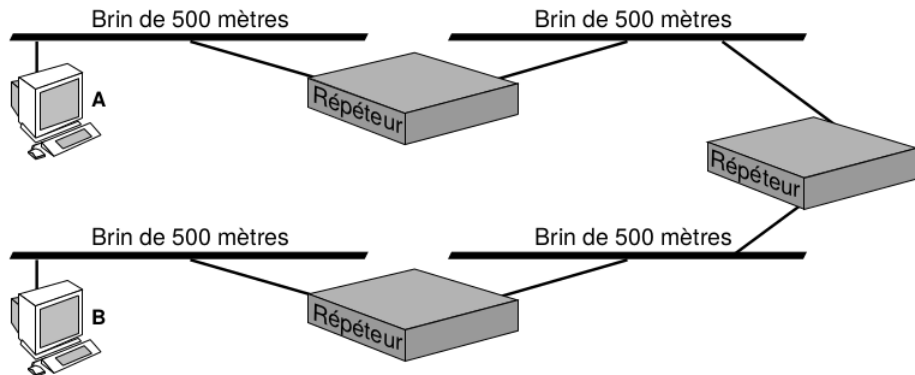
Répéteur (transceiver)

- ▶ Équipement d'interconnexion de niveau 1,
- ▶ Assure la répétition des bits d'un segment sur l'autre (régénération du signal pour compenser l'affaiblissement),
- ▶ Permet d'augmenter la distance d'un segment physique,
- ▶ Permet de changer le support physique.



- └ Les équipements réseau
- └ Les équipements d'interconnexion de niveau 1

Répéteur (transceiver)



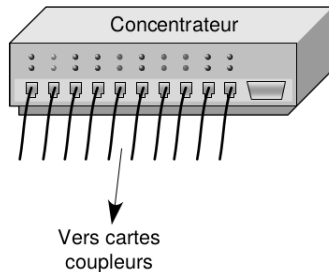
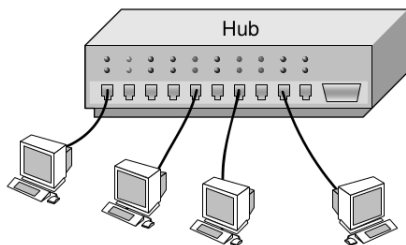
Concentrateur de câblage

- ▶ Équipement d'interconnexion de niveau 1, qui interconnecte les équipements sur le même réseau physique.
- ▶ Il concentre le trafic les câbles provenant de différents équipements terminaux.
- ▶ Il peut être passif (le signal n'est pas ré-amplifié) ou actifs (le signal est régénéré).
- ▶ Même si la topologie physique est en étoile, un réseau **Ethernet** constitué d'un concentrateur suit une topologie logique en bus.
- ▶ Il est capable de récupérer le signal arrivant par une entrée et de le dupliquer vers l'ensemble des portes de sortie.
- ▶ La trame n'est jamais modifiée lors de la traversée d'un répéteur ou concentrateur.

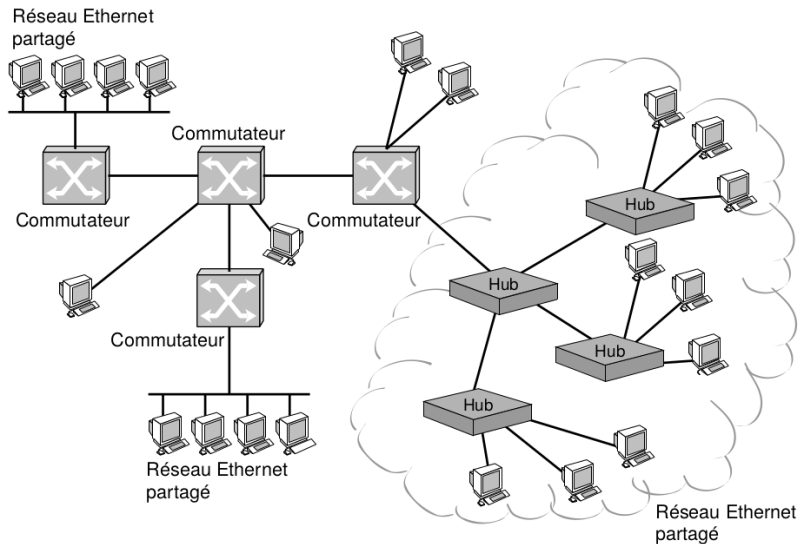
Concentrateur de données (hub)

- ▶ C'est un concentrateur dans un réseau **Ethernet** à la topologie en arbre.
- ▶ Peut posséder une intelligence capable de gérer diverses commutations et divers protocoles.
- ▶ Il concentre le trafic les données provenant de différents équipements terminaux.
- ▶ Il se comporte comme un répéteur multi-ports : en **Ethernet** avec un Hub 100 Mbps, on obtient un débit partagé de 100 Mbps pour l'ensemble des équipements raccordés.
- ▶ Les données sont enregistrées dans des mémoires du type registre à décalage (informations se décalent toutes d'une place à l'arrivée d'un nouveau bit).

Exemples de concentrateur/hub

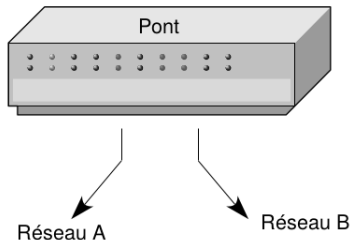


Exemples de concentrateur/hub



Pont (bridge)

- ▶ C'est un équipement d'interconnexion de niveau 2.
- ▶ Organe intelligent capable de reconnaître les adresses des blocs d'information, qui transitent sur le support physique.
- ▶ Il filtre les trames et ne laisse passer que les blocs destinés au réseau raccordé.
- ▶ Il permet de passer d'un réseau vers un autre de même type.
- ▶ Il existe des ponts qui transforment la trame pour l'adapter au réseau raccordé : connecte un réseau **Ethernet** à **Token-Ring**.



Commutateur (switch)

- ▶ Nom donné au nœud d'un réseau de transfert à commutation de paquets.
- ▶ En **Ethernet** avec un Switch 100Mbps, on obtient un débit dédié de 100Mbps par port.
- ▶ Un réseau **Ethernet** constitué d'un switch suit une topologie physique et logique en étoile.
- ▶ **Différence entre pont & commutateur** est que :
 - ▶ les deux analysent les trames qui circulent sur chaque segment pour stocker et mettre à jour périodiquement la table de correspondance adresse physique/n° de port,
 - ▶ les deux filtrent les trames en fonction de l'adresse physique du destinataire (segmentation de réseaux physiques),
 - ▶ les deux assurent les fonctions d'un répéteur.
 - ▶ **Mais** : le commutateur ne convertit pas les formats de transmissions de données.