

Systemes et reseaux



Module 2 Réseau



Pablo Rauzy <pr@up8.edu>
pablo.rauzy.name/teaching/sr

Réseau

- ▶ Le sens concret de *réseau* est « *un ensemble de lignes entrelacées* ».
- ▶ Le sens figuré est « *un ensemble de relations* ».
- ▶ Mathématiquement on peut comprendre un réseau comme un graphe.
- ▶ Vous connaissez déjà plein de types de réseaux.

- ▶ Le sens concret de *réseau* est « *un ensemble de lignes entrelacées* ».
- ▶ Le sens figuré est « *un ensemble de relations* ».
- ▶ Mathématiquement on peut comprendre un réseau comme un graphe.
- ▶ Vous connaissez déjà plein de types de réseaux.
 - Réseau routier, réseau sanguin, réseau électrique, etc.
 - Réseau social, réseau professionnel, etc.

- ▶ Difficile d'envisager l'informatique moderne sans réseau.
- ▶ De nombreux systèmes très différents doivent pouvoir communiquer entre eux.
 - Les différences sont logicielles et matérielles.
 - Mais aussi géographiques.
- ▶ Cela nécessite la mise en œuvre de couche d'abstractions communes.

Abstractions internes

- ▶ Au sein d'un système informatique, les abstractions correspondent à des couches :
- physique (le matériel),
 - système (les fonctions logiciels),
 - applicative (les services à l'utilisateur-ice).

Abstractions externes

- Entre les systèmes informatiques, les abstractions correspondent à des réseaux :
- le réseau local (de machine à machine),
 - le réseau d'accès (qui permet de sortir du réseau local),
 - le réseau d'interconnexion (qui permet de joindre d'autres réseaux locaux).

- ▶ Une fois que deux systèmes peuvent se parler, il faut convenir d'un langage commun.
- ▶ C'est le rôle d'un *protocole*.
- ▶ Vous connaissez déjà l'existence de nombreux protocoles.
 - HTTP, SSH, FTP, IMAP, SMTP, IRC, etc.

- ▶ Le standard OSI (*Open Systems Interconnection*) organise ces abstractions en couches qui correspondent aux fonctionnalités du point de vue interne d'un système.
 - Conçu dans les années 1970.
 - À l'époque, rivalité entre 3 architectures différentes :
 - DSA (*Distributed System Architecture*), développé en France (pour Cyclades) par CII,
 - Decnet, par DEC,
 - SNA (*Systems Network Architecture*), par IBM.
 - C'est DSA qui inspire le modèle OSI et ses sept couches.
 - En 1978, C. Bachman présente le modèle en sept couches.
 - La standardisation intervient tard (en 1984) et entre temps le modèle TCP/IP voit le jour.
 - TCP/IP est adopté par l'ARPANET en 1983.

- ▶ En pratique, on utilisera le modèle TCP/IP qui en est une simplification, et c'est sur ce modèle que ce basera le cours.

Les couches du modèle OSI

- ▶ La couche *physique* est chargée de la transmission effective des signaux entre les interlocuteurs. Son service est limité à l'émission et la réception de bits.

Les couches du modèle OSI

- ▶ La couche *physique* est chargée de la transmission effective des signaux entre les interlocuteurs. Son service est limité à l'émission et la réception de bits.
- ▶ La couche *liaison de données* gère les communications entre 2 machines directement connectées entre elles.

Les couches du modèle OSI

- ▶ La couche *physique* est chargée de la transmission effective des signaux entre les interlocuteurs. Son service est limité à l'émission et la réception de bits.
- ▶ La couche *liaison de données* gère les communications entre 2 machines directement connectées entre elles.
- ▶ La couche *réseau* gère les communications de proche en proche, généralement entre machines : routage et adressage des paquets.

Les couches du modèle OSI

- ▶ La couche *physique* est chargée de la transmission effective des signaux entre les interlocuteurs. Son service est limité à l'émission et la réception de bits.
- ▶ La couche *liaison de données* gère les communications entre 2 machines directement connectées entre elles.
- ▶ La couche *réseau* gère les communications de proche en proche, généralement entre machines : routage et adressage des paquets.
- ▶ La couche *transport* gère les communications de bout en bout entre programmes.

Les couches du modèle OSI

- ▶ La couche *physique* est chargée de la transmission effective des signaux entre les interlocuteurs. Son service est limité à l'émission et la réception de bits.
- ▶ La couche *liaison de données* gère les communications entre 2 machines directement connectées entre elles.
- ▶ La couche *réseau* gère les communications de proche en proche, généralement entre machines : routage et adressage des paquets.
- ▶ La couche *transport* gère les communications de bout en bout entre programmes.
- ▶ La couche *session* gère la synchronisation des échanges et les transactions.

Les couches du modèle OSI

- ▶ La couche *physique* est chargée de la transmission effective des signaux entre les interlocuteurs. Son service est limité à l'émission et la réception de bits.
- ▶ La couche *liaison de données* gère les communications entre 2 machines directement connectées entre elles.
- ▶ La couche *réseau* gère les communications de proche en proche, généralement entre machines : routage et adressage des paquets.
- ▶ La couche *transport* gère les communications de bout en bout entre programmes.
- ▶ La couche *session* gère la synchronisation des échanges et les transactions.
- ▶ La couche *présentation* est chargée de la conversion entre données manipulées au niveau applicatif et chaînes d'octets effectivement transmises.

Les couches du modèle OSI

- ▶ La couche *physique* est chargée de la transmission effective des signaux entre les interlocuteurs. Son service est limité à l'émission et la réception de bits.
- ▶ La couche *liaison de données* gère les communications entre 2 machines directement connectées entre elles.
- ▶ La couche *réseau* gère les communications de proche en proche, généralement entre machines : routage et adressage des paquets.
- ▶ La couche *transport* gère les communications de bout en bout entre programmes.
- ▶ La couche *session* gère la synchronisation des échanges et les transactions.
- ▶ La couche *présentation* est chargée de la conversion entre données manipulées au niveau applicatif et chaînes d'octets effectivement transmises.
- ▶ La couche *application* est le point d'accès au service réseau.

Schéma du modèle OSI

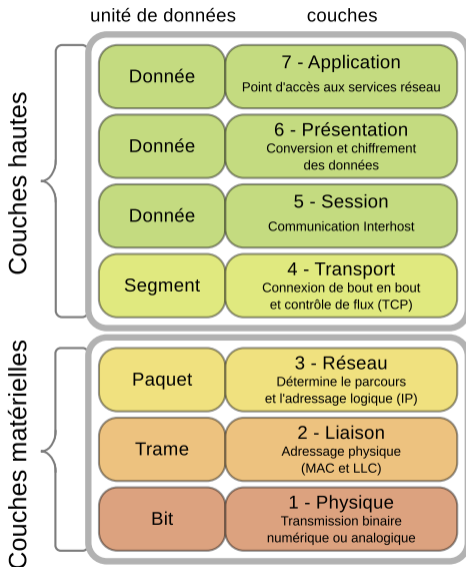
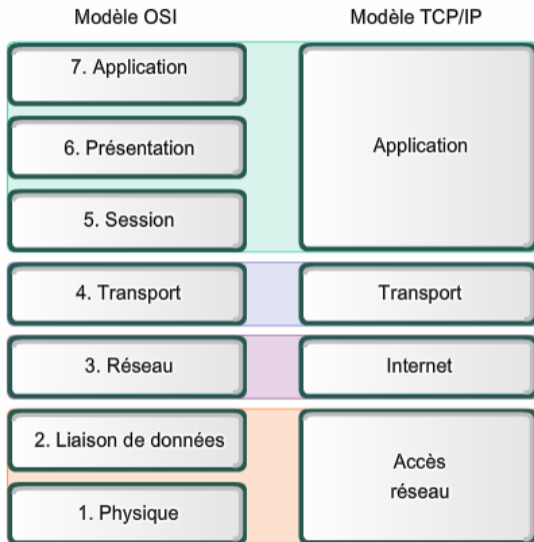


Schéma de comparaison du modèle OSI et du modèle TCP/IP



- ▶ Internet est organisé hiérarchiquement :
 - au niveau de son infrastructure matérielle, et
 - au niveau des protocoles qui régissent le trafic sur le réseau.

- ▶ Pourtant, son fonctionnement reste très décentralisé.

- ▶ Chaque machine sur le réseau est identifiée par une *adresse IP*.
- ▶ Les données qui transitent sur le réseau sont découpées en *paquets*.
 - Chaque paquet a une IP *source* et une IP *destination*.
- ▶ La *route* de chaque paquet de machine en machine est indépendante.
 - Elle est décidée au fur et à mesure de manière complètement décentralisée.

Réseau local

- ▶ Sur un réseau local, il y a essentiellement deux types de machines :
 - les machines hôtes, et
 - les routeurs.

Machine hôte

- ▶ Sur une machine *hôte*, le trafic est dirigé en fonction d'une *table de routage*.
- ▶ Cette table définit à qui envoyer un paquet en fonction de sa destination :
 - soit à elle même si elle est la destination,
 - soit l'adresser directement à la machine destination si elle est sur le réseau local.
 - soit l'envoyer à une adresse par défaut (le *routeur*).

Routeur

- ▶ Un *routeur* est simplement une machine connectée à plusieurs réseaux.
 - Elle dispose aussi d'une table de routage qui permet de faire passer les paquets d'un réseau à l'autre quand c'est nécessaire.
- ▶ Quand les deux réseaux sont de nature différente, on l'appelle *passerelle*.
 - Votre modem-routeur ("box") est typiquement une passerelle entre votre réseau local et Internet. En pratique, entre votre réseau local et votre fournisseur d'accès.

Systèmes autonomes (AS)

- ▶ Un *système autonome* est un ensemble de réseaux dont le routage interne est cohérent.
 - Exemple typique d'AS : un fournisseur d'accès à Internet (FAI).
- ▶ Un protocole de routage interne calcule tous les plus courts chemins dans l'AS.
- ▶ Les paquets qui ont une destination externe à l'AS sont :
 - soit envoyés à une passerelle en "bordure" de l'AS (*peering*),
 - soit remontés vers une route par défaut à un FAI de niveau supérieur (*transit*).

Appairage (peering)

- ▶ Un AS peut avoir des accords d'*appairage* avec d'autres AS :
 - Il peut s'agir d'un lien physique avec un autre AS (peering privé), ou
 - de la participation à un *point d'échange Internet* (peering public).
- ▶ Le protocole BGP permet d'échanger des informations de routage entre AS :
 - par exemple "je sais aller très rapidement à toutes mes destinations internes",
 - ou encore "j'ai un accord de peering me permettant d'aller à telle destination à telle vitesse",

Appairage (peering)

- ▶ Un AS peut avoir des accords d'*appairage* avec d'autres AS :
 - Il peut s'agir d'un lien physique avec un autre AS (peering privé), ou
 - de la participation à un *point d'échange Internet* (peering public).
- ▶ Le protocole BGP permet d'échanger des informations de routage entre AS :
 - par exemple "je sais aller très rapidement à toutes mes destinations internes",
 - ou encore "j'ai un accord de peering me permettant d'aller à telle destination à telle vitesse",
 - ou même "Je suis YouTube promis juré !"...
 - BGP est capable de s'auto-réparer en propageant les informations concernant les routes cassées, mais ça peut prendre du temps.

- ▶ Un *point d'échange Internet* relie plusieurs systèmes autonomes.
- ▶ Cela permet à ces AS de s'échanger du trafic directement, sans passer par un FAI :
 - optimisation du coût,
 - optimisation de la vitesse du trafic.

Trois niveaux d'opérateurs Internet

- ▶ Opérateurs *tier 3* : pas d'accord de peering, dépendent entièrement d'une offre de transit.
- ▶ Opérateurs *tier 2* : ont des accords de peering, nécessitent une offre de transit.
- ▶ Opérateurs *tier 1* : voient tout le réseau par peering, n'ont pas besoin de transit.
 - La *default-free zone* est l'ensemble des routeurs qui n'utilisent pas de route par défaut.

- ▶ Concernant le routage, la gouvernance d'Internet est assez décentralisée :
 - une table de routage à n'importe quel niveau peut être configurée manuellement ;
 - bien sûr, il reste un aspect hiérarchique fort dans la structure du réseau.

- ▶ En revanche, même si "code is law", la gouvernance de certaines ressources est relativement centralisée.

- ▶ L'*Internet Corporation for Assigned Names and Numbers* est l'autorité suprême :
 - elle gère les racines du système des noms de domaines,
 - elle attribue les numéros d'AS et les adresses IP (déléguées depuis le début des années 90 aux *registres Internet régionaux*).

- ▶ L'ICANN n'est indépendante du gouvernement américain que depuis 2016...
 - Cela a évidemment fait l'objet de nombreuses controverses (privatisation au profit des GAFAM ?).

- ▶ La gouvernance de l'ICANN elle même est assez complexe, je vous laisse découvrir ça :
<https://www.icann.org/resources/pages/newcomers-2015-04-01-fr>

- ▶ Ce module est constitué de six chapitres :
 - Chargement d'une page web ;
 - Couches d'accès réseau ;
 - Couche Internet* ;
 - Couche transport ;
 - Couches application* ;
 - Protocoles*.

- ▶ Les chapitres marqués d'une * feront l'objet d'un TP.

- ▶ Il y aura également un mini-projet.