

Cours : Principes fondamentaux des réseaux informatiques

1. Introduction

Définition : Un réseau est un système complexe d'objets ou de personnes interconnectés.

Types de réseaux				
Réseau	Qu'est-ce qui circule ?	Formes différentes	Règles	Support
Routier	Véhicules	Camions, voitures, motos, vélos	Règles de circulation et code de la route	Routes et autoroutes
Postal	Objets	Lettres (informations écrites), colis	Règles d'emballage et d'affranchissement	Boîtes postales, boîtes aux lettres, bureaux, camions, avions, facteurs
Informatique	Informations	Fichiers, flux d'octets	Protocoles de communication	Ordinateurs, serveurs, modems, fils, ondes

Les réseaux informatiques peuvent être classifiés selon plusieurs critères :

- taille (LAN, WAN, internet)
- mode de transmission (fil: électrique, fibre optique: lumière, bluetooth, Wifi, 4G, satellite: ondes électromagnétiques)
- topologie (bus, étoile, arbre, anneaux ou maillée)

Afin de faciliter leurs interconnexions, ils sont normalisés par deux organismes :

- ITU (International Telecommunication Union)
- ISO (International Standard Organization)

2. Eléments des réseaux informatiques (matériel)

Un réseau informatique est caractérisé par un aspect **matériel** : le matériel réseau (des câbles, des ordinateurs, des ressources...), c'est-à-dire les éléments physiques qui composent le réseau, et un aspect **logiciel** : principalement les protocoles de communication. Notons que chaque type de réseau nécessite un matériel spécial ainsi que des protocoles spécifiques. Dans ce chapitre, nous n'aborderons que les aspects matériels. Les aspects logiciels seront abordés dans le chapitre suivant.

On distingue un 'client' d'un 'serveur'. Le serveur répond aux requêtes des clients potentiellement nombreux afin de partager des ressources.

Les composants (aussi appelés nœuds) d'un réseau sont reliés par des liens (avec fil ou sans fil) à des équipements réseau spécialisés : switches ou routeurs. Chaque appareil connecté au réseau dispose d'une carte réseau (équipée d'une prise adaptée s'il s'agit d'un réseau câblé). Ce sont des machines (nœuds du réseau) et leurs programmes (services) :

- Serveurs (avec une carte réseau + système d'exploitation réseau)
- Clients (ordinateur, smartphone, imprimante, etc.)
- Matériel réseau spécialisé (passerelle, répéteur, hub, switch, serveur, modem, ...)

Il y a aussi des connexions entre les machines (branches du réseau = liens entre les nœuds) :

- Par câble (ligne téléphonique, fibre optique, CPL, RJ45, etc.)
- Par ondes (ondes radio, infrarouge, etc.)

Chaque type de connexion possède des caractéristiques spécifiques (portée, débit, etc.).

La **topologie** d'un réseau nous indique comment les nœuds sont reliés entre eux :

- étoile si tous les nœuds sont reliés entre eux via un nœud central
- bus si les ordinateurs sont reliés à la queue leu leu, sur un seul fil
- anneau s'ils sont en bus et que le premier est relié au dernier, formant une boucle
- maillé si chaque nœud possède des liens avec plusieurs voisins, ce qui permet d'assurer les transports pas plusieurs itinéraires.

Les règles de communication pour envoyer des messages sont assurées par les logiciels (protocoles).

3. Protocoles de communication (logiciel)

Outre les systèmes d'exploitation dont une partie des fonctions concerne la gestion du réseau (aussi bien sur les serveurs que sur les postes client) et les différents programmes spécialisés nommés services (par exemple : service DNS, permettant de faire correspondre une adresse IP à une adresse URL), la fonction logicielle principale consiste à faire respecter un protocole de communication qui doit être commun à chacun des éléments d'un réseau informatique.

Définition PROTOCOLE = Ensemble de règles et de procédures à respecter pour pouvoir échanger des données sur un réseau informatique

La communication entre deux machines peut être décomposée en plusieurs sous-ensembles (plus simples à gérer) dénommés couches du protocole. Chaque couche a une fonction précise et fait abstraction du fonctionnement des couches supérieures et inférieures. Le modèle des couches sera discuté au chapitre suivant.

Le but des protocoles est la compréhension entre machines / logiciels indépendamment du système d'exploitation ou de la plate-forme, des marques de routeurs, etc. tout en limitant les risques d'erreurs durant la transmission.

Le World Wide Web (abrégé www comme on le voit au début de la plupart des adresses URL) est l'ensemble des ressources logicielles d'Internet, appelé la plupart du temps Web. Les principaux protocoles de l'Internet sont :

- **IP** (Internet Protocol), qui s'occupe de l'adressage (routage) des paquets transportant des informations et de l'identification des machines
- **TCP** (Transmission Control Protocol), qui s'occupe du contrôle des transmissions : est-ce qu'un paquet est bien arrivé ? Faut-il le renvoyer, etc.
- **FTP** (File Transfer Protocol), qui s'occupe de transfert de fichiers
- **HTTP** (HyperText Transfer Protocol), qui s'occupe de transfert d'informations sur le web (notamment les pages qu'on visite depuis son navigateur web)

Sur internet, chaque nœud doit posséder une adresse IP universelle unique. Dans la version la plus employée d'IP (version 4), elle est composée de 4 nombres séparés par des points pour en faciliter la lecture. Elle est en quelque sorte l'équivalent des numéros de téléphone. Mais comme il est difficile de retenir ces adresses, certaines machines, comme les serveurs, ont aussi un nom de domaine (par exemple l'adresse IP 192.169.226.73 correspond au site www.adresseip.com qui permet de connaître l'adresse IP de votre ordinateur ou téléphone). Ces adresses URL sont en quelque sorte l'équivalent des noms dans un répertoire téléphonique. Les serveurs DNS (Domain Name Server) permettent de transformer un nom dans son adresse IP.

4. Couches d'abstraction

Au cours du temps, le nombre et la taille des réseaux ont considérablement augmenté. Il en a résulté une incompatibilité entre de nombreux appareils et il est devenu difficile d'établir des communications entre des réseaux fondés sur des spécifications différentes.

C'est pourquoi le modèle OSI (Open System Interconnection) a été proposé afin de normaliser les protocoles de communication en les modélisant dans un système à 7 couches :

Application : gestion des échanges de données entre programmes et services du réseau

Présentation : encodage des informations pour les rendre lisibles par les applications (par exemple UTF pour le texte)

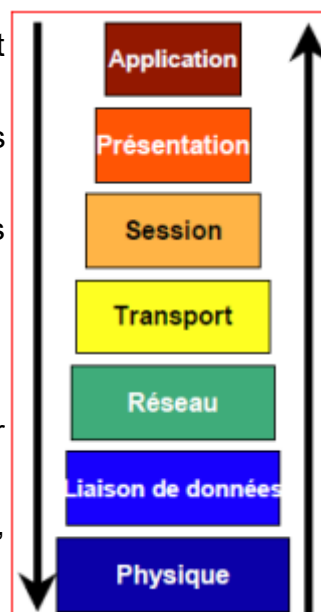
Session : détection du mode de communication à utiliser entre machines et périphériques / surveillance des connexions

Transport : gestion des erreurs de transmission, calcul du routage

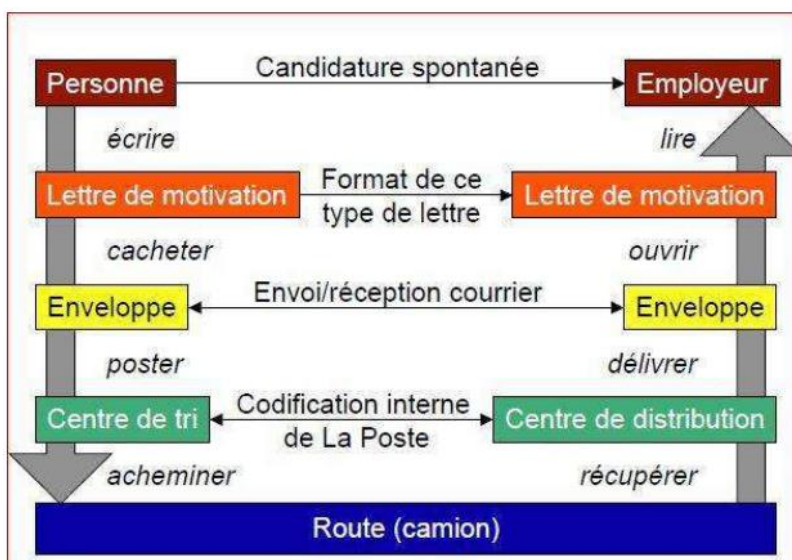
Réseau : identification des machines connectées au réseau

Liaison de données : subdivision des informations en «paquets» pour livraison sur le réseau

Physique : encodage des bits pour être transmis par un câble électrique, une fibre optique, des ondes, etc.



Pour illustrer ce modèle, on peut faire l'analogie avec l'envoi d'une candidature à un employeur :



5. Commutation par paquets (vs Commutation par circuit ou ligne)

Afin de ne pas être obligé de maintenir une connexion continue trop longtemps entre deux nœuds d'un réseau (c'est ce qu'on appelle la commutation par circuit, plus adaptée aux conversations téléphoniques) et de minimiser les conséquences des erreurs de transmission, on a recours pour les transmissions de données à un découpage par paquets. Le nombre de paquets utilisés pour décomposer des données peut être plus ou moins grand selon le matériel et les protocoles permettant d'acheminer les données. On appelle ce modèle "commutation par paquets".

Les paquets sont constitués de deux parties :

- une **entête** standardisée qui contient notamment les adresses de l'expéditeur et du destinataire afin d'assurer le routage, le numéro du paquet afin de pouvoir reconstituer le message étant donné que tous les paquets ne suivent pas forcément le même chemin, ainsi que la taille du paquet si elle est variable.
- une partie **données** qui contient les informations à transmettre proprement dites

Plus les paquets sont petits, moins ils mettent de temps à être transmis mais plus le pourcentage de la taille de l'entête est grand. Plus les paquets sont grands, moins les avantages du découpage sont présents. Il s'agit donc de trouver un juste milieu. L'ordre de grandeur est d'environ 1 ko (1000 octets) en général.

La gestion des paquets est assurée par les couches inférieures du modèle OSI (Liaison de données, Réseau et Transport).

6. Commutation ou routage

La transmission d'un paquet de données entre un émetteur et un récepteur peut être effectuée de deux manières : par **commutation** de ligne ou par commutation par paquets (**routage**).

La **commutation de ligne** consiste à établir des chemins physiques fixes entre les nœuds d'un réseau à l'aide de commutateurs (switches en anglais). Cette méthode a l'avantage de la simplicité car on suit toujours le même chemin pour chaque paire émetteur/récepteur. Mais elle rend toute adaptation à un changement dans la topologie du réseau plus difficile car rien n'est automatisable dans ce domaine. C'est pourquoi on l'utilise plutôt dans les réseaux simples comme un réseau local (LAN = Local Area Network).

Le **routage**, lui, permet de partager des ressources (routeurs) pour transporter l'information d'un point A vers un point B (de manière statique ou dynamique).

Dès que le routeur reçoit un paquet avec une adresse de destination, il regarde dans sa table de routage pour voir si elle contient cette adresse. Si c'est le cas, la table de routage indique l'adresse du prochain nœud à qui il faut envoyer le paquet pour qu'il arrive à bon port.

Les données dans la table de routage sont **statiques** si elles sont écrites manuellement. Toute modification du réseau qui rendrait ce chemin inutilisable devra alors être corrigée manuellement aussi !

Il existe des protocoles **dynamiques** qui mettent en œuvre un partage des tables de routage avec les voisins directs (ou proches) pour les mettre à jour régulièrement. Pas besoin d'intervention manuelle, donc, si le réseau change suite à la panne d'un routeur, par exemple.