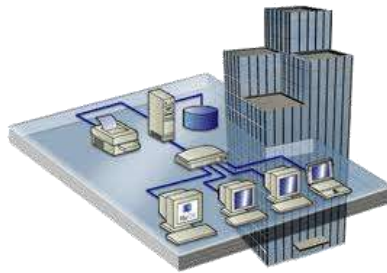


LES RÉSEAUX INFORMATIQUES



Objectifs

L'apprenant doit être capable

- de décrire l'organisation des principaux protocoles
- d'analyser les formats et les flux d'information
- d'identifier les architectures fonctionnelles et matérielles
- d'identifier les supports de communication
- d'identifier et analyser le message transmis (protocole, configuration)
- d'identifier les architectures fonctionnelles et matérielles d'un réseau
- de paramétrer un protocole de communication

Prérequis

[Caractérisation de l'information](#)

[Codage de l'information](#)

Expression du besoin

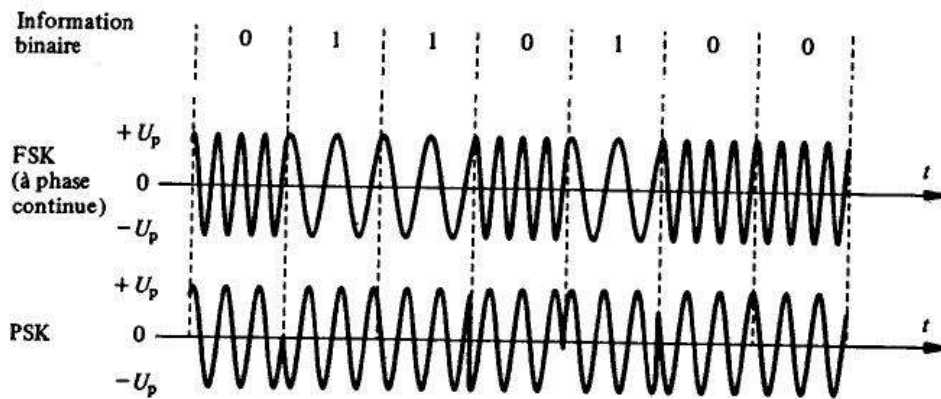
Au lendemain de la seconde guerre mondiale, le développement de l'informatique a conduit à numériser un grand nombre d'informations. La transmission de ces informations par des supports physiques (cartes perforées, bandes magnétiques, disquettes, etc...) a vite trouvé sa limite et il a fallu envisager un autre mode d'échanges des données.

Les échanges entre deux équipements (ordinateurs par exemple) sont rendus possible par des transmissions série (protocole **RS232**) mais demeurent restrictives. L'échange entre plusieurs postes simultanément étant le réel besoin.

Ci-contre : IBM705 de 1960. Il occupait plusieurs pièces d'un immeuble.



Pour transmettre des données d'un immeuble à l'autre, d'une ville à une autre ou d'un pays à l'autre, seules les liaisons téléphoniques existaient, d'où l'idée d'utiliser ces lignes électriques pour véhiculer des signaux numériques (succession de 0 et de 1 logiques) modulés.



En 1958, le premier appareil capable de faire cette **modulation** voit le jour. On l'appelle **MODEM** (Modulateur-Démodulateur).

A partir de là, la communication entre les ordinateurs sur de longues distances devient possible dès lors qu'un standard de communication est défini.

Notions de réseaux

Définition

Un *réseau*, au sens large, est un ensemble d'objets ou de personnes interconnectés les uns avec les autres et qui font circuler des informations entre eux selon des règles communes.

En informatique, un réseau est un ensemble d'équipements informatiques reliés entre eux par des conducteurs d'informations (ondes, cuivre, fibre optique...).

L'intérêt d'un réseau informatique est de :

- partager des données et des applications
- partager des périphériques (imprimantes, machines, etc...)
- travailler sur des données communes

La littérature dans ce domaine distingue généralement trois types de réseaux :

- **LAN** : Local Area Network : réseau local présentant un périmètre géographique restreint (salle, bâtiment...).
- **MAN** : Metropolitan Area Network : Il regroupe plusieurs LAN géographiquement proches

- **WAN** : Wide Area Network : Il regroupe des LAN géographiquement éloignés. Internet repose sur des WAN.

Échange Client Serveur

Lors d'une communication entre deux machines dans un réseau, les deux machines doivent établir une connexion. La machine émettrice (celle qui demande la connexion) est appelée client, tandis que la machine réceptrice est appelée serveur. On dit qu'on est alors dans un environnement **Client-Serveur**. Les machines dans un tel environnement communiquent en **mode connecté**, c'est-à-dire que la communication se fait dans les deux sens.

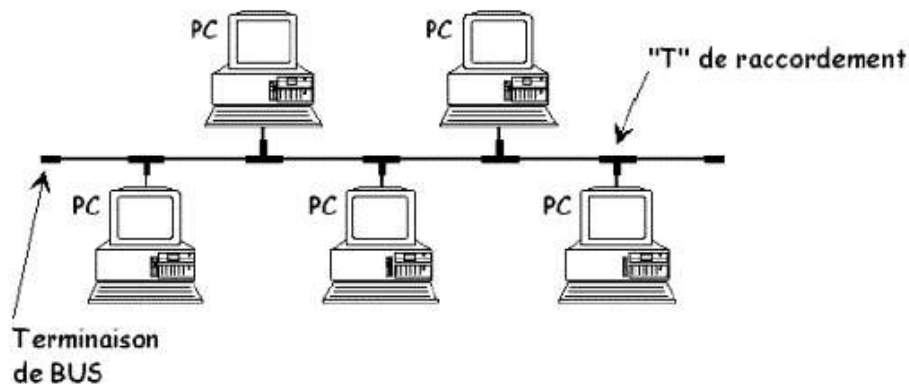
Topologie de réseau

La topologie caractérise l'arrangement physique des noeuds de branchement du réseau.

Réseau en Bus

Un câble relie tous les ordinateurs en ligne. Un "jeton" unique sur le bus autorise une machine à émettre des données et interdit de ce fait la "collision" des données. Dans le message d'émission est placé l'adresse de la machine destinataire. Le destinataire peut ainsi se reconnaître, lire le message et y répondre.

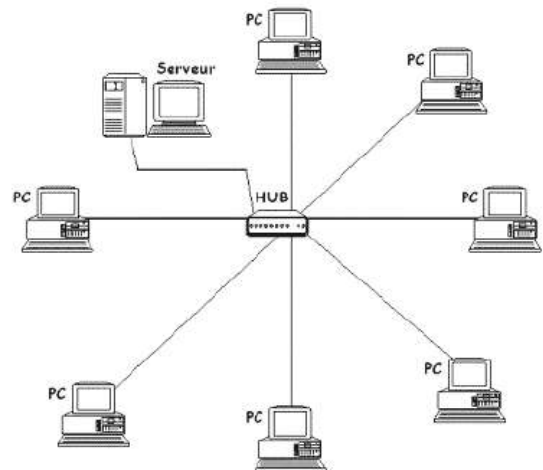
L'émetteur, lorsqu'il reçoit à nouveau le jeton, peut valider la communication et libérer le jeton pour autoriser une nouvelle transmission.



Réseau en étoile

Chaque poste est relié à un concentrateur (**HUB**) ou commutateur (**switch**). Ce dernier a pour rôle d'éviter les collisions et d'autoriser les communications entre deux postes.

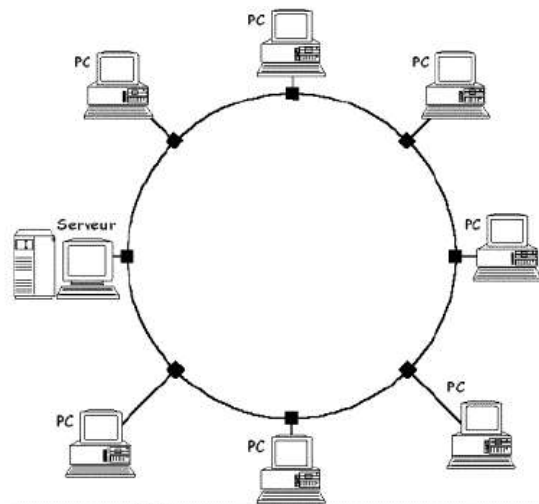
Cette solution est évolutive mais coûteuse.



Réseau en anneau

La communication repose également sur le principe du jeton qui circule dans la ligne et qui autorise ou non les communications.

La rupture d'un des nœuds empêche le réseau de fonctionner. La mise en œuvre est complexe.



Adressage

Dans un réseau informatique chaque équipement est caractérisé par deux numéros de plusieurs nombres appelées **ADRESSE** et liés à chaque carte réseau.

Ces numéros doivent être uniques.



Adressage MAC

De la même manière que dans une ville chaque domicile doit disposer d'une adresse unique, dans un réseau informatique, chaque interface



réseau doit disposer d'une adresse unique au monde.

Adresse MAC

L'adresse MAC (*Media Access Control*) est propre à chaque carte réseau. Elle est théoriquement unique au monde et est composée de 6 octets écrits en codage hexadécimal (de 00 à FF).

Cette adresse est manipulée par la couche *Liaison* (couche 2 du modèle OSI) ce qui permet un traitement rapide de l'information (adressage rapide des paquets d'information sur le réseau local) car il n'y a pas de traitement programmé.

Les 3 premiers octets sont propres au constructeur de matériel, les trois suivants identifient la carte elle-même.

Lorsque l'adresse MAC est composée uniquement de FF, cela revient à transmettre l'information à tous les équipements du réseau. On appelle cela un **BROADCAST**

Mise en évidence de l'adresse MAC dans un échange

Le datagramme (succession de données transmises lors d'un échange client-serveur) suivant nous apprend que :

- le message est envoyé à tous les ordinateurs du réseau (Broadcast)
- l'émetteur du message possède l'adresse MAC : 00-1D-09-18-F5-E0
- les 3 premiers octets sont propres aux cartes réseau de la marque DELL : 00-1D-09

```

0000  ff ff ff ff ff ff 00 1d 09 18 f5 e0 08 00 45 00 .....E.
0010  00 a2 39 bf 00 00 80 11 7e 39 c0 a8 00 03 c0 a8 ..9.....~9.....
0020  00 ff 44 5c 44 5c 00 8e e0 23 7b 22 68 6f 73 74 ..D\D\...#{"host
0030  5f 69 6e 74 22 3a 20 32 34 35 31 36 33 34 31 2c _int": 2 4516341,
0040  20 22 76 65 72 73 69 6f 6e 22 3a 20 5b 31 2c 20 "version": [1,
0050  38 5d 2c 20 22 64 69 73 70 6c 61 79 6e 61 6d 65 8], "displayname
0060  22 3a 20 22 70 63 2d 64 65 2d 6e 6f 72 62 65 72 ": "pc-de-norber
0070  74 22 2c 20 22 70 6f 72 74 22 3a 20 31 37 35 30 t", "port": 1750
0080  30 2c 20 22 6e 61 6d 65 73 70 61 63 65 73 22 3a 0, "name spaces":
0090  20 5b 31 36 38 31 31 39 33 37 2c 20 34 31 35 31 [168119 37, 4151
00a0  30 30 34 32 2c 20 33 38 39 38 33 31 36 34 5d 7d 0042, 38 983164]}

```

Adressage IP

L'inconvénient de l'adresse physique est qu'elle est liée au matériel, ce qui manque de souplesse dès lors que l'on souhaite manipuler un grand nombre d'équipements.

Il a donc été nécessaire de rajouter à l'adresse physique, une adresse logique appelée **Adresse IP**.

L'adresse logique est modifiable grâce au système d'exploitation (Windows, LINUX, etc...).

```

C:\WINDOWS\system32\cmd.exe

Nom de l'hôte . . . . . : xp-virtuel
Suffixe DNS principal . . . . . : 
Type de nœud . . . . . : Inconnu
Routage IP activé . . . . . : Non
Proxy WINS activé . . . . . : Non

Carte Ethernet Connexion au réseau local:
  Suffixe DNS propre à la connexion : 
  Description . . . . . : VMware Accelerated AMD PCNet Adapter

  Adresse physique . . . . . : 00-0C-29-01-29-BF
  DHCP activé . . . . . : Oui
  Configuration automatique activée . . . . . : Oui
  Adresse IP . . . . . : 192.168.0.5
  Masque de sous-réseau . . . . . : 255.255.255.0
  Passerelle par défaut . . . . . : 192.168.0.254
  Serveur DHCP . . . . . : 192.168.0.254
  Serveurs DNS . . . . . : 212.27.40.241
                          212.27.40.240
  Bail obtenu . . . . . : samedi 30 avril 2011 10:53:01
  Bail expirant . . . . . : mardi 10 mai 2011 10:53:01

C:\Documents and Settings\user>

```

L'adresse IP (**Internet Protocol**) identifie un équipement dans un réseau. Elle doit, de ce fait, être unique dans le réseau mais elle peut être modifiée grâce au système d'exploitation.

Contrairement à l'adresse MAC, il est tout à fait possible d'avoir la même adresse IP dans des réseaux différents.

En IPv4, elle est composée de 4 octets écrits en décimal (0 à 255). En IPv6 elle se compose de 6 octets écrits également en décimal.

L'adresse IP est manipulée par la couche 3 (Réseau).

Une adresse IP peut être :

- **statique** : ce qui signifie qu'elle ne change jamais tant qu'on ne la modifie pas.
- **dynamique** : cela signifie qu'un serveur DHCP (Dynamic Host Configuration Protocol) lui affecte une adresse d'une durée (bail) déterminée. La durée du bail est configurée sur le serveur DHCP.

Toute machine sur un réseau a donc 2 adresses, une adresse MAC et une adresse IP.

Les processus de niveaux supérieurs utilisent toujours l'adresse IP et donc lorsqu'un processus communique avec un autre processus, il lui envoie un message dont l'adresse destinataire est une adresse IP, mais pour pouvoir atteindre la carte réseau du destinataire, il faut connaître son adresse MAC. Le rôle du **protocole ARP** (*Address Resolution Protocol*) est d'assurer la correspondance entre l'adresse IP et l'adresse MAC.

```

C:\WINDOWS\system32\cmd.exe

C:\Documents and Settings\user>arp -a

Interface : 192.168.0.5 --- 0x2
Adresse Internet    Adresse physique    Type
192.168.0.3         00-1d-09-18-f5-e0   dynamique

```

Soit la carte réseau suivante :


```

C:\WINDOWS\system32\cmd.exe

Nom de l'hôte . . . . . : xp-virtuel
Suffixe DNS principal . . . . . :
Type de noud . . . . . : Inconnu
Routage IP activé . . . . . : Non
Proxy WINS activé . . . . . : Non

Carte Ethernet Connexion au réseau local:
Suffixe DNS propre à la connexion :
Description . . . . . : VMware Accelerated AMD PCNet Adapter

Adresse physique . . . . . : 00-0C-29-01-29-BF
DHCP activé . . . . . : Oui
Configuration automatique activée . . . . . : Oui
Adresse IP . . . . . : 192.168.0.5
Masque de sous-réseau . . . . . : 255.255.255.0
Passerelle par défaut . . . . . : 192.168.0.254
Serveur DHCP . . . . . : 192.168.0.254
Serveurs DNS . . . . . : 212.27.40.241
                          212.27.40.240
Bail obtenu . . . . . : samedi 30 avril 2011 10:53:01
Bail expirant . . . . . : mardi 10 mai 2011 10:53:01

C:\Documents and Settings\user>

```

Le protocole DHCP est activé la carte est gérée par un serveur qui lui attribue automatique une adresse IP.

On remarque également que nous sommes en adressage IPv4.

Plan d'adressage

Besoin

Avec un adressage IP sur 4 octets, il serait possible d'adresser 2^{32} équipements soit plus de 4 milliards de machines. Sans filtrage, la transmission de données serait excessivement longue, car il faudrait au niveau de la couche réseau, rechercher le destinataire parmi toutes les possibilités. Par ailleurs sans précaution supplémentaire chaque machine pourrait accéder aux autres ce qui, sur le plan de la sécurité informatique, serait impensable. Enfin sur 4 milliards de machines, comment être sûr que l'adresse IP n'est pas déjà utilisée ?

Masque de sous réseau

Un plan d'adressage détermine l'adresse IP du réseau, du sous-réseau et donc des équipements (ordinateur, imprimante, automate, etc...) qui composent le réseau de l'entreprise ou de l'établissement. Afin de réduire les possibilités de



connexion on utilise un masque de sous réseau qui segmente le réseau en plusieurs sous-réseaux.

Le masque de sous-réseau est une adresse IP grâce à laquelle on obtient l'adresse du réseau.

Le résultat du ET logique entre le masque et l'adresse IP d'une machine donne l'adresse du réseau. Toutes les machines qui appartiennent au même réseau

peuvent communiquer entre elles.

Exemple :

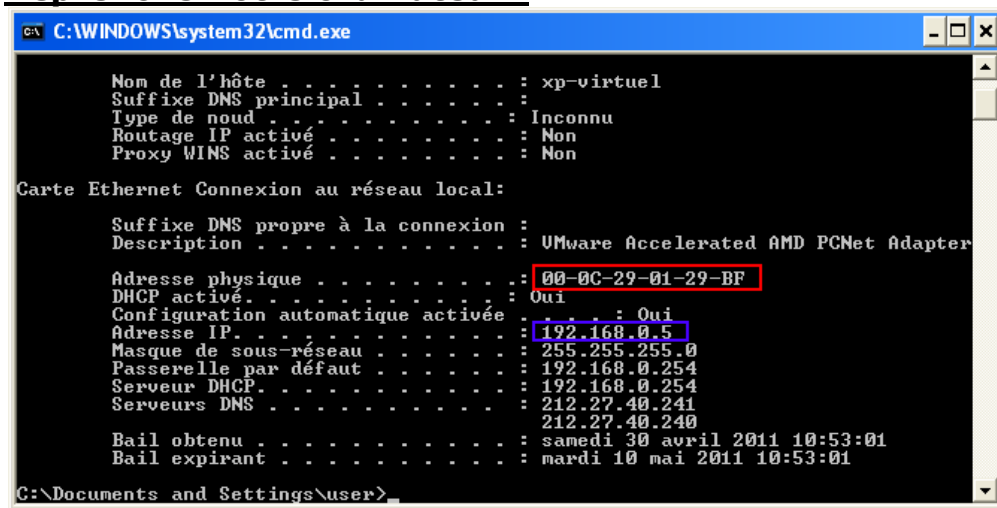
Masque : 255.255.255.0
 IP : 192.168.0.5
 Résultat du ET logique : 192.168.0.0
 L'adresse du réseau est donc 192.168.0.0

Toutes les machines ayant une adresse unique comprise entre 192.168.0.1 et 192.168.0.254 peuvent communiquer entre elles.

Deux adresses par sous-réseau sont réservées :

- l'adresse du réseau : 192.168.0.0 dans notre exemple
- l'adresse de BroadCast par laquelle on peut transmettre un message à tous les équipements du sous réseau : 192.168.0.255 dans notre exemple

Reprenons notre ordinateur :



Son masque est : 255.255.255.0
 L'adresse du réseau est donc : 192.168.0.0
 En principe 254 (256-@réseau - @broadcast) peuvent communiquer.

Classe d'adressage

Selon le masque de sous-réseau, on distingue des classes d'adressage différentes. Celles-ci déterminent le nombre de machines par sous-réseau et donc le nombre possible de sous-réseaux :

Valeur du masque :

| Classe d'adresses | Bits utilisés pour le masque de sous réseau | | | | Notation décimale |
|-------------------|---|----------|----------|----------|-------------------|
| Classe A | 11111111 | 00000000 | 00000000 | 00000000 | 255.0.0.0 |
| Classe B | 11111111 | 11111111 | 00000000 | 00000000 | 255.255.0.0 |
| Classe C | 11111111 | 11111111 | 11111111 | 00000000 | 255.255.255.0 |

| Classe | Début | Fin | Notation CIDR | Masque de sous-réseau par défaut |
|----------------------|-----------|-----------------|---------------|----------------------------------|
| Classe A | 0.0.0.0 | 127.255.255.255 | /8 | 255.0.0.0 |
| Classe B | 128.0.0.0 | 191.255.255.255 | /16 | 255.255.0.0 |
| Classe C | 192.0.0.0 | 223.255.255.255 | /24 | 255.255.255.0 |
| Classe D (multicast) | 224.0.0.0 | 239.255.255.255 | /4 | non défini |
| Classe E (réservée) | 240.0.0.0 | 255.255.255.255 | | non défini |

| | Nombre de réseaux | Nombre d'hôtes | Plage d'identificateur de réseau (1 ^{er} octet) |
|----------|------------------------|-------------------------|--|
| Classe A | $2^7 - 2 = 126$ | $2^{24} - 2 = 16777214$ | 0-127 |
| Classe B | $2^{14} - 2 = 16382$ | $2^{16} - 2 = 65534$ | 128-191 |
| Classe C | $2^{21} - 2 = 2097150$ | $2^8 - 2 = 254$ | 192-223 |

Résumé des classes d'adresse

Les éléments actifs

On appelle **éléments actifs**, des équipements électroniques intervenant dans l'acheminement des trames de communication dans un réseau.

Souvent les éléments actifs se présentent sous forme de boîtier rackable de 19 pouces de large qui sont placés dans des baies informatiques ondulées (protégées contre des variations ou absence de courant d'alimentation).

Pour relier les différents équipements entre eux, on utilise des câbles informatiques disposant à leurs extrémités des connecteurs RJ45 (norme NFC-15-100).



Pour une connexion reliant un équipement au switch le câblage est droit, entre équipements sans élément actif, il faut utiliser un câble croisé.



| T568A | | | | T568B | | | |
|-----------|----------|--------------|---|--------------|----------|-----------|--|
| n° broche | n° paire | Couleur | | Couleur | n° paire | n° broche | |
| 1 | 1 | Blanc-vert | 1 | Blanc-vert | 1 | 1 | |
| 2 | 1 | Vert | 2 | Vert | 1 | 2 | |
| 3 | 2 | Blanc-orange | 3 | Blanc-orange | 2 | 3 | |
| 4 | 3 | Bleu | 4 | Bleu | 3 | 4 | |
| 5 | 3 | Blanc-bleu | 5 | Blanc-bleu | 3 | 5 | |
| 6 | 2 | Orange | 6 | Orange | 2 | 6 | |
| 7 | 4 | Blanc-Marron | 7 | Blanc-Marron | 4 | 7 | |
| 8 | 4 | Marron | 8 | Marron | 4 | 8 | |



| code couleur T568A | | | code couleur T568B | | | |
|--------------------|----------|--------------|--------------------|----------|-----------|--|
| n° broche | n° paire | Couleur | Couleur | n° paire | n° broche | |
| 1 | 3 | Blanc-vert | Blanc-orange | 2 | 1 | |
| 2 | 3 | Vert | Orange | 2 | 2 | |
| 3 | 2 | Blanc-orange | Blanc-vert | 3 | 3 | |
| 4 | 1 | Bleu | Blanc-brun | 4 | 4 | |
| 5 | 1 | Blanc-bleu | Brun | 4 | 5 | |
| 6 | 2 | Orange | Vert | 3 | 6 | |
| 7 | 4 | Blanc-brun | Bleu | 1 | 7 | |
| 8 | 4 | Brun | Blanc-bleu | 1 | 8 | |

Le hub

Un Hub est une sorte de rallonge permettant de renvoyer les trames Ethernet vers différents destinataires. Le Hub amplifie les signaux, mais il ne gère pas leur bonne distribution. Si le nombre de destinataires est important, il se produit des collisions de données ce qui peut considérablement diminuer les performances du réseau. Un Hub se situe uniquement au niveau 1 de la couche OSI.

En français on parle aussi de répéteur.

Le switch

Le switch est un commutateur de signaux. Il décode l'entête de la trame Ethernet et envoie la trame au bon destinataire (contrairement au Hub).



Le switch se situe aux niveaux 1 et 2 de la couche OSI. Il dispose en interne d'une table de correspondance entre le numéro de port de sortie (le numéro du connecteur RJ45 de sortie) et [l'adresse MAC](#).

Certains switches, plus performants agissent au niveau 3 voire 4.

Le routeur

Hub et switch n'assurent que les liaisons entre équipements qui se trouvent dans le même réseau.

Le rôle du routeur est de permettre de relier, si les règles de [routage](#) le permettent, des équipements dans des réseaux différents. Au sein d'un réseau local, un routeur n'est pas nécessaire, mais pour relier différents sites il est incontournable.

Convertisseur cuivre-fibre

Lorsque les distances de communications sont trop grandes (supérieur à

100m) les câbles RJ45 en cuivre ne peuvent plus être utilisés. Il faut alors faire appel à une transmission par fibre optique.

| FIBRE OPTIQUE DEBITS ET DISTANCES | | | OM2 50/125 | OM3 50/125 | OS1 9/125 |
|--------------------------------------|------------|---------------------|-------------------|---------------|--------------|
| BANDE PASSANTE | | | | | |
| | | | 500Mhz | 500-1500Mhz | >10.GHz |
| Protocole Ethernet | Débit | Longueur d'onde (λ) | DISTANCE MAXIMALE | | |
| 10BaseFL | 10 Mbit/s | 850nm | 3000m | 3000m | -- |
| 100BaseFX | 100 Mbit/s | 1300nm | 5000m | 5000m | -- |
| 1000BaseSX | 1 Gbit/s | 850nm | 550m | 550m | 5000m |
| 1000BaseLX | 1 Gbit/s | 1300nm | 550m | 550m | -- |
| 10GBaseS | 10 Gbit/s | 850nm | 82m | 300m | -- |
| 10GBaseL | 10 Gbit/s | 1310nm | -- | -- | 10km |
| 10GBaseLX4* | 10 Gbit/s | 1310nm | 300m | 300m | 10km |
| 10GBaseE | 10 Gbit/s | 1550nm | -- | -- | 40km |

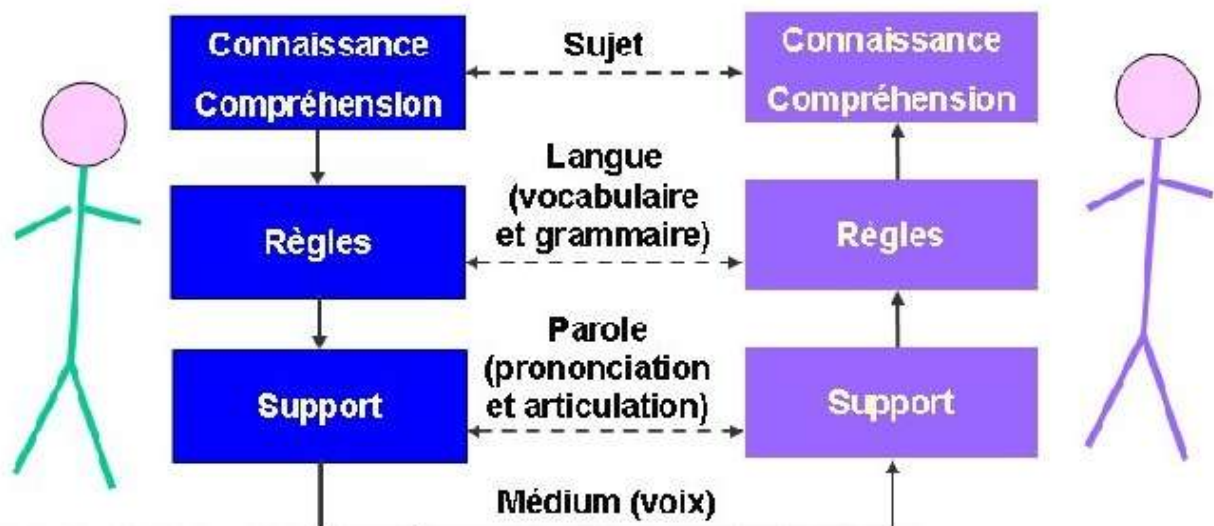
* signal multiplexé à 4 Sources: DR PATCH; IEEE; TIA; ISO

Pour convertir le signal électrique en signal optique, il est nécessaire d'utiliser des convertisseurs optiques.

Modèle de communication

Principe

Pour communiquer, deux interlocuteurs doivent respecter des règles communes :



- **Même niveau de compréhension :** le sujet traité doit être accessible par les deux interlocuteurs (un enfant de 3 ans ne pourra certainement pas comprendre un exposé de physique nucléaire)

- **Même règle de communication** : le sujet doit être exposé avec des règles de communication communes (même langue et règles d'usage communes)
- **Même support de communication** : la méthode d'expression doit être la même (une personne sourde ne pourra pas comprendre un message parlé par exemple).

Couche de communication (ou Couche réseau)

Dans l'exemple précédent chaque niveau constitue une couche de communication.

En informatique, on appelle **Couche Réseau** une entité qui fournit les moyens électriques et/ou fonctionnels nécessaires à l'activation, au maintien et à la désactivation des connexions destinées à la transmission de données numériques (ensemble de bits) entre deux entités de liaison de données.

Protocole

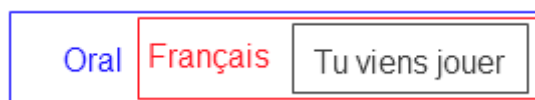
Un protocole de communication est une spécification standardisée qui permet la communication entre deux équipements. Il définit les règles et les procédures par lesquelles une information est transmise.

Encapsulation

Lors de la transmission d'un message les données d'un protocole sont incluses dans les données d'un autre.

Exemple de la vie courante :

Damien invite Alexandre à venir jouer. Les deux parlent le français et le message est oral :



Le message est encapsulé avec les deux protocoles de communication (Règles et Support)

Encapsulation

L'encapsulation, en informatique et spécifiquement pour les réseaux informatiques, est un procédé consistant à inclure les données de la couche d'un protocole donné vers la couche d'un protocole de plus bas niveau.

Trame

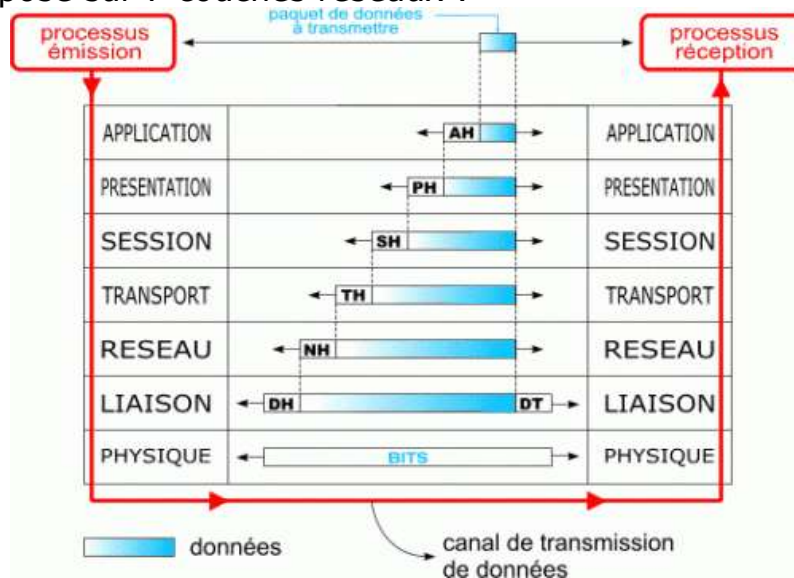
La trame constitue l'ensemble des données numériques transmises pour la communication d'un message.

Le modèle OSI

Afin d'établir les liaisons entre les équipements informatiques, le modèle OSI (**Open Systems Interconnection**) a été normalisé (ISO 7498) par l'ISO

(**International Standard Organization**) dans les années 1980.

Ce modèle repose sur 7 couches réseaux :



AH: Donnée haute de la couche application...

DT : Délimiteur de fin de trame

Les couches du modèle OSI

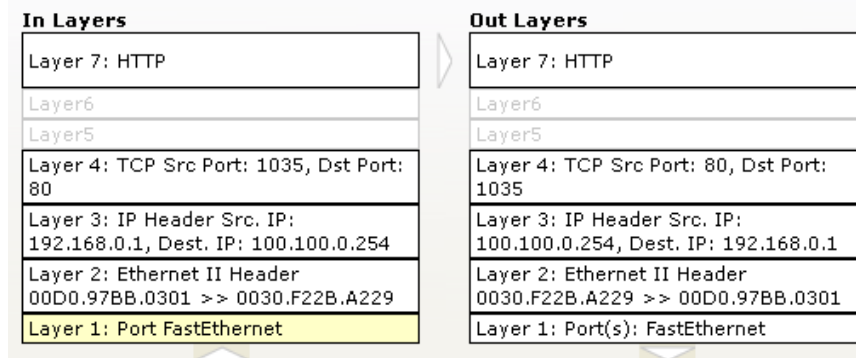
- **La couche 7 - Application** : Cette couche est le point de contact entre l'utilisateur et le réseau. C'est donc elle qui va apporter à l'utilisateur les services de base offerts par le réseau.
Exemple de protocole : HTTP, FTP, POP, DHCP, WebDAV, etc...
- **La couche 6 - Présentation** : Elle a pour rôle d'établir une syntaxe pour la communication entre les applications. C'est en quelque sorte un traducteur dans un langage commun à toutes les applications.
Exemple de protocole : ASCII, UNICODE, MIME....
- **La couche 5 - Session** : Elle permet l'établissement, le maintien, et la libération d'une connexion. Elle synchronise la communication et gère les ports de communication (sockets sous Windows).
Exemple de protocole : AppleTalk. RTSP (Real Time Streaming Protocol), etc...
- **La couche 4 - Transport** : Elle prend en charge le transport du message de l'utilisateur d'un bout à l'autre du réseau. Elle assure le contrôle de flux, corrige les erreurs, l'acheminement des informations.
Exemple de protocole : TCP (Protocole de contrôle de transmission), UDP (protocole de datagramme utilisateur)
- **La couche 3 - Réseau** : C'est la couche IP. Elle a pour rôle de créer des paquets qui seront transportés. Elle permet donc l'acheminement d'un paquet vers l'utilisateur final.
Exemple de protocole : ARP (Adress Resolution Protocol), IPv4, IPv6, etc...
- **La couche 2 - Liaison** : C'est la couche Ethernet. Elle a pour rôle de découper les informations en trames ayant une certaine signification et la reconnaissance de ces trames à la réception. Elle a aussi pour rôle de gérer les erreurs sur le support physique. Cette couche permet la

transmission des informations jusqu'au prochain équipement (qui peut différer de l'utilisateur final, exemple : switch).

Exemple de protocole : Ethernet, Wi-Fi, PPP, etc...

- **La couche 1 - Physique** : La couche physique est la couche qui s'occupe de transmettre les informations brutes sur un média et de décoder les informations brutes qu'elle reçoit sous forme brute (impulsions électriques, fréquence radio, impulsion lumineuse ...), c'est-à-dire qu'elle transmet des bits sous diverses formes physiques. Exemple de protocole : ADSL, SDSL, Bluetooth, 10BaseT, etc...

Exemple d'un échange HTTP (accès vers une page HTML)



Étude d'un échange client-serveur

Soit la trame provenant d'un échange entre ordinateurs et l'application Dropbox :

```

+ Frame 13: 176 bytes on wire (1408 bits), 176 bytes captured (1408 bits)
+ Ethernet II, Src: Dell_18:f5:e0 (00:1d:09:18:f5:e0), Dst: Broadcast (ff:ff:ff:ff:ff:ff)
+ Internet Protocol, Src: 192.168.0.3 (192.168.0.3), Dst: 192.168.0.255 (192.168.0.255)
+ User Datagram Protocol, Src Port: db-lsp-disc (17500), Dst Port: db-lsp-disc (17500)
+ Dropbox LAN sync Discovery Protocol
    
```

```

0000 ff ff ff ff ff 00 1d 09 18 f5 e0 08 00 45 00 .....E.
0010 00 a2 39 bf 00 00 80 11 7e 39 c0 a8 00 03 c0 a8 ..9....~9....
0020 00 ff 44 5c 44 5c 00 8e e0 23 7b 22 68 6f 73 74 ..D\D\..#{ "host
0030 5f 69 6e 74 22 3a 20 32 34 35 31 36 33 34 31 2c _int": 2 4516341,
0040 20 22 76 65 72 73 69 6f 6e 22 3a 20 5b 31 2c 20 "versio n": [1,
0050 38 5d 2c 20 22 64 69 73 70 6c 61 79 6e 61 6d 65 8], "dis playname
0060 22 3a 20 22 70 63 2d 64 65 2d 6e 6f 72 62 65 72 ": "pc-d e-norber
0070 74 22 2c 20 22 70 6f 72 74 22 3a 20 31 37 35 30 t", "por t": 1750
0080 30 2c 20 22 6e 61 6d 65 73 70 61 63 65 73 22 3a 0, "name spaces":
0090 20 5b 31 36 38 31 31 39 33 37 2c 20 34 31 35 31 [168119 37, 4151
00a0 30 30 34 32 2c 20 33 38 39 38 33 31 36 34 5d 7d 0042, 38 983164]}
    
```

La couche Transport utilise le protocole UDP

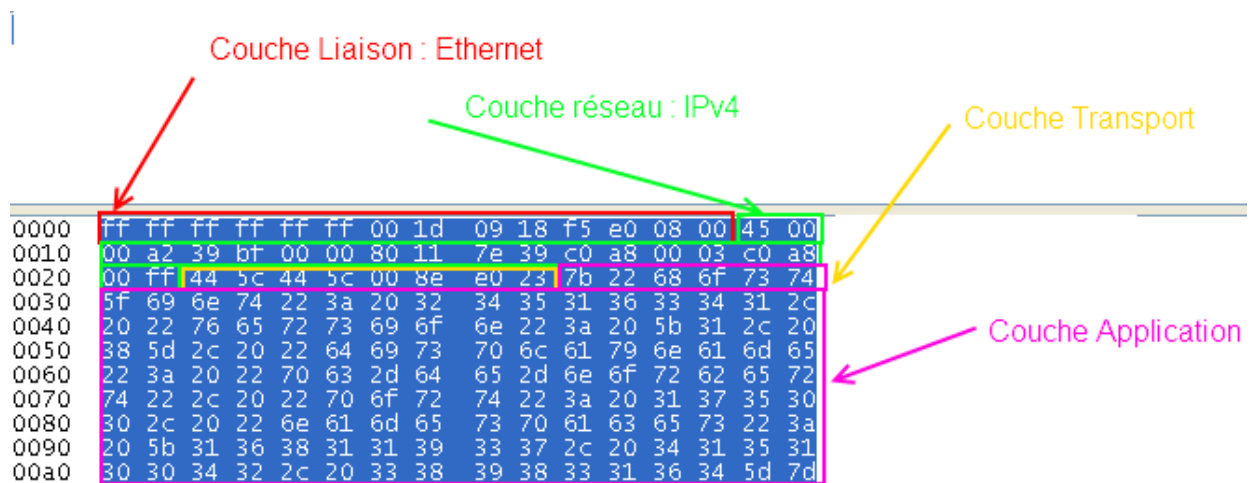
La couche Réseau utilise une communication en IPv4

La couche Liaison utilise l'ethernet

Nombre d'octets par couche :

- Couche Liaison : 14 octets
- Couche Réseau : 20 octets
- Couche Transport : 8 octets

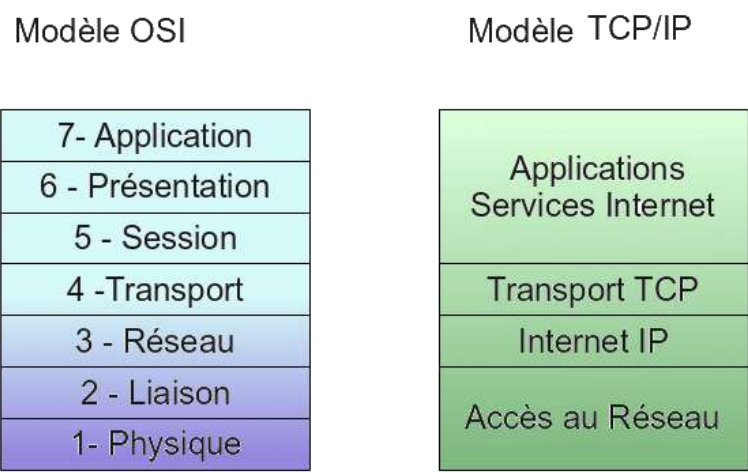
On peut décomposer la trame :



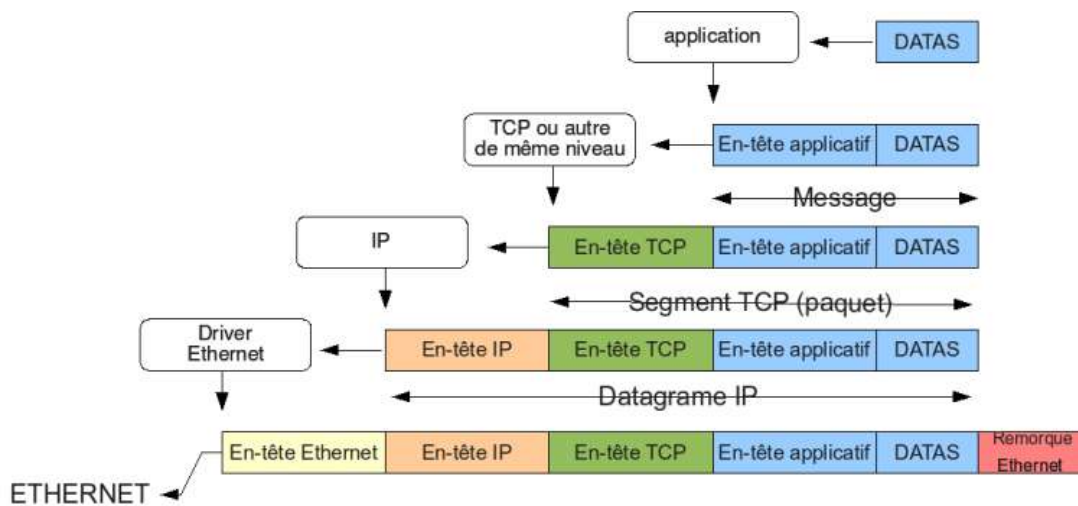
Le modèle TCP/IP

Le modèle OSI se voulait de répondre à la problématique générale de communication quelles que soient les situations; il s'agit d'un modèle théorique relativement compliqué.

L'OSI s'est basé sur un modèle apparu dans la fin des années 1970 lors de la création de l'ARPANET (ancêtre d'Internet). Ce modèle, plus pratique, nommé **TCP/IP** (*Transmission Control Protocol/Internet Protocol*) est utilisé encore aujourd'hui.



Comme le montre la figure ci-dessus, il n'y a que 4 couches qui peuvent être mises en relation avec les couches du modèle OSI.
 Une trame de communication se présente ainsi de la manière suivante :



Routage IP

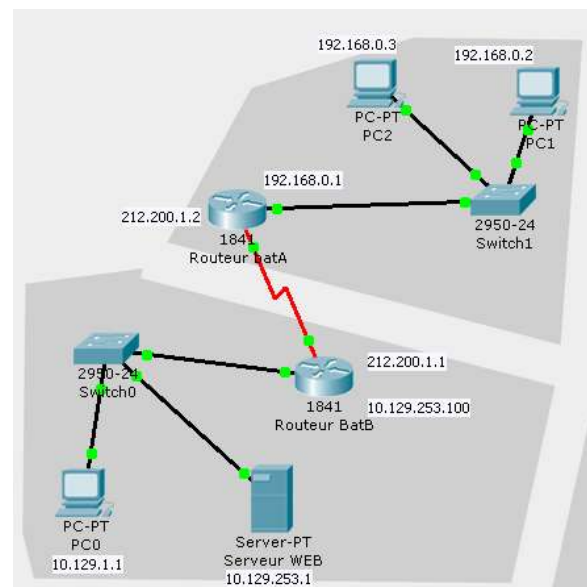
Routage IP - Passerelle-NAT

Le routage est le mécanisme par lequel des chemins sont sélectionnés dans un réseau pour acheminer les données d'un expéditeur jusqu'à un ou plusieurs destinataires.

Le routeur dispose de plusieurs cartes réseau et, grâce à une table de routage, il achemine les trames d'une carte à l'autre.

On dit qu'un routeur fait du **Network Address Translation (NAT)** lorsqu'il fait correspondre les adresses IP internes non-unicques et souvent non routables d'un intranet à un ensemble d'adresses externes uniques et routables.

Ce mécanisme permet notamment de faire correspondre une seule adresse externe publique visible sur Internet à toutes les adresses d'un réseau local.



Une **passerelle NAT** (en anglais, **gateway**) est un dispositif permettant de relier deux réseaux informatiques différents. Ainsi, plusieurs équipements peuvent accéder à l'autre réseau par l'intermédiaire de la passerelle à condition que celle-ci soit connue par ces équipements. Ce processus intervient à partir de la couche 4 (couche transport) du modèle OSI et peut modifier la trame jusqu'à la couche 6.

Table de routage

La table de routage regroupe trois types d'entrées :

| Adresses du réseau de destination | Port du prochain routeur | Métrique |
|-----------------------------------|--------------------------|----------|
| 194.100.1.0 | eth0 | 5 |

| | | |
|------------|------|-----|
| 110.55.2.0 | eth1 | 2 |
| 92.120.3.0 | eth0 | 1 |
| etc | etc | etc |

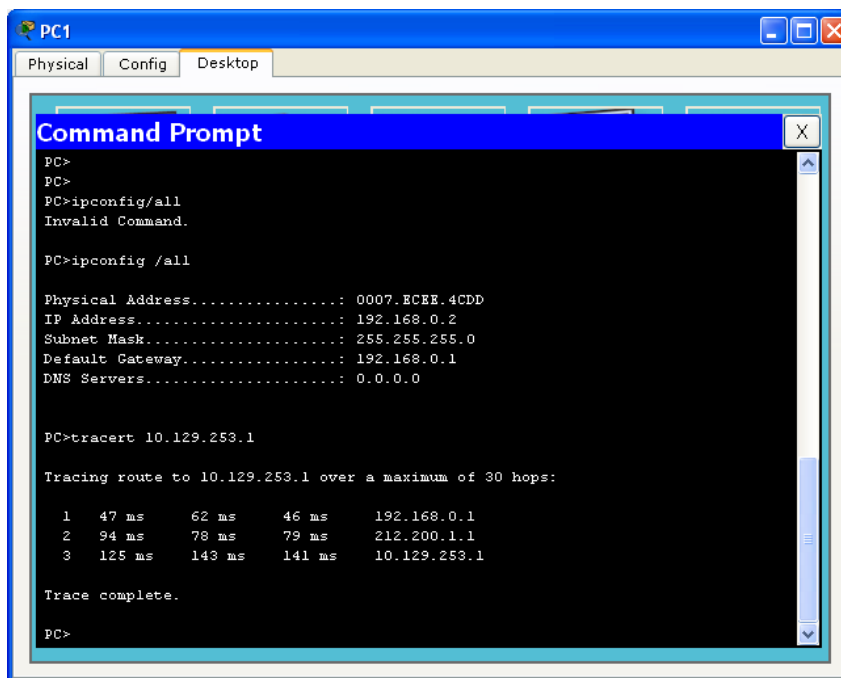
- **Adresse du réseau** : Correspond à l'adresse du réseau vers laquelle l'information doit aller
- **Port du prochain routeur** : Correspond au nom de la carte réseau permettant d'accéder au réseau de destination
- **Métriqe** : Il s'agit d'un indice de performance dépendant du nombre de saut de routeur, du temps d'acheminement statistique, etc... Plus cette valeur est faible et plus l'accès est privilégié.

Exemple pour le plan de routage de la figure précédente :

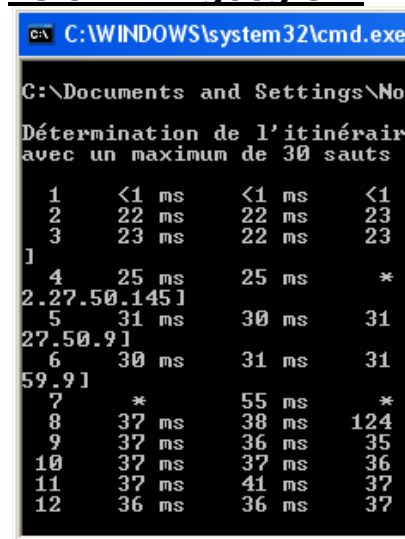
Routeur BatA : 10.129.0.0/16 via 212.200.1.1

Routeur BatB : 192.168.0.0/16 via 212.200.1.2

Exemple de routage entre PC1 et le serveur WEB (Architecture représentée ci-dessus):



Exemple de routage vers www.google.fr



- 192.168.0.254 est l'adresse de la passerelle
- 209.85.227.105 est l'adresse du serveur WEB de destination.
- 10 routeurs sont traversés entre le routeur du fournisseur d'accès Internet et celui du destinataire.