Le réseau

Définition :

Outre des **moyens informatiques**, la mise en œuvre d'un réseau suppose des **infrastructures** telles que des liaisons physiques (câbles, ondes hertziennes…) et des **équipements de transmission** et d'interconnexion (carte réseau, routeur, switch…). Un réseau informatique nécessite également la mise en œuvre de **protocoles** de communication permettant de définir de façon standardisée la manière dont les informations sont échangées entre les équipements du réseau.

Les types de réseaux

Les LAN :

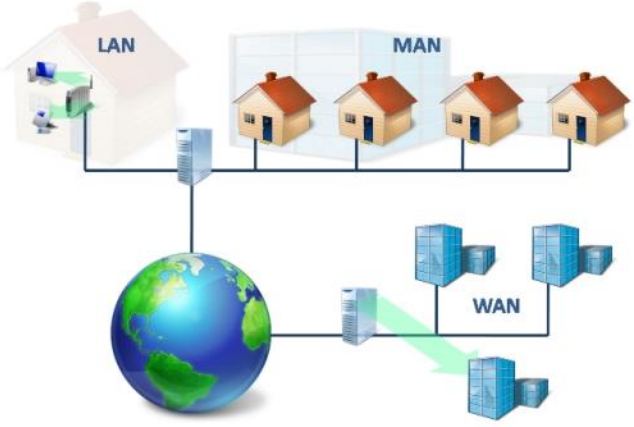
C'est un réseau domestique ou d'entreprise. La taille d'un réseau local peut atteindre jusqu'à 100 voire 1000 utilisateurs.

Les MAN :

Un MAN est formé de commutateurs ou de routeurs interconnectés par des liens hauts débits (en général en fibre optique).

Les WAN :

Les WAN fonctionnent grâce à des routeurs qui permettent de "choisir" le trajet le plus approprié pour atteindre un nœud du réseau. **Le plus connu des WAN est Internet.**

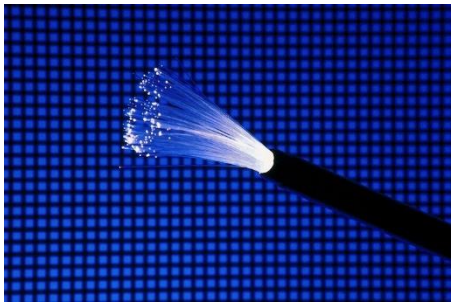


Les méthodes d'accès à Internet

Actuellement, les 3 méthodes d'accès à Internet les plus utilisées sont l'ADSL, la fibre optique et les ondes radioélectriques (2G, 3G, 4G, etc).

L'ADSL :

La fibre optique :



Le FTTH :

Fiber To The Home : Le réseau de fibre optique va jusqu'au domicile.

Le FTTB :

Fiber To The Building : Le réseau de fibre optique va jusqu'au bâtiment. Le reste de la connexion se fait grâce à des câbles existants dans le bâtiment (téléphonique, ADSL). Le débit est donc fortement diminué.

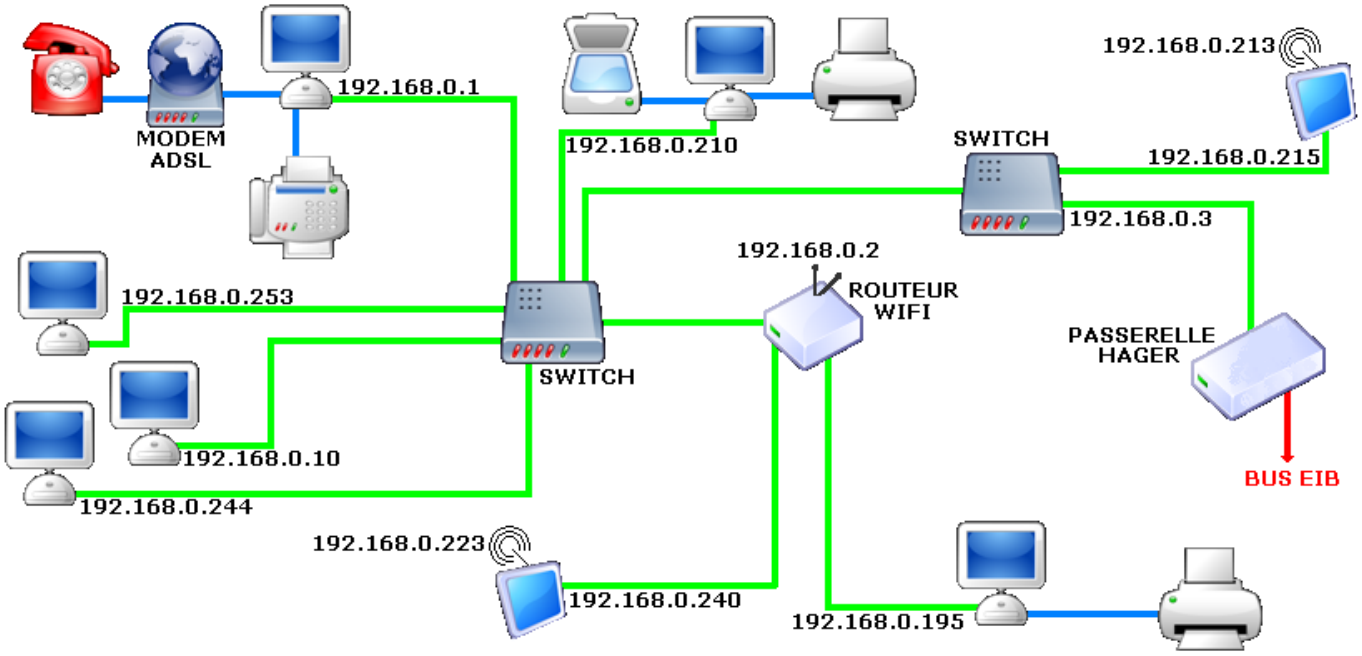
Les ondes radioélectriques :

Les antennes-relais sont indispensables pour qu'un téléphone mobile fonctionne. A la réception d'un appel, l'antenne-relais transforme les ondes électromagnétiques qui transitent dans l'air en signal électrique. Le signal circule alors dans des câbles sous forme de données numériques. Le phénomène a lieu dans le sens inverse lorsque l'antenne-relais émet le signal.

Dès que le mobile est allumé, un dialogue s'établit entre le terminal et l'antenne la plus proche pour permettre une émission ou une réception d'appel. Entre le téléphone mobile et l'antenne-relais, l'appel est acheminé à travers les airs. Le même phénomène se produit pour accéder à l'Internet mobile.

Standard	Génération	Bande de fréquence	Débit	
GSM	2G	Transfert voix ou données numériques de faible volume.	9,6 kbps	9,6 kbps
GPRS	2.5G	Transfert voix ou données numériques de volume modéré.	21-171 kbps	48 kbps
EDGE	2.75G	Transfert simultané voix et données numériques.	43-345 kbps	171 kbps
UMTS	3G	Transfert simultané voix et données numériques à haut débit.	0,1-2 Mbps	384 Kbps
LTE	4G	Transfert simultanés voix et données numériques à haut débit.	10-300 Mbps	5-75 Mbps

Matériels au sein d'un LAN



Le HUB :

Le switch :

Le routeur :

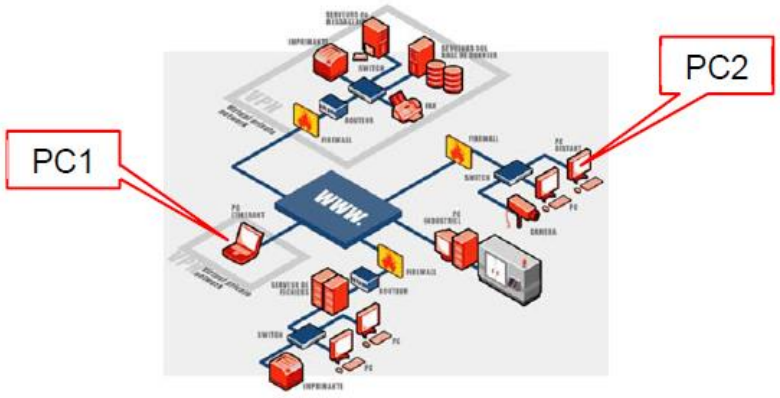
Le routeur permet par exemple de relier un réseau domestique (LAN) à Internet (WAN).

Adressage

La communication entre deux ordinateurs peut être comparée à l'envoi d'un courrier postal entre un expéditeur (toto) et un destinataire (titi).

Si Toto veut envoyer un courrier à Titi il a besoin d'une adresse postale

Le réseau postal Français est composé de sous-réseaux : les régions.
Les régions sont, elles-mêmes, composées de sous-réseaux : les villes.
Les villes sont, elles-mêmes, composées de sous-réseaux : les rues.
Les rues forment un réseau de maisons repérées par un N°.



Si PC1 veut envoyer un message à PC2 il a besoin d'une adresse réseau (adresse IP)

Adresse IP / MAC :

L'adresse IP (comme Internet Protocol) est une adresse « logique » affectée à une machine manuellement par l'administrateur réseau ou automatiquement par un serveur DHCP (Dynamic Host Configuration Protocol). Cette adresse permet de communiquer au sein d'un réseau. Elle est modifiable.

Chaque interface réseau (carte réseau, interface Wi-fi, Bluetooth, …) possède également une adresse physique non modifiable et « inscrite en dur » par le constructeur. Il s'agit de l'adresse MAC (Media Acces Control). Cette adresse permet d'identifier de façon unique la carte dans tous les réseaux.
Une adresse MAC est un nombre de 48 bits représenté en hexadécimal par 6 octets.
Exemple d'adresse MAC : F4-6D-04-AF-64-62

Sous Windows pour obtenir les adresses physiques (MAC) et logique (IP) des interfaces réseaux de votre PC vous pouvez taper la commande : ipconfig /all

Sous Windows, c'est le protocole ARP (Address Resolution Protocol) qui établit la correspondance entre adresse physique et adresse IP.
Pour afficher les entrées de la table ARP saisissez : arp –a.

Adresse IP :

Adresse publique / privé :

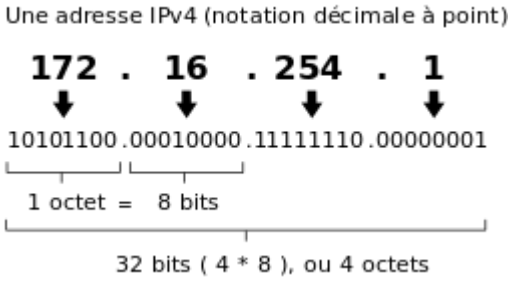
Les adresses publiques sont celles qu'il est possible d'utiliser pour une connexion à l'Internet. Elles sont attribuées par l'IANA (Internet Assigned Numbers Authority) auprès de qui il faut s'enregistrer en passant par un FAI (Fournisseur d'Accès à Internet).

A moins de disposer d'un proxy (serveur Mandataire) ou d'un service NAT (Network Adress Traduction), tout ordinateur d'un réseau local voulant se connecter à Internet doit disposer de sa propre adresse IP.

Grâce au service NAT, une seule adresse IP publique est nécessaire (elle est attribuée au routeur permettant l'accès du réseau à local à l'internet). Les ordinateurs du réseau doivent alors disposer de leurs propres adresses IP privées pour communiquer entre eux et avec le serveur NAT.

Format :

La version 4 est actuellement la plus utilisée : elle est généralement représentée en notation décimale avec quatre nombres compris entre 0 et 255, séparés par des points, ce qui donne par exemple : 172.16.254.1 (l'adresse qui figure sur l'image ci-dessous).

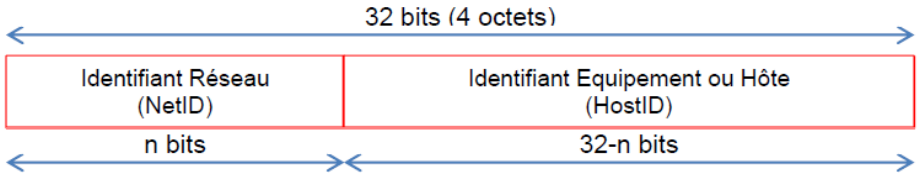


Le nombre d'adresses IP Version 4 publiques est arrivé officiellement à saturation le 3 février 2011. La transition d'IPv4 vers IPv6 est en cours.

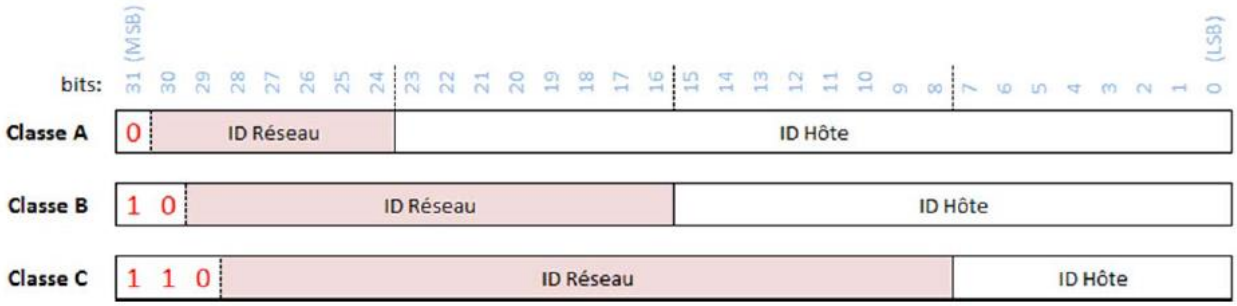
Classe :

A cause de la migration vers l'IPv6, cette notion de classe est maintenant obsolète.

L'adresse IP d'un équipement contient à la fois un identifiant réseau (NetID) et un identifiant équipement (HostID)

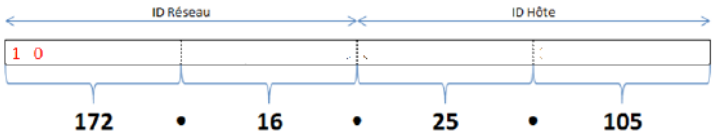


En fonction du nombre d'équipements pouvant être connectés à un réseau, les adresses IP appartiennent à la classe A, B ou C. Le format d'une adresse IP selon sa classe est le suivant :



L'adresse IP du réseau est une adresse IP avec tous les bits de la partie « ID Hôte » à 0. C'est donc une adresse réservée et non attribuable à un équipement.

Une autre combinaison est réservée. C'est celle où tous les bits de la partie « ID Hôte » sont à 1. Cette adresse est l'adresse de diffusion (broadcast) et sert à désigner tous les hôtes du réseau.



Classe B	
ID Réseau:	Adresse réseau:
ID Hôte:	Adresse de diffusion:

Masque de sous-réseau :

Par défaut, lorsqu'il n'y a pas de sous réseaux, les masques sont :

- @ En classe A : 255.0.0.0
- @ En classe B : 255.255.0.0
- @ En classe C : 255.255.255.0

Pour déterminer l'adresse réseau à partir d'une adresse IP, on effectue l'opération logique suivante :

Adresse réseau = (Adresse IP) ET (masque)

Adresse IP = 10.121.58.12				
ET				
Masque = 255.0.0.0				
=				
Adresse réseau =				

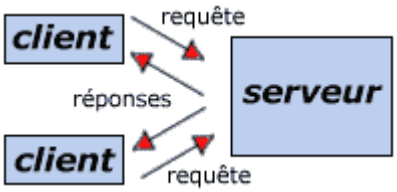
Pour résumer :

Classe	Bits de départ	Masque par défaut	Nb bits NetID	Nb bits HostID	Nb hôtes possibles	Nb ID réseau possible	Plage d'adresses disponibles
A	0	255.0.0.0	7	24	$2^{24} - 2$ (16 777 214)	$2^{7} - 2$ (126)	1.0.0.1 à 126.255.255.254
B	10	255.255.0.0	14	16	$2^{16} - 2$ (65534)	2^{14} (16384)	128.0.0.1 à 191.255.255.254
C	110	255.255.255.0	21	8	$2^{8} - 2$ (254)	2^{21} (2097152)	192.0.0.1 à 223.255.255.254

Les architectures de réseau

Architecture client-serveur :

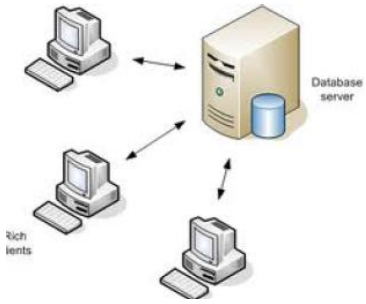
Un système client/serveur fonctionne selon le schéma suivant :



- Le client émet une requête vers le serveur grâce à son adresse IP et le port, qui désigne un service particulier du serveur.
- Le serveur reçoit la demande et répond à l'aide de l'adresse de la machine cliente et son port.

Avantages :

- **Des ressources centralisées** : étant donné que le serveur est au centre du réseau, il peut gérer des ressources communes à tous les utilisateurs, comme par exemple une base de données centralisée, afin d'éviter les problèmes de redondance et de contradiction.
- **Une meilleure sécurité** : car le nombre de points d'entrée permettant l'accès aux données est moins important.
- **Une administration au niveau serveur** : les clients ayant peu d'importance dans ce modèle, ils ont moins besoin d'être administrés.
- **Un réseau évolutif** : grâce à cette architecture il est possible de supprimer ou rajouter des clients sans perturber le fonctionnement du réseau et sans modification majeure.



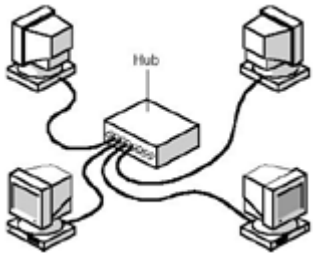
Inconvénients :

- **Un coût élevé** dû à la technicité du serveur.
- **Un maillon faible** : le serveur est le seul maillon faible du réseau client/serveur, étant donné que tout le réseau est architecturé autour de lui.

Architecture égal à égal (groupe de travail, « workgroup ») :

Avantages :

- Coût réduit dû à l'absence de serveur.
- Extrême simplicité.



Inconvénients :

- Administration plus difficile à cause de l'absence de centralisation.
- Sécurité plus difficile à assurer.

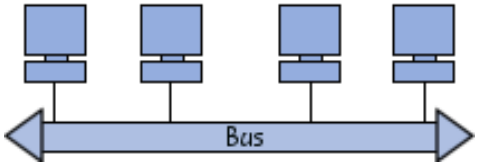
Topologie physique d'un réseau

Un réseau informatique est constitué d'ordinateurs reliés entre eux grâce à des lignes de communication (câbles réseaux, etc.) et des éléments matériels (cartes réseau, ainsi que d'autres équipements permettant d'assurer la bonne circulation des données). L'arrangement physique, c'est-à-dire la configuration spatiale du réseau est appelé **topologie physique**. On distingue généralement les topologies suivantes :

- Topologie en bus
- Topologie en étoile
- Topologie maillée
- Topologie en anneau
- Topologie en arbre

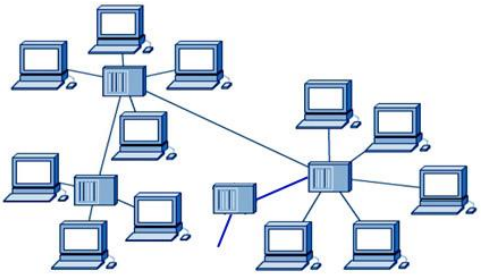
Topologie en bus :

Cette topologie est extrêmement vulnérable étant donné que si l'une des connexions est défectueuse, l'ensemble du réseau en est affecté.



Topologie en étoile :

Si une liaison est en défaut, le réseau peut tout de même fonctionner. On rencontre ce genre de topologie dans les lycées par exemples.

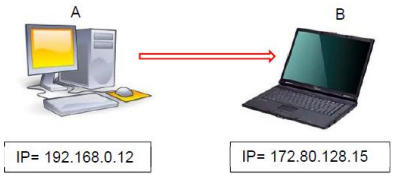


Topologie maillée :

La communication

La communication entre deux ordinateurs peut être comparée à l'envoi d'un courrier postal entre un expéditeur et un destinataire.

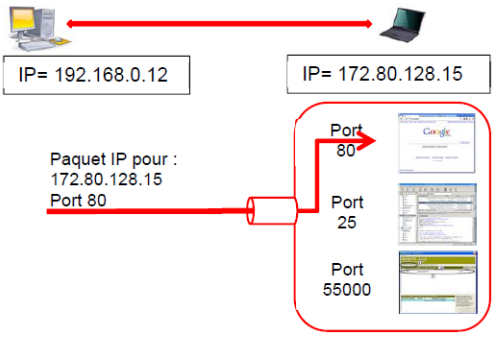
Adresse IP



Pour que l'ordinateur A puisse envoyer un message à l'ordinateur B, il doit connaître son adresse. Les deux ordinateurs ont une adresse unique sur le réseau qui permet de les identifier. Il s'agit de leur adresse IP.

Par analogie, lorsqu'une entreprise A veut envoyer un courrier à une autre entreprise B elle doit connaitre son adresse postale.

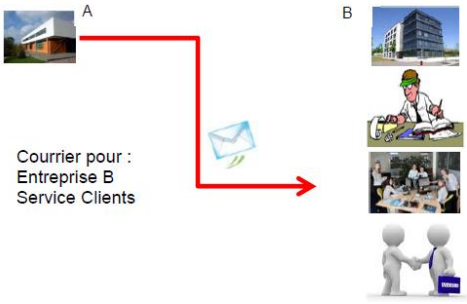
Notion de port



Il peut y avoir plusieurs programmes qui fonctionnent en même temps sur le même ordinateur :

- un navigateur
- un logiciel d'email
- un logiciel de consultation de notes
- ….

A chaque logiciel correspond un numéro unique appelé port. Ce numéro est transmis en même temps que l'adresse IP. Les données reçues sont alors dirigées vers le « bon » destinataire.
Un ordinateur possède 65535 ports. Les 1023 premiers sont réservés (http :80, ftp : 21, etc)

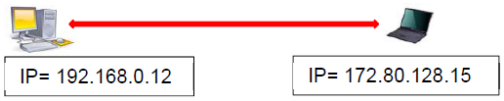


Dans l'entreprise B le courrier est adressé à un service particulier :

- service comptabilité
- service clients
- direction
- ….

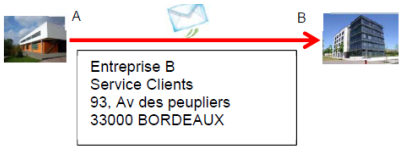
On écrit donc sur la lettre l'adresse de l'entreprise mais également le service destinataire.

Notion de protocole



Les deux ordinateurs peuvent également échanger des données parce qu'ils utilisent les mêmes protocoles de communication. Cela permet par exemple :

- L'envoi d'un message avec OUTLOOK et sa lecture avec GMAIL car le codage du message est reconnu par les deux logiciels.
- L'envoi des données d'un ordinateur à un autre
- …



Le courrier transmis par l'entreprise (A) arrive bien à l'entreprise (B) par ce que :

- Le format de l'enveloppe respecte la norme
- Les éléments de l'adresse respectent les règles fixées par les sociétés d'acheminement du courrier (N° de rue, Code postal, …)

On respecte là aussi des PROTOCOLES de communication.

Le modèle TCP / IP

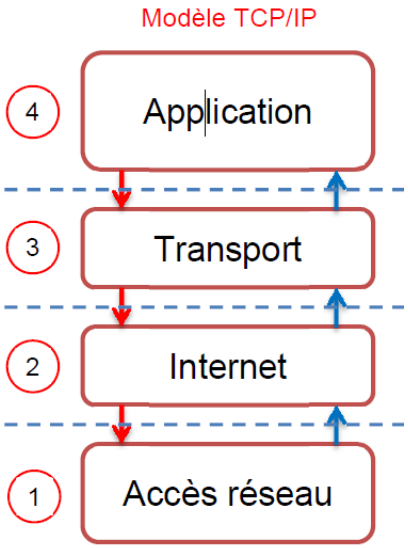
Le sigle TCP/IP signifie « Transmission Control Protocol/Internet Protocol ».

Le système de protocoles TCP/IP a été décomposé en 4 modules effectuant les uns après les autres une tâche précise. On a donc un système stratifié, c'est la raison pour laquelle on parle de **modèle en couches**.

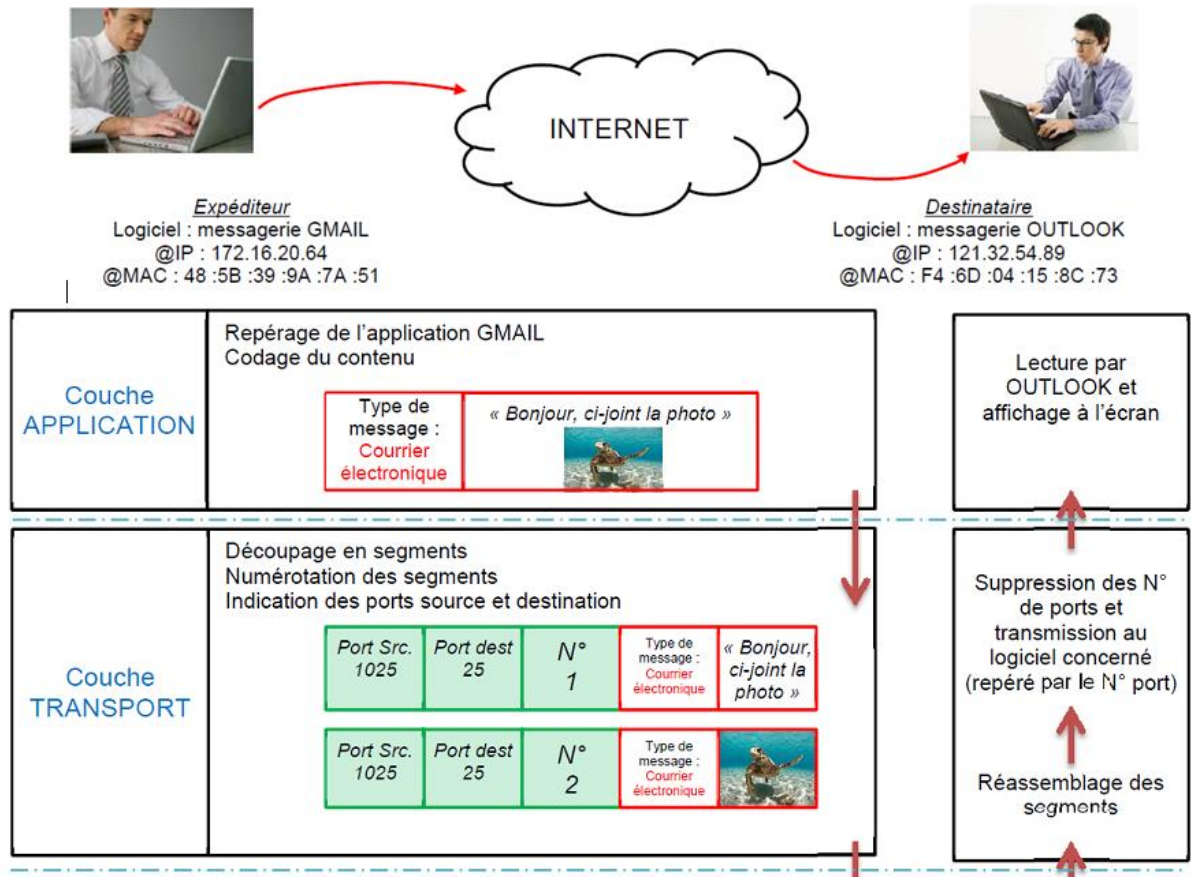
Chaque couche à une tâche précise. Une fois cette tâche réalisée elle transmet l'information à la couche voisine :

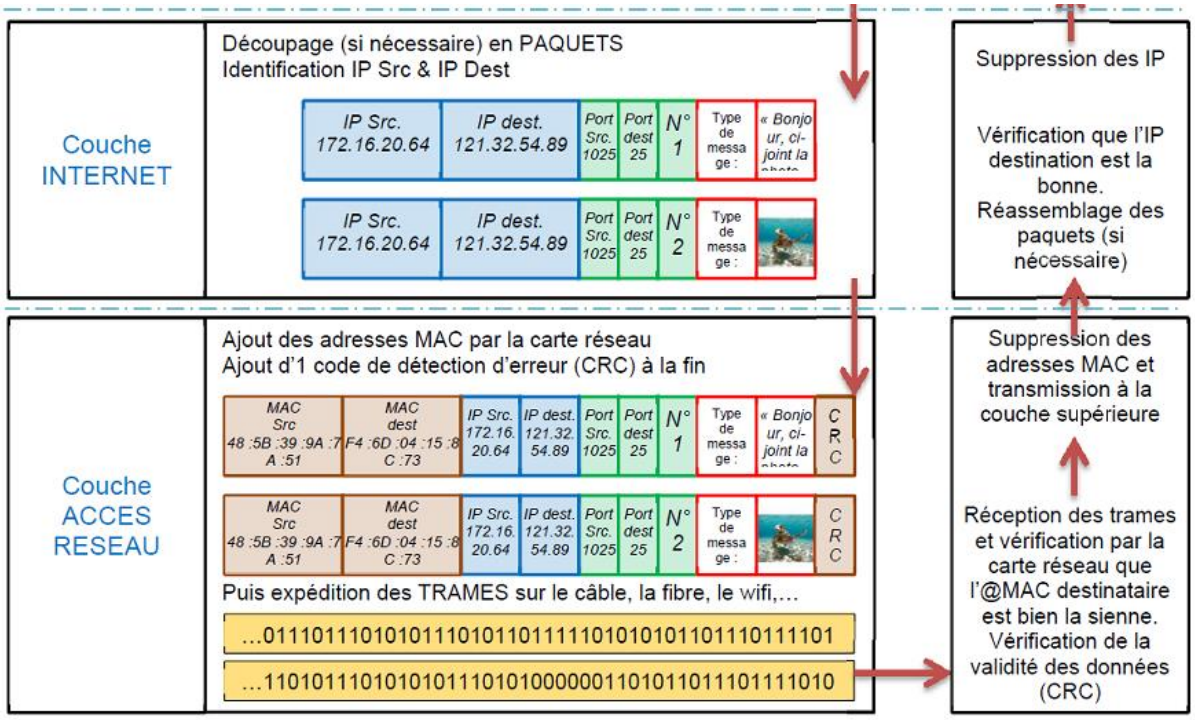
Au-dessus lors d'une réception

Au-dessous lors d'une émission

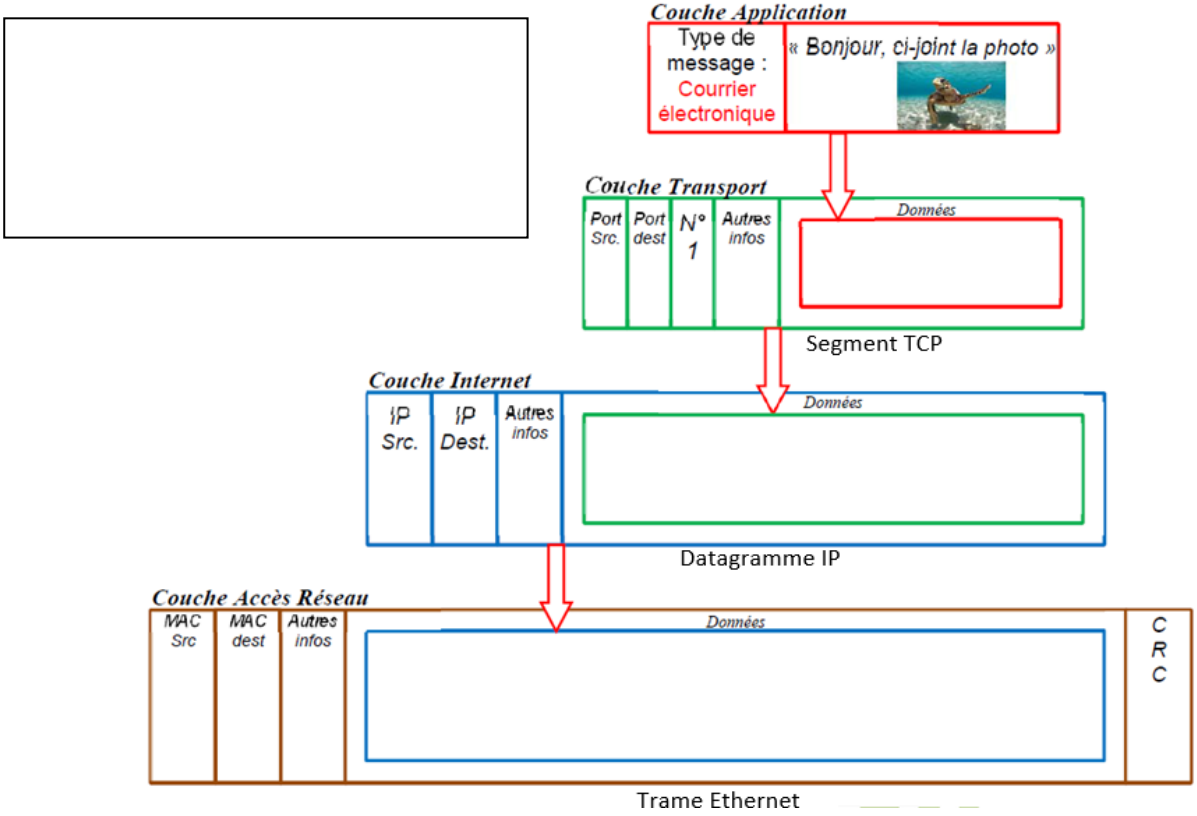


Exemple simplifié du fonctionnement par couches du modèle TCP/IP





Encapsulation des données



Le modèle OSI

Il existe d'autres modèles décrivant la transmission de l'information. Parmi ceux-ci, il en existe un, concurrent du modèle TCP/IP et plus détaillé : c'est le modèle OSI.

Le principe de fonctionnement est exactement le même que celui observé précédemment
Le **modèle OSI** (Open Systems Interconnect) est décomposé en **7 couches**.

Comment se passe la communication entre machines ? Analogie Homme / Machine

Homme		**Machine (modèle OSI)**
7 Pourquoi ? Quel est le message que l'on veut transmettre ? Message privé, message d'entreprise à des collègues...		**7. Couche applications de communication** Sélection des services appropriés à chaque application. (consulter ses mails, un site web...) Ex : HTTP Hypertext Transfer Protocol Ex : SMTP Simple Mail Transfert Protocol Ex : FTP File Transfert Protocol)
6 Langue Il faut parler la même langue (chinois, français...)		**6. Couche présentation** Conversion des données et des codes au format du destinataire (cryptage, compression...) Ex : ASCII
5. Efficacité Faire une seule réunion avec plusieurs points à aborder plutôt que plusieurs.		**5. Couche session** Supervise et coordonne les échanges entre processus.
4. Service ? Fiabilité ? Il faut s'assurer que l'on travaille avec le bon service et que la communication est fiable. Complément d'adresse, accusé de réception dans le cas d'une lettre		**4. Couche transport** Connexions bout à bout, connectabilité et contrôle de flux Ex : TCP Transport Control Protocol Ex : UDP User Datagram Protocol
3. **Destinataire ?** Il faut parler avec la bonne personne		**3. Couche réseau** Détermine le parcours des données et l'adressage logiques (ex : adresse IP) Ex : IP Internet Protocol Ex : ARP Address Resolution Protocol
2. Qui parle quand ? Il faut s'organiser pour éviter la cacophonie !		**2. Couche liaison** Adressage physique. Ex : Ethernet
1. Support Faire une réunion, envoyer un mail, téléphoner...		**1. Couche physique** Transmission des signaux sous forme binaire

Les protocoles de communication

Couche physique :

Bluetooth :

Le **Bluetooth** est une technologie de réseau personnel sans fils (noté **WPAN** pour *Wireless Personal Area Network*), c'est-à-dire une technologie de réseaux sans fils d'une faible portée permettant de relier des appareils entre eux sans liaison filaire. Contrairement à la technologie **IrDa** (liaison infrarouge), les appareils Bluetooth ne nécessitent pas d'une ligne de vue directe pour communiquer, ce qui rend plus souple son utilisation et permet notamment une communication d'une autre pièce à une autre, sur de petits espaces.

USB :

Le **bus USB** (*Universal Serial Bus*, en français *Bus série universel*) est, comme son nom l'indique, basé sur une architecture de type série. Il s'agit toutefois d'une interface entrée-sortie beaucoup plus rapide que les ports série standards.

Le standard **USB 1.0** propose deux modes de communication :

- 12 Mb/s en mode haute vitesse,
- 1.5 Mb/s à basse vitesse.

La norme **USB 2.0** permet d'obtenir des débits pouvant atteindre 480 Mbit/s.

La norme **USB 3.0** permet d'obtenir des débits pouvant atteindre à 4,8 Gbit/s.

Couche liaison :

Ethernet :

Deux principaux types de câblage RJ45 :

-
-

WIFI :

Le Wi-Fi (Wireless Fidelity) est un ensemble de protocoles de communication sans fil.

CPL :

La communication par **courants porteurs en ligne** (ou CPL) permet de construire un réseau informatique sur le réseau électrique d'une habitation ou d'un bureau, voire d'un quartier ou groupe de bureaux.

Le bus I²C :

Conçu par Philips pour les applications de domotique et d'électronique domestique, le bus I²C permet de relier facilement un microprocesseur et différents circuits.

Le bus CAN :

Le bus CAN (Controller Area Network) est un bus système série très répandu dans beaucoup d'industries, notamment l'automobile.
Il met en application une approche connue sous le nom de multiplexage, et qui consiste à raccorder à un même câble (un bus) un grand nombre de calculateurs qui communiqueront donc à tour de rôle.

Couche réseau :

Ses apports fonctionnels principaux sont donc :

- Le routage :

Détermination d'un chemin permettant de relier les 2 machines distantes.

- Le relayage :

Retransmission d'un PDU (Protocol Data Unit ou Unité de données de protocole) dont la destination n'est pas locale pour le rapprocher de sa destination finale.

- Le contrôle des flux :

Contrôle de congestion dans un réseau.

IP :

Voir chapitre sur l'adressage IP.

IPv4 : IPv4 (Internet Protocol version 4) est la première version d'Internet Protocol (IP) à avoir été largement déployée, et qui forme encore en 2016 la base de la majorité des communications sur Internet.

IPv6 : Grâce à des adresses de 128 bits au lieu de 32 bits, IPv6 dispose d'un espace d'adressage bien plus important qu'IPv4. Cette quantité d'adresses considérable permet une plus grande flexibilité dans l'attribution des adresses et une meilleure agrégation des routes dans la table de routage d'Internet. La traduction d'adresse (NAT), qui a été rendue populaire par le manque d'adresses IPv4, n'est plus nécessaire.

ARP :

Couche transport :

UDP :

Le User Datagram Protocol (UDP, en français protocole de datagramme utilisateur) est un des principaux protocoles de télécommunication utilisés par Internet.
UDP ne garantit pas la bonne livraison des datagrammes à destination, ni leur ordre d'arrivée. Il est également possible que des datagrammes soient reçus en plusieurs exemplaires.

TCP :

Transmission Control Protocol (littéralement, « protocole de contrôle de transmissions »), abrégé TCP, est un protocole de transport fiable.
TCP et UDP utilise un numéro de port pour identifier les applications. À chaque extrémité (client/serveur) de la connexion TCP ou UDP est associé un numéro de port sur 16 bits (de 1 à 65535) assigné à l'application émettrice ou réceptrice.

Couche session :

Elle assure :

- Établissement, maintien et libération de la session : permet à deux processus applicatifs sur des ordinateurs différents d'établir, d'utiliser et de mettre fin à une connexion, appelée session.
- Prise en charge de session : exécute les fonctions qui permettent à ces processus de communiquer sur le réseau, de mettre en œuvre les procédures de sécurité, la reconnaissance du nom, l'enregistrement et ainsi de suite.

Protocole session principal pour Microsoft : NetBios
Protocole session principal pour Apple : AppleTalk

Couche présentation :

Les couches 1 à 5 transportent des octets bruts sans se préoccuper de leur signification. Mais ce qui doit être transporté en pratique, c'est du texte, des nombres et parfois des structures de données arbitrairement complexes. Un protocole de routage par exemple doit transporter un graphe représentant au moins partiellement la topologie du réseau. Le rôle de la couche présentation est donc de convertir les données applicatives manipulées par les programmes en chaînes d'octets.

ASCII :

L'American Standard Code for Information Interchange (Code américain normalisé pour l'échange d'information), plus connu sous l'acronyme ASCII ([aski:]), est une norme informatique de codage de caractères apparue dans les années 1960. C'est la norme de codage de caractères la plus influente à ce jour. ASCII définit 128 codes à 7 bits, comprenant 95 caractères imprimables : les chiffres arabes de 0 à 9, les lettres minuscules et capitales de A à Z, et des symboles mathématiques et de ponctuation.

Voir cours codage de l'information.

Unicode :

Le standard Unicode est constitué d'un répertoire de 128 172 caractères. Il reprend la base du codage ASCII.

Couche application :

Cette couche contient de nombreuses fonctions souvent nécessaires :

- Redirection des appareils et du partage des ressources
- Accès aux fichiers à distance
- Accès à l'imprimante distante
- Communication entre les processus
- Gestion de réseau
- Services d'annuaire
- Messagerie électronique (par exemple, courrier électronique)
- Terminaux virtuels de réseau

DHCP :

DNS :

SMTP :

HTTP :

HTTPS (avec S pour secured, soit « sécurisé ») est la variante du HTTP sécurisée par l'usage des protocoles SSL ou TLS.

Les clients HTTP les plus connus sont les navigateurs Web permettant à un utilisateur d'accéder à un serveur contenant les données.

FTP :