

4/ Protocoles TCP et IP, routage

Vidéo : <https://www.lumni.fr/video/internet-ip-un-protocole-universel>

Sur internet, l'échange de données entre deux ordinateurs est basé sur deux protocoles : le protocole IP (internet protocol) et le protocole TCP (transmission control protocol), réunis sous l'appellation TCP/IP. Ce protocole est appelé **protocole de communication** car il constitue un ensemble de règles permettant d'établir une communication entre deux ordinateurs.

Il en existe de nombreux autres, mais le TCP/IP a une importance fondamentale dans le fonctionnement d'internet.

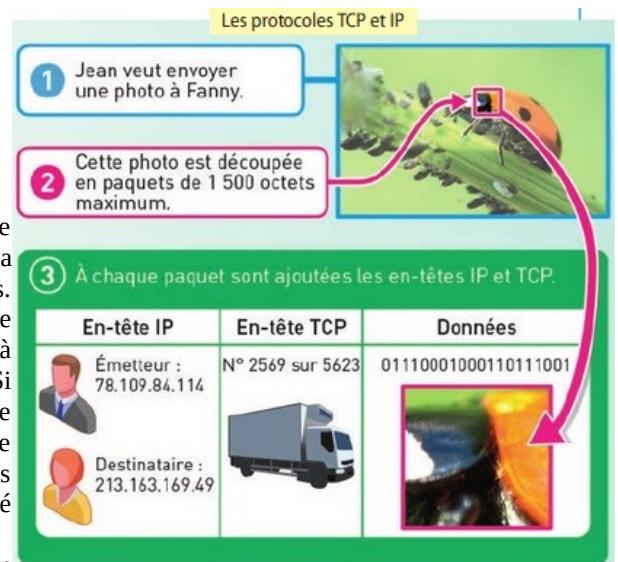
Il est régi par 4 principes fondamentaux :

- la codification des informations en paquets (TCP)
- la transmission de ces informations vers un destinataire (IP)
- la communication des réseaux entre eux (IP)
- la validation des informations à l'arrivée (TCP)

Le TCP :

Le protocole TCP assure la transmission des contenus, et permet de s'assurer qu'un paquet, ou segment, est bien arrivé à destination ; il a ajouté un en-tête qui permet, entre autres, de numérotter les segments. Et quand l'ordinateur B reçoit un paquet de données en provenance de l'ordinateur A, l'ordinateur B envoie un accusé de réception à l'ordinateur A (un peu dans le genre "OK, j'ai bien reçu le paquet"). Si l'ordinateur A ne reçoit pas cet accusé de réception en provenance de B, après un temps prédéfini, l'ordinateur A renverra le paquet de données vers l'ordinateur B. C'est donc une fois tous les segments arrivés à destination, que le fichier d'origine pourra être reconstitué grâce au protocole TCP. Le protocole TCP est dit « **fiable** ».

NB : tous les segments ne prennent pas forcément la même route en fonction du trafic, des pannes...



© éditions Delagrave

L'IP :

L'adresse IP (Internet Protocol) désigne un numéro unique attribué à un ordinateur connecté à un réseau informatique qui utilise internet. Cette suite de chiffres joue une rôle d'identification du branchement et permet l'acheminement (on parle de « routage ») des paquets de données sur internet. C'est bien une adresse au sens premier du terme.

L'IP ajoute lui aussi un en-tête à chaque paquet de données, comprenant les adresses de l'expéditeur et du destinataire. Sur un même réseau, chaque composant (PC, box, serveur...) possède une adresse IP unique avec un masque de sous-réseau commun. Lors du routage, c'est le réseau qui est identifié, non la machine qui le sera ensuite, au sein du réseau. L'IP sert à trouver le meilleur chemin pour acheminer les paquets de données de l'expéditeur au destinataire.

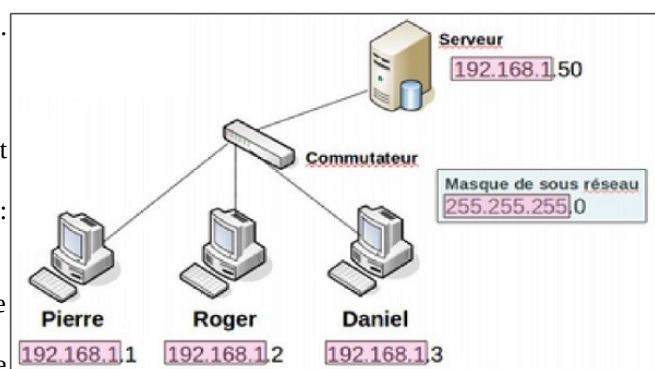
Dans le format IPv4 (version 4 du format IP), cette adresse est une suite de 4 nombres compris entre 0 et 255 (codés sur 32 bits ou 4 octets, car 1 octet = 8 bits) séparés par un « . ».

Sur internet, il existe $256 \times 256 \times 256 \times 256 = 4\ 294\ 967\ 296$ adresses possibles. Elles indiquent aux routeurs l'adresse des machines où envoyer les paquets de messages.

Exemple d'adresse IP : 193.0.6.139 (base 10)

Adresses dans un réseau local (LAN) - ID de réseau et ID d'hôte

Voici le schéma d'un réseau local comprenant plusieurs ordinateurs. On indique pour chaque machine son adresse sur le réseau.



On peut distinguer deux parties dans l'adresse IP :

- une partie des octets à gauche désigne le réseau : l'adresse est appelée ID de réseau (en anglais netID),
- l'octet de droite désigne chacun des ordinateurs de ce réseau : l'adresse est appelée ID d'hôte (en anglais hostID).

Dans ce réseau, les adresses IP des ordinateurs ont donc une partie commune et une fin différente, ce qui rend chacune d'elles unique. Le masque de sous-réseau indique la partie commune et permet de déduire l'adresse du réseau.

Ici **le masque** est **255.255.255.0**, donc l'adresse IP de tous les ordinateurs du réseau commence par les mêmes trois premiers nombres.

L'adresse du réseau est : 192.168.1.0 ; le dernier chiffre de l'adresse réseau est souvent un 0 (zéro).

Ce réseau peut contenir jusqu'à 254 ordinateurs connectés (de 192.168.1.1 à 192.168.1.254).

192.168.1.255 est l'adresse de diffusion à tout le groupe. C'est une adresse réservée, comme celle du réseau.

IPv6 :

Comme le nombre d'objets connectés augmente vite, le nombre d'adresses possibles devient insuffisant, une nouvelle version d'adresses IP (IPv6) est progressivement mise en place. Elle devrait permettre d'adresser chaque m² de la Terre. Elle est composée d'une succession de 8 mots de 2 octets (soit 16 octets en tout ou 128 bits) séparés par « : ».

De décimale (base 10), l'écriture devient hexadécimale (base 16) et utilise des caractères allant de 0 à f.

Exemple : **2001:0db8:0000:85a3:0000:ac1f:8001**

Il est permis d'omettre de un à trois zéros non significatifs dans chaque groupe de quatre chiffres hexadécimaux. Ainsi, l'adresse IPv6 ci-dessus est équivalente à la suivante : **2001:db8:0:85a3:0:0:ac1f:8001**

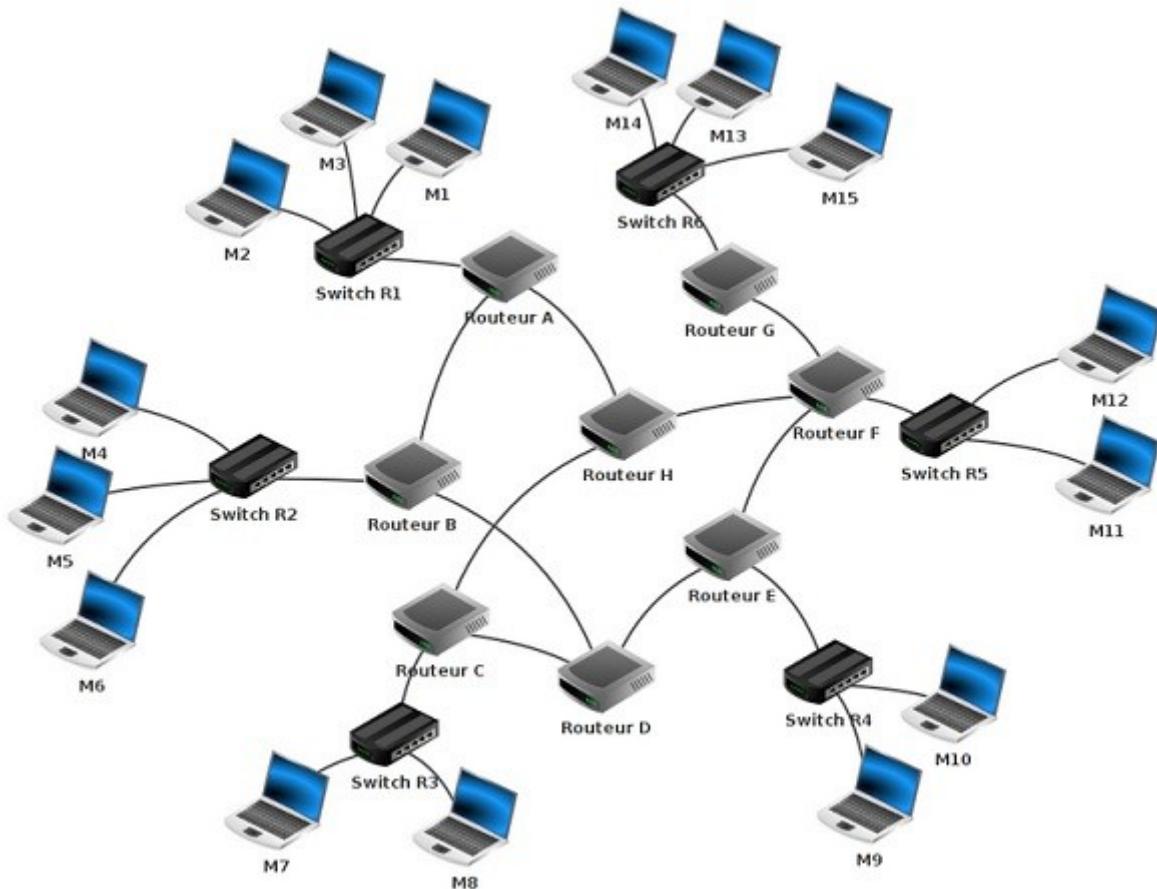
De plus, une unique suite de un ou plusieurs groupes consécutifs de 2 octets tous nuls peut être omise, en conservant toutefois les signes deux-points de chaque côté de la suite de chiffres omise, c'est-à-dire une paire de deux-points « :: ». (RFC 237322). Ainsi, l'adresse IPv6 ci-dessus peut être abrégée en la suivante : **2001:db8:0:85a3::ac1f:8001**

Une même adresse IPv6 peut donc être représentée de plusieurs façons différentes.

Le routage :

Les données sont transférées d'une machine à une autre sous forme de paquets de données d'une taille maximale de 1500 octets, soit 1,5 Ko. Des machines réparties sur tout le réseau, appelées « routeurs » ou « noeuds d'interconnexion », se transmettent les paquets. Ainsi, une box internet est un routeur échangeant des données entre un ordinateur personnel et le reste de la toile. Pour être transmises, les données sont converties en un langage compréhensible par toutes les machines de la planète, le langage binaire, suite de 0 et de 1. Les adresses IP de l'expéditeur et du destinataire sont également traduites en binaire.

Avec le protocole TCP/IP, nous avons vu que chaque routeur ajoute un en-tête au paquet de données à destination du routeur suivant ; celui-ci le lit, le détruit, et en ajoute un nouveau, et ainsi de suite jusqu'à l'arrivée à destination. Le protocole TCP veille au bon acheminement, et envoie un accusé de réception à l'expéditeur à l'arrivée de chaque paquet. A destination, les paquets sont remis dans l'ordre pour reconstituer un fichier, par exemple.



Nous avons sur ce schéma les éléments suivants :

15 ordinateurs : M1 à M15

6 switchs : R1 à R6

8 routeurs : A, B, C, D, E, F, G et H

Un **switch** (ou commutateur) est une sorte de multiprise qui permet de relier entre eux tous les ordinateurs appartenant à un même réseau, que nous appellerons "local". Pour ce faire, le switch est composé d'un nombre plus ou moins important de prises RJ45 femelles (un câble ethernet (souvent appelé « câble réseau ») possède 2 prises RJ45 mâles à ses 2 extrémités).

Un **routeur** permet de relier ensemble plusieurs réseaux, il est composé d'un nombre plus ou moins important d'interfaces réseau (cartes réseau). Les routeurs les plus simples que l'on puisse rencontrer permettent de relier ensemble deux réseaux (ils possèdent alors 2 interfaces réseau), mais il existe des routeurs capables de relier ensemble une dizaine de réseaux.

Les routeurs et les switchs utilisent les adresses IP des ordinateurs pour amener les paquets à bon port.

Analyse du schéma :

- 6 réseaux locaux, chacun possédant son propre switch (dans la réalité, un réseau local est souvent composé de plusieurs switchs si le nombre d'ordinateurs appartenant à ce réseau devient important).

Les ordinateurs M1, M2 et M3 appartiennent au réseau local 1.

Les ordinateurs M4, M5 et M6 appartiennent au réseau local 2.

Voici quelques exemples de communications entre 2 ordinateurs :

- cas n°1 : M1 veut communiquer avec M3

le paquet est envoyé de M1 vers le switch R1, R1 "constate" que M3 se trouve bien dans le réseau local 1, le paquet est donc envoyé directement vers M3. On peut résumer le trajet du paquet par :

M1 → R1 → M3

- cas n°2 : M1 veut communiquer avec M6

le paquet est envoyé de M1 vers le switch R1, R1 « constate » que M6 n'est pas sur le réseau local 1, R1 envoie donc le paquet vers le routeur A. Le routeur A n'est pas connecté directement au réseau local R2 (réseau local de la machine M6), mais il "sait" que le routeur B est connecté au réseau local 2. Le routeur A envoie le paquet vers le routeur B. Le routeur B est connecté au réseau local 2, il envoie le paquet au Switch R2. Le Switch R2 envoie le paquet à la machine M6.

Résumé du trajet : M1 → R1 → Routeur A → Routeur B → R2 → M6

Réseau et adresse IP :

Nous avons vu qu'une adresse IP était de la forme a.b.c.d (exemple : 192.168.1.5). Une partie de l'adresse IP permet d'identifier le réseau auquel appartient la machine et l'autre partie de l'adresse IP permet d'identifier la machine sur ce réseau.

Exemple : Soit un ordinateur M4 ayant pour adresse IP 192.168.2.1 Dans cette adresse IP "192.168.2" permet d'identifier le réseau (on dit que la machine M4 appartient au réseau ayant pour adresse 192.168.2.0) et "1" permet d'identifier la machine sur le réseau (plus précisément sur le réseau 192.168.2.0). M4, M5 et M6 sont sur le même réseau, l'adresse IP de M5 devra donc commencer par "192.168.2" (adresse IP possible pour M5 : 192.168.2.2). En revanche M7 n'est pas sur le même réseau que M4, M5 et M6, la partie réseau de son adresse IP ne pourra pas être "192.168.2" (IP possible pour M7 : 192.168.3.1).

En analysant la partie réseau des adresses IP des machines souhaitant rentrer en communication, les switchs et les routeurs sont capables d'aiguiller un paquet dans la bonne direction. Imaginons que le switch R2 reçoive un paquet qui est destiné à l'ordinateur M7 (adresse IP de M7 : 192.168.3.1). R2 "constate" que M7 n'est pas sur le même réseau que lui (R2 appartient au réseau d'adresse 192.168.2.0 alors que M7 appartient au réseau d'adresse 192.168.3.0), il envoie donc le paquet vers le routeur B...

Sources :

<https://www.commentcamarche.net/contents/539-tcp-ip>

cours de David Roche sous Creative commons :

https://pixees.fr/informatiquelycee/n_site/snt_internet_tcpip.html
https://pixees.fr/informatiquelycee/n_site/snt_internet_routage.html

Alava, S. Les Comportements à risques des ados sur internet : comprendre, éduquer, protéger. Paris : La Boîte à Pandore, 2018

Exercices :

1- Vérifier la concordance en binaire de l'adresse IP suivante : 193.0.6.139

2^7	2^6	2^5	2^4	2^3	2^2	2^1	2^0	
128	64	32	16	8	4	2	1	

1	1	0	0	0	0	0	1	$128+64+1 = 193$

2 – Sur le schéma du mini-réseau simplifié, déterminer un chemin possible permettant d'établir une connexion entre la machine M4 et M14.

Proposer un autre chemin possible