

TCP / IP (v4)

1 Généralités

TCP / IP est surtout connu comme le protocole de l'Internet.

Un protocole est un ensemble de règles, de procédures qui déterminent le processus de réalisation d'une action. (exemple d'établissement d'une communication téléphonique entre 2 directeurs via leur secrétariat)

TCP / IP est un protocole de communication : TCP / IP décrit comment les messages sont transportés et adressés dans un réseau.

Rappel historique

TCP / IP est issu des travaux de l'Agence de Recherche pour les Projets Avancés du Ministère de la Défense des Etats-Unis.

Le petit réseau ARPANET des années 60 (ancêtre de l'Internet) utilisait à l'origine le protocole NCP (Network Control Protocol).

TCP / IP fût développé dans les années 70 pour finalement remplacer NCP sur ARPANET en 1983.

TCP / IP a été développé et implanté en environnement UNIX.

Il doit sa célébrité actuelle au développement du réseau Internet qui l'impose comme un standard de fait.

IP et TCP sont en fait 2 protocoles de base, mais lorsque l'on parle de TCP/IP on englobe également un certain nombre d'applications ou de services basés sur ces protocoles tels que :

- DNS (Domain Name Service) : Il établit la correspondance entre une adresse IP et un nom de réseau tel qu'il est reconnu sous Internet.
- FTP (File Transfert Protocol) : Il est destiné au transfert de fichiers.
- NFS (Network File System) : Il permet le partage des fichiers.
- SMTP (Simple Mail Transport Protocol) : Il permet la gestion de courrier électronique.
- Telnet (Teletype Network) : Il permet l'ouverture de session à distance.
- SLIP (Serial Line IP) et PPP (Point to Point Protocol) : Ils adaptent les protocoles TCP/IP à des liaisons série via le réseau Téléphonique Commuté ou les liaisons Spécialisées

2 Adressage IP

Une adresse IP est représentée par 4 octets.

Les adresses réseaux, à la différence des adresses physiques, ne sont pas inscrites dans le matériel. Les adresses réseaux sont configurées logiquement dans les équipements du réseau.

Chacun des périphériques connectés à un réseau TCP/IP est identifié par une adresse unique (si un ordinateur est équipé de plusieurs cartes réseau, chacune d'entre elles dispose de sa propre adresse IP).

2.1 Le format des adresses IP

Les adresses IP sont des nombres 32 bits qui contiennent 2 champs :

- une adresse de sous-réseau (TCP/IP se réfère à chaque réseau local comme à un sous-réseau) : adresse logique du sous-réseau auquel l'équipement appartient.
- une adresse d'hôte (un ordinateur ou un périphérique sur un réseau TCP/IP est appelé hôte) : adresse logique de l'équipement sur le sous-réseau (identifiant de manière unique chaque

hôte sur le sous-réseau).

La concaténation des deux champs constitue une adresse IP unique.

Les adresses 32 bits sont divisées en 4 octets. Chacun des octets est noté en décimal, les valeurs décimales sont séparées par un point.

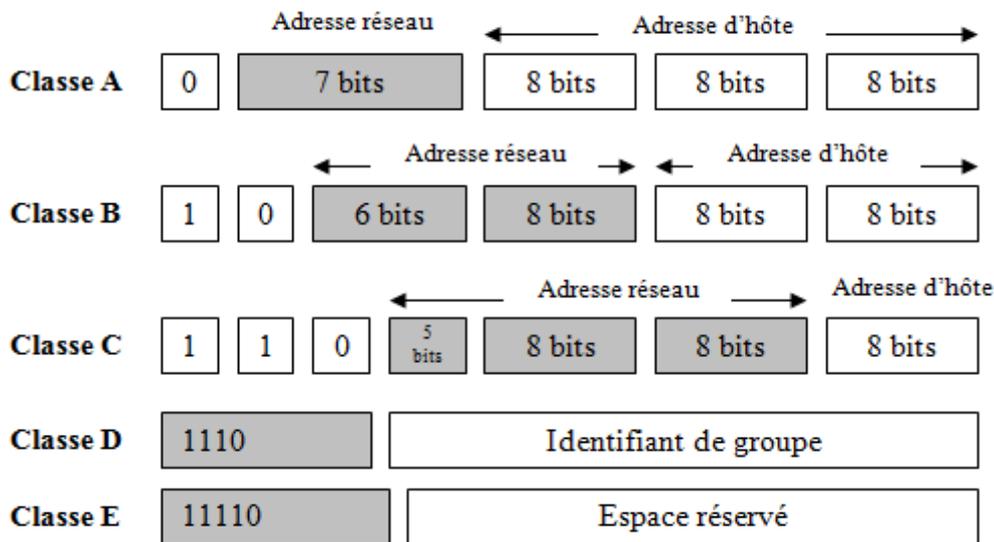
Ex : 128 . 127 . 126 . 1

Ce format est appelé la notation décimale pointée, mais une adresse IP peut également se présenter sous la forme binaire.

Remarque : le fonctionnement d'IP est défini sur la base de la représentation binaire et non sur la représentation décimale.

Il a été défini des classes d'adresses en fonction de la taille des réseaux :

- grands réseaux classe A (IBM, Xerox, DEC, Hewlett-Packard par exemple)
- réseaux moyens classe B (Microsoft par exemple)
- petits réseaux classe C



Classe	+ petite valeur 1 ^{er} octet	+ grande valeur 1 ^{er} octet	Nombre réseaux	Nombre hôtes par réseau (b)	Nombre hôtes Total
A	0 0000001 (1) ₁₀	0 1111111 (126) ₁₀	$2^7 - 2$ = 126 (a)	$2^{24} - 2$ = 16 777 216 - 2 = 16 777 214	$(2^7 - 2) * (2^{24} - 2)$ = 126 * 16 777 214 = 2 113 928 964
B	10 0000001 (128) ₁₀	10 1111111 (191) ₁₀	2^{14} = 16 384	$2^{16} - 2$ = 65 536 - 2 = 65 534	$(2^{14}) * (2^{16} - 2)$ = 16 384 * 65 534 = 1 073 709 056
C	110 000001 (192) ₁₀	110 11111 (223) ₁₀	2^{21} = 2 097 152	$2^8 - 2$ = 256 - 2 = 254	$(2^{21} - 2) * (2^{24} - 2)$ = 2 097 152 * 254 = 532 676 608

(a) On retire l'adresse de boucle (127 . x . x . x) et l'adresse d'acheminement (0 . x . x . x)

(b) On retire l'adresse réseau (ex classe A : x . 0 . 0 . 0) et l'adresse de diffusion (ex classe A : x . 255 . 255 . 255)

Classe A : (valeur du premier octet comprise entre 1 et 126)

- Le premier bit est forcé à 0.
- Avec les 7 bits restant, nous pouvons définir 126 adresses réseaux (les adresses 0 et 127

étant réservées). Chacune de ces adresses pouvant supporter plus de 16 millions de machines (224), nous obtenons plus de 2 milliards d'adresses théoriques.

Classe B : (valeur du premier octet comprise entre 128 et 191)

- Les 2 premiers bits sont forcés à 10.
- Avec les 14 bits restant, nous pouvons définir plus de 16384 réseaux de plus de 65534 machines chacune, soit plus de 1 milliard d'adresses théoriques.

Classe C : (valeur du premier octet comprise entre 192 et 223)

- Dans cette classe, les 3 premiers bits sont forcés à 110.
- On peut définir avec les 21 bits qui restent 2097152 réseaux (221) comprenant chacun 254 machines soit près de 532 millions de machines connectées.

Classe D :

- Usage particulier destinée à gérer un routage IP multipoints (multicast) vers certains groupes d'utilisateurs d'un réseau (groupe de diffusion)

Classe E :

- Actuellement inexploitée.

Malgré ces possibilités d'adressage, la capacité initialement prévue est insuffisante.

L'IPNG (Internet Protocol Next Generation) ou IPv6 permet de résoudre ces difficultés en utilisant un adressage sur 128 bits contre 32.

2.2 Les masques de sous-réseau

Les masques de sous-réseaux (Net mask) permettent de segmenter un réseau en plusieurs sous-réseaux. Il permet d'utiliser une partie des bits d'adresse hôte pour identifier des sous-réseaux. Les masques de sous-réseau ont le même format que les adresse IP, soit quatre octets en décimal séparés par des points. Par convention tous les bits de gauche sont à 1 alors que les bits de droite sont à 0. La séparation entre les deux marque la limite entre la partie réseau et la partie adresse des adresses IP.

Masque par défaut

Classe A : 255 . 0 . 0 . 0

Classe B : 255 . 255 . 0 . 0

Classe C : 255 . 255 . 255 . 0

Le système procède à un ET binaire entre le masque de réseau et l'adresse réseau.

Ex :

Adresse IP : 142 . 62 . 149 . 4

Masque de sous-réseau : 255 . 255 . 0 . 0

Adresse du sous-réseau : 142 . 62

Adresse d'hôte : 149 . 4

Ainsi, lorsque l'adresse IP est 142 . 62 . 149 . 4 et que le masque de sous-réseau est 255 . 255 . 0 . 0, l'identificateur de réseau correspondant est 142 . 62, et l'identificateur d'hôte est 149 . 4.

Une adresse de sous-réseau, pour être compréhensible, doit toujours être associée à son masque de sous-réseau.

On le note généralement comme ceci : 142 . 62 . 0 . 0 / 255 . 255 . 0 . 0

Ou en notation CIDR (Classless Inter-Domain Routing) : 142 . 62 . 0 . 0 / 16 (masque sur 16 bits)

Pourquoi utiliser un masque de sous-réseau ?

Prenons un cas où une partie de l'adresse hôte est utilisée pour identifier des sous réseaux. Supposons que l'adresse IP soit toujours 142 . 62 . 149 . 4 (adresse de classe B) mais que le masque de sous réseau soit cette fois-ci 255 . 255 . 192 . 0.

192 en décimal = 1100 0000 en binaire

Ceci signifie que les deux bits de gauche du troisième octet de l'adresse IP font partie du numéro de sous réseau. Sur deux bits il est possible de numéroter 4 sous réseaux.

Prenons les deux derniers octets de l'adresse IP : 149 . 4.

En binaire : 149 = 1001 0101

Donc, le numéro de sous réseau est 1000 0000 (on ne prend en compte que les deux bits de gauche), soit 128 en décimal. (149 AND 192 = 128).

Et le numéro d'hôte est 0001 0101 (on ne prend en compte que les six bits de droite), soit 21 en décimal. (149 - 128 = 21)

Nous vérifions que la juxtaposition de 128 et 21 fait bien 149 :

128 OU 21 = 149

Finalement, nous avons la configuration IP suivante :

Adresse IP :	142.62.149.4
Masque de sous réseau :	255.255.192.0
Adresse du réseau :	142.62.0.0
Adresse du sous réseau :	142.62.128.0
Adresse d'hôte dans le sous réseau :	21.4

Important. Pour parer à d'éventuels problèmes de routage et d'adressage, tous les ordinateurs d'un réseau logique doivent utiliser le même masque de sous-réseau et le même identificateur de réseau.

Pourquoi créer des sous réseaux ?

Les avantages de la segmentation en sous-réseau sont les suivants :

- Utilisation de plusieurs média (câbles, supports physiques). La connexion de tous les nœuds à un seul support de réseau peut s'avérer impossible, difficile ou coûteuse lorsque les nœuds sont trop éloignés les uns des autres ou qu'ils sont déjà connectés à un autre média.
- Réduction de l'encombrement. Le trafic entre les nœuds répartis sur un réseau unique utilise la largeur de bande du réseau. Par conséquent, plus les nœuds sont nombreux, plus la largeur de bande requise est importante. La répartition des nœuds sur des réseaux séparés permet de réduire le nombre de nœuds par réseau. Si les nœuds d'un réseau de petite taille communiquent principalement avec d'autres nœuds du même réseau, l'encombrement global est réduit.
- Économise les temps de calcul. Les diffusions (paquet adressés à tous) sur un réseau oblige chacun des nœuds du réseau à réagir avant de l'accepter ou de la rejeter.
- Isolation d'un réseau. La division d'un grand réseau en plusieurs réseaux de taille inférieure permet de limiter l'impact d'éventuelles défaillance sur le réseau concerné.
- Renforcement de la sécurité
- Optimisation de l'espace réservé à une adresse IP. Si un numéro de réseau de classe A ou B vous est assigné et que vous disposez de plusieurs petits réseaux physiques, vous pouvez répartir l'espace de l'adresse IP en multiples sous-réseaux IP et les assigner à des réseaux physiques spécifiques. Cette méthode permet d'éviter l'utilisation de numéros de réseau IP supplémentaires pour chaque réseau physique.

2.3 Les adresses spéciales IP

Certaines adresses ne sont pas utilisées car elles sont réservées :

- L'adresse `127.0.0.1` dénote l'adresse de bouclage (localhost - la machine elle-même).
- L'adresse `0.0.0.0` est illégale en tant qu'adresse de destination, mais elle peut être utilisée localement dans une application pour indiquer n'importe quelle interface réseau.
- Les autres adresses dans le réseau `127.0.0.0/8` sont considérées comme locales, de même que celles du réseau `0.0.0.0/8`.
- L'adresse spéciale `255.255.255.255` est une adresse de diffusion.
- La première adresse d'un réseau spécifie le réseau lui-même, la dernière est une adresse de diffusion (broadcast).

Certaines adresses ne sont pas (ou tout du moins ne devraient pas être) routées sur Internet : elles sont réservées à un usage local (au sein d'une organisation, où là elles peuvent être routées).

De plus certaines adresses ne devraient pas être routées sur Internet, ni même de façon privée au delà d'un même segment de liaison, où ces adresses sont utilisables uniquement comme adresses de configuration automatique par défaut des interfaces d'hôtes (en cas d'absence de configuration manuelle explicite et de non-détection d'autres systèmes de configuration comme DHCP) :

Adresses de réseaux privés

- Classe A : `10.0.0.0/8`
(1 réseau de classe A)
- Classe B : `172.16.0.0/12`
(16 réseaux de classe B)
- Classe C : `192.168.0.0/16`
(256 réseaux de classe C)

Adresse de configuration à la volée

- `169.254.0.0/16`
(1 réseau de classe B)
-