

Adressage IP

Le protocole IP

Le protocole IP (Internet Protocol) est un des protocoles majeurs de la pile TCP/IP. Il s'agit d'un protocole réseau (niveau 3 dans le modèle OSI).

Adresse IP

Dans un réseau IP, chaque machine possède une adresse IP fixée par l'administrateur du réseau. Il est interdit de donner la même adresse à 2 machines différentes sous peine de panne.

Une adresse IP est une suite de 32 bits notée en général a.b.c.d avec a, b, c, et d des entiers entre 0 et 255.

Chaque valeur a, b, c ou d représente dans ce cas une suite de 8 bits.

Exemple : une machine a comme adresse IP 134.214.80.12. a vaut 134 soit (1000 0110) en binaire. b vaut 214 soit (1101 0110) en binaire. c vaut 80 soit (0101 0000) et d vaut 12 soit (0000 1100). En binaire, l'adresse IP s'écrit donc 1000 0110 1101 0110 0101 0000 0000 1100.

Taille des réseaux IP

Un réseau IP peut avoir une taille très variable :

- une entreprise moyenne aura un réseau comportant une centaine de machines.
- un campus universitaire aura un réseau comportant de quelques milliers à quelques dizaines de milliers de machines.
- le réseau d'une multinationale (un grand fournisseur d'accès par exemple) peut comporter des millions de postes.
- Tous ces différents réseaux peuvent être interconnectés.

Le net-id et le host-id

Au sein d'un même réseau IP, toutes les adresses IP commencent par la même suite de bits. L'adresse IP d'une machine va en conséquence être composée de 2 parties : le net-id (la partie fixe) et le host-id (la partie variable).

Masque d'un réseau IP

Le masque du réseau permet de connaître le nombre de bits du net-id. On appelle N ce nombre. Il s'agit d'une suite de 32 bits composée en binaire de N bits à 1 suivis de 32-N bits à 0.

Exemple de masque numéro 1

Le réseau d'une multinationale comprend toutes les adresses IP commençant par 5. Une adresse IP sera du type 5.*.*. Le net-id comporte 8 bits et le host-id comporte 24 bits. Le masque s'écrit donc en binaire 8 bits à 1 suivi de 24 bits à 0 soit 1111 1111 0000 0000 0000 0000 0000 0000. Le masque sera donc 255.0.0.0. Un tel réseau peut comporter 2^{24} machines soit 16 millions environ.

Exemple de masque numéro 2

Le réseau d'un campus universitaire comprend toutes les adresses IP commençant par 134.214. Une adresse IP sera du type 134.214.*.*. Le net-id comporte 16 bits et le host-id comporte 16 bits. Le masque s'écrit donc en binaire 16 bits à 1 suivi de 16 bits à 0 soit 1111 1111 1111 1111 0000 0000 0000 0000. Le masque sera donc 255.255.0.0. Un tel réseau peut contenir au maximum 2^{16} machines soit 65536 machines.

Exemple de masque numéro 3

le réseau d'une PME comprend toutes les adresses IP commençant par 200.150.17. Une adresse IP sera du type 200.150.17.* Le net-id comporte 24 bits et le host-id comporte 8 bits.⁵ Le masque s'écrira donc en binaire 24 bits à 1 suivi de 8 bits à 0 soit 1111 1111 1111 1111 1111 0000 0000. Le masque sera donc 255.255.255.0. Un tel réseau peut contenir au maximum 2^8 machines soit 256 machines.

Adresse réseau

Chaque réseau IP a une adresse qui est celle obtenue en mettant tous les bits de l'host-id à 0. Le réseau de l'exemple 3 a comme adresse réseau 200.150.17.0. Un réseau IP est complètement défini par son adresse de réseau et son masque de réseau.

Autre notation

On considère le réseau 150.89.0.0 de masque 255.255.0.0. Le masque comporte 16 bits à 1. On note parfois ce réseau : 150.89.0.0 /16. De la même manière le réseau 200.89.67.0 de masque 255.255.255.0 pourra être noté 200.89.67.0 /24.

Adresse de diffusion (broadcast)

Cette adresse permet à une machine d'envoyer un datagramme à toutes les machines d'un réseau. Cette adresse est celle obtenue en mettant tous les bits de l'host-id à 1. Le réseau de l'exemple 3 a comme adresse de broadcast 200.150.17.255.

Deux adresses interdites

Il est interdit d'attribuer à une machine d'un réseau IP, l'adresse du réseau et l'adresse de broadcast.

Les classes A, B et C (Obsolète)

Historiquement, le réseau Internet était découpé par classes comme expliqué ci-dessous:

- Internet est prédécoupé en
 - 126 réseaux de classe A dont le masque est 255.0.0.0
 - 16384 réseaux de classe B dont le masque est 255.255.0.0
 - 2 millions de réseaux de classes C dont le masque est 255.255.255.0
- **Classe A :**
 - Les adresses de ces réseaux sont a.0.0.0 avec a compris entre 1 et 126 bornes incluses (le premier bit des adresses IP des ces réseaux est 0).
 - Le masque est 255.0.0.0
 - Un tel réseau peut contenir $2^{24}-2$ machines soit 16 millions environ.
- **Classe B :**
 - Les adresses de ces réseaux sont a.b.0.0 avec a compris entre 128 et 191 bornes incluses et b compris entre 0 et 255. (les 2 premiers bits des adresses IP de ces réseaux sont 10).
 - Un tel réseau peut contenir $2^{16}-2 = 65\,534$ machines.
- **Classe C :**
 - Les adresses de ces réseaux sont a.b.c.0 avec a compris entre 192 et 223 bornes incluses et b et c compris entre 0 et 255 (les 3 premiers bits des adresses IP de ces réseaux sont 110).
 - Un tel réseau peut contenir $2^8-2 = 254$ machines.

Aujourd'hui, la notion de classes d'adresses a disparu. Cela est notamment dû au gachis d'adresses qui était fait en limitant l'utilisation du masque. Les [RFC 1518](#) et [RFC 1519](#) datant de 1993 spécifient une nouvelle norme, l'adressage CIDR. Ce nouvel adressage précise qu'il est possible d'utiliser n'importe quel masque avec n'importe quelle adresse, et organise par ailleurs le regroupement géographique des adresses IP pour diminuer la taille des tables de routage des routeurs principaux d'Internet.

Exemple

Une machine possède l'adresse IP 134.214.80.12 : elle appartient au réseau de classe B 134.214.0.0 de masque 255.255.0.0. Dans ce réseau, une machine peut avoir une adresse IP comprise entre 134.214.0.1 et 134.214.255.254. L'adresse de broadcast est 134.214.255.255.

Réseaux interdits

Un certain nombre de ces adresses IP sont réservées pour des réseaux locaux connectés à Internet ([RFC 1918](#)) Elles ne doivent pas être utilisées sur l'internet. Il s'agit des adresses :

- de 10.0.0.0 à 10.255.255.255
- de 172.16.0.0 à 172.31.255.255
- de 192.168.0.0 à 192.168.255.255
- Les adresses de 127.0.0.0 à 127.255.255.255 sont également interdites.

L'adresse 127.0.0.1 s'appelle l'adresse de boucle locale (loopback en anglais) et désigne la machine locale (localhost).

Distribution des adresses IP

Sur l'internet, l'organisme IANA est chargé de la distribution des adresses IP. IANA a délégué la zone européenne à un organisme : le RIPE NCC. Cet organisme distribue les adresses IP aux fournisseurs d'accès à l'internet

Découpage d'un réseau IP

Un réseau IP de classe A, B ou C peut être découpé en sous-réseaux. Lors d'un découpage le nombre de sous-réseaux est une puissance de 2 : 4, 8, 16, 32 ... Chaque sous-réseau peut être découpé en sous-sous-réseaux et ainsi de suite On parle indifféremment de réseau IP pour désigner un réseau, un sous-réseau, ... Chaque sous-réseau sera défini par un masque et une adresse IP.

Exemple de découpage

On considère le réseau 134.214.0.0 de masque 255.255.0.0 On veut découper ce réseau en 8 sous-réseaux. On veut obtenir pour chaque sous-réseaux : le masque et l'adresse du sous-réseaux.

- **Calcul du masque**

On veut découper le réseau en 8 : $8=2^3$. En conséquence, le masque de chaque sous-réseau est obtenu en rajoutant 3 bits à 1 au masque initial. L'ancien masque 255.255.0.0 comprend 16 bits à 1 suivis de 16 bits à 0. Le nouveau masque comprendra donc $16+3=19$ bits à 1 suivis de 13 bits à 0. Le masque de chaque sous-réseau sera donc 255.255.224.0.

- **Calcul du net-id de chaque sous réseau**

Le net-id de chaque sous-réseau sera constitué de 19 bits. Les 16 premiers bits seront ceux de l'écriture en binaire de 134.214. Les 3 bits suivants seront constitué du numéro du sous-réseau 000, 001, 010, 011, 100, 101, 110, ou 111.

- **Calcul de l'adresse de chaque sous réseau**

Pour obtenir l'adresse réseau, on met tous les bits du host-id à 0.

On obtient donc comme adresse pour chaque sous-réseau :

134.214.(000 00000).0 soit 134.214.0.0.

134.214.(001 00000).0 soit 134.214.32.0.

134.214.(010 00000).0 soit 134.214.64.0.
134.214.(011 00000).0 soit 134.214.96.0.
134.214.(100 00000).0 soit 134.214.128.0.
134.214.(101 00000).0 soit 134.214.160.0.
134.214.(110 00000).0 soit 134.214.192.0.
134.214.(111 00000).0 soit 134.214.224.0.

- **Obtention des adresses de broadcast**

Pour obtenir l'adresse de broadcast, on met à 1 tous les bits du host-id Les adresses de broadcast sont donc :

134.214.(000 11111).255 soit 134.214.31.255
134.214.(001 11111).255 soit 134.214.63.255
134.214.(010 11111).255 soit 134.214.95.255
134.214.(011 11111).255 soit 134.214.127.255
134.214.(100 11111).255 soit 134.214.159.255
134.214.(101 11111).255 soit 134.214.191.255
134.214.(110 11111).255 soit 134.214.223.255
134.214.(111 11111).255 soit 134.214.255.255

Masque de sous-réseau

Le masque de sous-réseau permet de savoir quelle partie d'une adresse IP correspond à la partie numéro de réseau et laquelle correspond à la partie numéro de l'hôte.

Les principes sont les mêmes en IP version 4, et en version 6. Cependant, les pratiques ne sont pas les mêmes. La notation **CIDR** est systématiquement utilisée.

Un masque a la même longueur qu'une adresse IP. Il est constitué d'une suite de chiffres 1 terminée par (éventuellement) des chiffres 0 :

```

      1      2      3
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1
+-+--+--+--+--+--+--+--+--+--+--+--+--+--+--+--+--+--+--+--+
|1 1 1 1 1 1 1|1 1 1 1 1 1 1|1 1 1 1 1 1 1|1 0 0 0 0 0 0| masque 255.255.255.128
+-+--+--+--+--+--+--+--+--+--+--+--+--+--+--+--+--+--+--+--+

```

Pour calculer la partie sous-réseau d'une adresse IP, on effectue une opération logique bit à bit entre l'adresse et le masque. Pour calculer l'adresse de l'hôte, on effectue une opération bit à bit entre le complément à un du masque et l'adresse.

Autrement dit : il suffit de conserver les bits de l'adresse là où les bits du masque sont à 1 (un certain nombre de bits en partant de la gauche de l'adresse). La partie numéro d'hôte est contenue dans les bits qui restent (les plus à droite).