



Réalisé par Keita Mohamed I.

**(Momolai)**



## Réseaux TCP/IP/Adressage IP v4

Une adresse IP est un entier écrit sur quatre octets, elle peut donc prendre des valeurs entre 0 et  $2^{32} - 1$ . Pour plus de commodité, on note les adresses en donnant les valeurs de chaque octet séparés par des points ; par exemple, 110000001010100000000000100001101 s'écrit : 11000000 10101000 00000001 00001101. devient 192.168.1.13.

Une adresse IP est constituée de deux parties : l'adresse du réseau et l'adresse de la machine, elle permet donc de distinguer une machine sur un réseau. Deux machines se trouvant sur un même réseau possèdent la même adresse réseau mais pas la même adresse machine.

### Masques réseau

Ce découpage en deux parties est effectué en attribuant certains bits d'une adresse à la partie réseau et le reste à la partie machine. Il est représenté en utilisant un « masque réseau » où sont placés à 1 les bits de la partie réseau et à 0 ceux de la partie machine.

Par exemple 207.142.131.245 est une adresse IP (celle de Wikilivres, en fait) et 255.255.255.0 un masque réseau indiquant que les trois premiers octet (les 24 premiers bits) sont utilisés pour adresser le réseau et le dernier octet (les 8 derniers bits) pour la machine. 207.142.131.245/255.255.255.0 désigne donc la machine d'adresse 245 sur le réseau d'adresse 207.142.131.0.

Lorsque les bits du masque réseau sont contigus, on utilise une notation plus courte : IP/nombre de bits à 1. 207.142.131.245/255.255.255.0 peut donc aussi se noter 207.142.131.245/24

### Classes d'adresses

Il existe différents découpages possible que l'on appelle « classes d'adresses ». À chacune de ces classes correspond un masque réseau différent :

Classe	Premiers bits	Premier octet	Masque
A	0	0-127	255.0.0.0
B	10	128-191	255.255.0.0
C	110	192-223	255.255.255.0
D	1110	224-239	Multicast
E	1111	240-255	Réservé

Les adresses de classe A permettent donc de créer des réseaux avec plus de machines, par contre, il y a beaucoup plus de réseaux de classe C possibles que de réseaux de classe A ou B.

La classe D est une classe utilisée pour le « multicast » (envoi à plusieurs destinataires) et la classe E est réservée.

### Adresses réseaux et adresses de diffusion

Une adresse réseau est une adresse IP qui désigne un réseau et non pas une machine de ce réseau. Elle est obtenue en plaçant tous les bits de la partie machine à zéro.

Une adresse de diffusion (« broadcast » en anglais) est une adresse permettant de désigner toutes les machines d'un réseau, elle est obtenue en plaçant tous les bits de la partie machine à un. Par exemple :

IP (classe)	masque	Adresse réseau	Adresse de diffusion
10.10.10.10(A)	255.0.0.0	10.0.0.0	10.255.255.255
192.168.150.35(C)	255.255.255.0	192.168.150.0	192.168.150.255

## Adresses déconseillées et réseaux privés

Pour éviter les ambiguïtés avec les adresses de réseau et les adresses de diffusion, les adresses « tout à zéro » et « tout à un » sont déconseillées pour désigner des machines sur un réseau.

Dans chaque classe d'adresses, certaines adresses réseaux sont réservées aux réseaux privés.

classe	Réseau privé
A	10.0.0.0
A	127.0.0.0
B	de 172.16.0.0 à 172.31.0.0
C	de 192.168.0.0 à 192.168.255.0

Le cas du réseau 127.0.0.1 est particulier : il désigne la boucle locale.

## Sous-réseaux

Il est possible de découper un réseau en sous-réseaux en utilisant un masque de sous-réseau. Un masque de sous-réseau permet d'attribuer des bits supplémentaires à la partie réseau d'une adresse IP.

Supposons que l'on dispose d'une adresse de classe C, elle permet normalement d'adresser 254 machines avec le masque 255.255.255.0. Il est possible de découper ce réseau en deux sous-réseaux de 126 machines avec le masque 255.255.255.128 ( $128 = 10000000_2$ ).

## Le cours sur l'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](#)). Il n'est pas orienté connexion, c'est à dire qu'il n'est pas fiable. C'est la couche transport qui peut le rendre fiable.

### Adresse IP

Dans un réseau IP, chaque interface possède une adresse IP fixée par l'administrateur du réseau ou attribuée de façon dynamique via des protocoles comme DHCP. Par extension, pour une machine simple, un PC, avec une seule interface Ethernet, on dira que cette machine a une adresse IP. Il est déconseillé de donner la même adresse à 2 machines différentes sous peine de problèmes (collisions).

Une adresse IP (IPv4 pour être précis) 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 vaut (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.
- un grand fournisseur d'accès peut raccorder des millions de postes.
- tous ces différents réseaux peuvent être interconnectés.

### Les numéros de réseau (net-id) et de station (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 Classe A**

Le réseau d'une multinationale comprend toutes les adresses IP commençant par 5 (ici 5 n'est évidemment donné qu'à valeur informative). Une adresse IP sera du type 5.\*.\*.\*. Le net-id comporte 8 bits et le host-id comporte 24 bits. Le masque s'écrira 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 Classe B**

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'écrira 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 Classe C**

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. Le masque s'écrira donc en binaire 24 bits à 1 suivi de 8 bits à 0 soit 1111 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.

## Notation CIDR

La notation CIDR, pour *Classless Inter-Domain Routing*, est historiquement introduite après la notion de classe d'adresse IP (cf. section sur les [classes](#)). Elle s'inscrit dans une intention d'outrepasser la limite implicitement fixée par la notion de classe en termes de plages d'adresses disponibles dans les réseaux IPv4.

La notation initiale non CIDR considère pour un réseau donné le couple formé par l'adresse et le masque dudit réseau. En notation CIDR, une forme d'adressage équivalente est construite – ou obtenue, si l'on part de l'adresse en notation initiale non CIDR – par l'association de l'adresse du réseau (à l'instar de la notation initiale) et de la longueur du préfixe binaire déterminant ledit réseau. Le préfixe binaire de la notation CIDR correspond au nombre des premiers bits à 1 dans la forme binaire du masque du réseau de la notation initiale non CIDR.

En adressage IPv4, cela se concrétise par une forme décimale de 4 octets suivie d'un entier compris entre 0 et 32. En pratique, cette plage peut s'étendre de 1 à 31 afin de permettre un adressage des hôtes (*host-id*) par les bits différentiels (en effectif non nul).

- Exemples
  - On considère le réseau d'adresse (décimale) 150.89.0.0 et de masque (décimal) 255.255.0.0 en notation initiale non CIDR. Ledit masque comporte 16 bits à 1 ; ces 16 bits sont les 16 premiers bits du masque. En notation CIDR, ce réseau est identifié par la forme décimale suivante : 150.89.0.0/16.
  - De la même manière, le réseau d'adresse (décimale) 200.89.67.0 et de masque (décimal) 255.255.255.0 pourra être identifié par la notation CIDR 200.89.67.0/24.
  - Pour un réseau d'adresse (décimale) 192.168.144.0 et de masque (décimal) 255.255.240.0, la notation CIDR sera 192.168.144.0/20.

## 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.

Ce qui, pour le réseau 192.168.1.0/24, nous donne :

- adresse du réseau : 192.168.1.0
- adresse de broadcast : 192.168.1.255

## Les classes A, B et C (obsolète)

Historiquement, le réseau Internet était découpé en classes d'adresses :

- **Classe A :**
  - Le premier bit de ces adresses IP est à 0.

- Le masque décimal associé est 255.0.0.0, soit les 8 premiers bits à 1.
  - Les adresses de ces réseaux ont la forme décimale a.0.0.0 avec  $a$  variant de 0 à  $(2^7-1) = 127$ .
  - Cette classe détermine ainsi  $(127 - 0 + 1) = 128$  réseaux.
  - Le nombre de bits restant pour l'adressage des hôtes est de  $(32 - 8) = 24$ .
  - Chaque réseau de cette classe peut donc contenir jusqu'à  $2^{24}-2 = 16\,777\,214$  machines.
- **Classe B :**
    - Les 2 premiers bits de ces adresses IP sont à 1 et 0 respectivement.
    - Le masque décimal associé est 255.255.0.0, soit les 16 premiers bits à 1.
    - Les adresses de ces réseaux ont la forme décimale a.b.0.0 avec  $a$  variant de  $(2^7) = 128$  à  $(2^7 + 2^6 - 1) = 191$  et  $b$  variant de 0 à 255.
    - Cette classe détermine ainsi  $(191 - 128 + 1) \times (255 - 0 + 1) = 16\,384$  réseaux.
    - Le nombre de bits restant pour l'adressage des hôtes est de  $(32 - 16) = 16$ .
    - Chaque réseau de cette classe peut donc contenir jusqu'à  $2^{16}-2 = 65\,534$  machines.
- **Classe C :**
    - Les 3 premiers bits de ces adresses IP sont à 1, 1 et 0 respectivement.
    - Le masque décimal associé est 255.255.255.0, soit les 24 premiers bits à 1.
    - Les adresses de ces réseaux ont la forme décimale a.b.c.0 avec  $a$  variant de  $(2^7 + 2^6) = 192$  à  $(2^7 + 2^6 + 2^5 - 1) = 223$ ,  $b$  et  $c$  variant de 0 à 255 chacun.
    - Cette classe détermine ainsi  $(223 - 192 + 1) \times (255 - 0 + 1) \times (255 - 0 + 1) = 2\,097\,152$  réseaux.
    - Le nombre de bits restant pour l'adressage des hôtes est de  $(32 - 24) = 8$ .
    - Chaque réseau de cette classe peut donc contenir jusqu'à  $2^8-2 = 254$  machines.
- **Classe D :**
    - Les 4 premiers bits de ces adresses IP sont à 1, 1, 1 et 0 respectivement.
    - Le masque décimal associé par défaut est 240.0.0.0, soit les 4 premiers bits à 1.
    - Les adresses de cette classe ont la forme décimale a.b.c.d avec  $a$  variant de  $(2^7 + 2^6 + 2^5) = 224$  à  $(2^7 + 2^6 + 2^5 + 2^4 - 1) = 239$ ,  $b$ ,  $c$  et  $d$  variant de 0 à 255 chacun.
    - Cette classe est spéciale : elle est réservée à l'adressage de groupes de diffusion [multicast](#).
- **Classe E :**
    - Les 4 premiers bits de ces adresses IP sont (tous) à 1.
    - Le masque décimal associé par défaut est 240.0.0.0, soit les 4 premiers bits à 1.
    - Les adresses de cette classe ont la forme décimale a.b.c.d avec  $a$  variant de  $(2^7 + 2^6 + 2^5 + 2^4) = 240$  à  $(2^8-1) = 255$ ,  $b$ ,  $c$  et  $d$  variant de 0 à 255 chacun.
    - Cette classe est également spéciale : elle est actuellement réservée à un adressage de réseaux de recherche.

La notion de classe d'adresses a été rendue obsolète pour l'adressage des nœuds du réseau Internet car elle induisait une restriction notable des adresses IP affectables par l'utilisation de masques spécifiques. Les documents [RFC 1518](#) et [RFC 1519](#) publiés en 1993 spécifient une nouvelle norme : l'adressage CIDR (cf. [supra](#)). Ce nouvel adressage précise qu'il est possible d'utiliser un masque quelconque appliqué à une adresse quelconque. Il organise par ailleurs le regroupement géographique des adresses IP pour diminuer la taille des tables de routage des principaux routeurs du réseau 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.

## Adresses privées (non routables sur l'Internet)

Un certain nombre de ces adresses IP sont réservées pour un usage interne aux entreprises ([RFC 1918](#)) Elles ne doivent pas être utilisées sur l'internet où elles ne seront de toute façon pas routées. 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.

Les adresses 127.0.0.0 à 127.255.255.255 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... ce qui est naturel si l'on pense à la représentation binaire d'une adresse IP. 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 d'adresse 134.214.0.0 et de masque 255.255.0.0. On veut découper ce réseau en 8 sous-réseaux. Pour chaque sous-réseau, on veut obtenir le masque et l'adresse.

- **Calcul du masque**  
On veut découper le réseau en 8. Or  $8 = 2^3$ . En conséquence, le masque de chaque sous-réseau est obtenu en ajoutant 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. Il correspond à 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 binaire du préfixe d'adresse 134.214 ;
  - Les 3 bits suivants seront constitués du numéro du sous-réseau : 000 (0), 001 (1), 010 (2), 011 (3), 100 (4), 101 (5), 110 (6) ou 111 (7).

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

Pour obtenir l'adresse réseau, tous les bits du host-id sont positionnés 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.

### [Liens internes](#)

- [Adresse IP](#) : la notion d'adresse IP et de masque.

**Merci pour votre attention**

Email : momolai1@yahoo.fr