

Adressage IP - Subnetting

Introduction

Pour communiquer entre elles dans un réseau informatique, les machines doivent être identifiées. Cette identification est assurée par l'attribution à chacune des machines du réseau une adresse IP et une adresse MAC. Dans ce chapitre, il va s'agir de l'adressage IP et du subnetting ou sous-réseautage en français.

Remarque : Le subnetting est une technique qui permet de diviser un réseau en plusieurs sous réseaux. C'est un mot anglais qui se décompose en sub-net-ting (sub pour sous, net pour network et ting pour indiquer qu'il s'agit d'une action). Le mot subnetting est parfois traduit en français par sous-réseautage.

Adressage IP

Une adresse IP sert à identifier de manière unique un périphérique (Un ordinateur par exemple) connecté à un réseau utilisant le protocole IP (Internet Protocole).

Les adresses IP sont déclarées auprès de l'**IANA** (Internet **A**ssigned **N**umbers **A**uthority), qui fait partie depuis 2005 de l'**ICANN** (Internet **C**orporation for **A**ssigned **N**ames and **N**umbers). Pour faciliter le processus d'allocation d'adresses IP, des blocs d'adresses ont été assignés à des **RIR** (**R**egional **I**nternet **R**egistries) pour gérer les adresses IP dans leurs régions respectives au nom de l'IANA.

Il existe deux versions du protocole Internet : IPv4 et IPv6. Dans un premier temps, nous allons traiter l'adressage IP dans la version IPv4.

Une adresse IPv4 est composée de 32 bits ou 4 octets ($4 \times 8 = 32$). Chaque octet correspond à un nombre décimal compris entre 0 et 255 (Exemple : l'octet 00000000 correspond au nombre décimal 0 et 11111111 correspond au nombre décimal 255). L'adresse IPv4 est exprimée au format décimal, soit quatre nombres décimaux séparés par des points. Chacun de ces nombres peut prendre des valeurs variant entre 0 (octet : 00000000) et 255 (octet : 11111111).

Exemple d'adresse IP : 88.45.124.203 s'écrit en binaire :
1011000.00101101.01111100.11001011

Pour répondre aux besoins grandissants en adressage IP, un système d'allocation d'adresses IP a été adopté au début des années 90. C'est le système des classes. Pour des raisons d'optimisation, ce système a été remplacé par le CIDR (Classless Inter-Domain Routing).

Système de classe

L'adressage par classes (classful network) consiste à répartir les adresses IP en cinq types de classes :

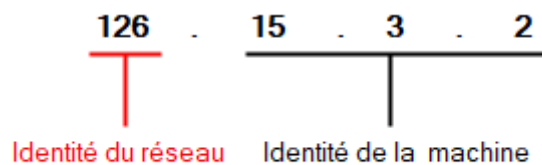
- Classe A
- Classe B

- Classe C
- Classe D
- Classe E

On peut déterminer la classe d'une adresse IP à partir des trois bits de poids forts (Les trois bits qui sont tout à fait à gauche dans le premier octet de l'adresse).

Classe A

Une classe d'adresse IP est un ensemble d'adresses. Pour la classe A, cet ensemble contient les adresses situées entre 1.0.0.0 et 127.255.255.255. Le premier octet est le network ID ou l'identité du réseau en français et les trois octets suivants sont des adresses machines. Pour illustrer la structure d'une adresse IP de la classe A, prenons comme exemple l'adresse de la classe A : 126.15.3.2



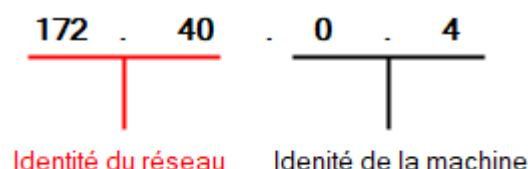
Structure d'une adresse IP de la classe A

Remarque : Les adresses IP de la classe A se situent entre 1.0.0.0 et 127.255.255.255. En effet les adresses allant de 128.0.0.0 à 191.255.255.255 sont utilisées pour faire des tests particuliers (voir explications dans la partie exercices de compréhension à la fin de ce chapitre).

Classe B

Pour la classe B, l'ensemble d'adresses correspondantes contient les adresses comprises entre 128.0.0.0 et 191.255.255.255. Les deux premiers octets sont le network ID et les deux octets suivants sont des adresses machines.

Exemple : Soit l'adresse IP 172.40.0.4. Cette adresse est bien comprise entre 128.0.0.0 et 191.255.255.255. C'est donc une adresse de la classe B. D'autre part, la partie 172.40, constituée des deux premiers octets est le network ID et la partie 0.4 est l'identité machine.



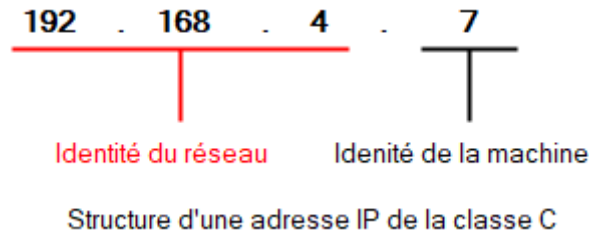
Structure d'une adresse IP de la classe B

Classe C

Les adresses de la classe C sont comprises entre 192.0.0.0 et 223.255.255.255. Les trois premiers octets sont le network ID et le quatrième octet est l'identité machines. Soit un

nombre d'adresses machines $n = 256 - 2 = 254$ et 2097152 réseaux (voir exercices de compréhension à la fin de ce chapitre).

Exemple : Soit l'adresse IP 192.168.4.7. Cette adresse est bien comprise entre 192.0.0.0 et 223.255.255.255. C'est donc une adresse de la classe C. D'autre part, la partie 192.168.4, constituée des trois premiers octets est le network ID et la partie 7 constituée du dernier octet, est l'identité machine.



Classes D

Les adresses de la classe D sont comprises entre 224.0.0.0 et 239.255.255.255.

Remarque : Les adresses de la classe D et E ne sont pas assignées.

Classe privée

Une classe privée est une plage d'adresses IP choisie dans l'une des classes publiques A, B ou C et réservée, par conventions ou standards, à un usage particulier. Une adresse IP privée fonctionne uniquement sur les réseaux privés (Ne fonctionne pas sur Internet). Elles sont réparties dans les différentes classes comme suit :

- Adresses privées de la classe A : 10.0.0.0 à 10.255.255.255
- Adresses privées de la classe B : 172.16.0.0 à 172.31.255.255
- Adresses privées de la classe C : 192.168.1.0 à 192.168.255.255

Pour permettre à une machine ayant une adresse privée d'accéder à Internet, on a recours au protocole NAT (Network Address Translation) implémentée dans un routeur.

L'adressage CIDR

Actuellement, le système d'adressage par classe n'est pratiquement plus utilisé dans l'industrie et a été remplacé par le système **CIDR (Classless Inter-Domain Routing)** ou Routage Inter-Domaine sans Classe. On appelle les adresses IP utilisant l'adressage CIDR **classless addresses** et celles qui utilisent l'adressage par classe **classful addresses**.

Par comparaison au système d'adressage par classe, le CIDR permet d'économiser les adresses IP et faciliter le routage. Internet est un très, très grand réseau résultant de l'interconnexion de beaucoup, beaucoup de réseaux. Le nombre de machines connectées à Internet dépassera, d'après plusieurs sources concordantes, cinq milliards en 2020. L'adressage par classe n'était plus en mesure de répondre aux besoins grandissants en adresses Internet et c'est en 1991 que le CIDR a été adopté.

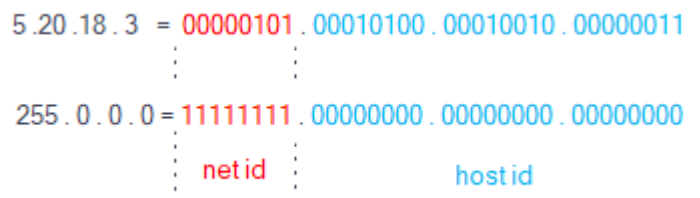
Masque de sous-réseau

Le masque de sous réseau est un nombre de quatre octets qui permet d'identifier la partie de l'adresse IP qui identifie le réseau (net id) et celle qui identifie les hôtes (host id). Dans le système d'adressage par classe, les réseaux de classes A, B et C ont des masques par défaut, appelés masques naturels :

- Classe A : 255.0.0.0
- Classe B : 255 .255.0.0
- Classe C : 255.255.255.0

Comment le masque permet l'identification de la partie net id et de la partie host id dans une adresse IP ?

Prenons l'exemple d'une adresse de la classe A 5.20.18.3. Le masque naturel de cette adresse est 255.0.0.0. Tout d'abord, on commence par écrire l'adresse et son masque sous forme binaire :

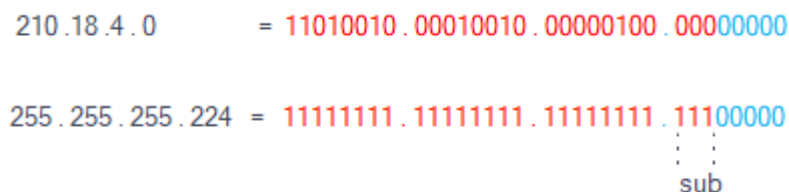


- net id = 0000101 = 5
- host id = 00010100 . 00010010 . 00000011 = 20.18.3

La partie net id est la partie de l'adresse IP qui correspond à la partie du masque formée de 1.

L'utilisation du masque dans le système CIDR va permettre la création de plusieurs réseaux logiques dans un seul réseau de l'une des classes A, B ou C d'où la notion de masque de sous réseaux. Pour diviser un réseau en sous-réseaux, on fait varier la partie formée de 1 dans le masque en partant de la gauche vers la droite et en veillant à ce qu'il y ait deux suites distinctes : celle de gauche formée uniquement de 1 et celle de droite formée uniquement de 0.

Par exemple, prenons le réseau de classe C 210.18.4.0 qui a un masque naturel 255.255.255.0 et créons des sous- réseaux en changeant la valeur du masque en 255.255.255.224.



Dans cet exemple, on a étendu la partie formée de 1 du masque naturel de trois bits. Il devient ainsi possible de créer avec ces trois bits huit sous-réseaux et avec les cinq bits restants 32 adresses d'hôtes (dont trente seulement peuvent être affectées aux périphériques). Les huit sous-réseaux sont :

Sous-réseau	masque	Plage adresses périphériques	Adresse réseau	Adresse broadcast
210.18.4.0	255.255.255.224	210.18.4.1 - 210.18.4.30	210.18.4.0	210.18.4.31
210.18.4.32	255.255.255.224	210.18.4.33 - 210.18.4.62	210.18.4.32	210.18.4.63
210.18.4.64	255.255.255.224	210.18.4.65 - 210.18.4.94	210.18.4.64	210.18.4.95
210.18.4.96	255.255.255.224	210.18.4.97 - 210.18.4.126	210.18.4.96	210.18.4.127
210.18.4.128	255.255.255.224	210.18.4.129 - 210.18.4.158	210.18.4.128	210.18.4.159
210.18.4.160	255.255.255.224	210.18.4.161 - 210.18.4.190	210.18.4.160	210.18.4.191
210.18.4.192	255.255.255.224	210.18.4.193 - 210.18.4.222	210.18.4.192	210.18.4.223
210.18.4.224	255.255.255.224	210.18.4.225 - 210.18.4.254	210.18.4.224	210.18.4.255

Remarque : Les adresses avec masque peuvent être écrites de deux manières différentes. Soit l'adresse 210.18.4.0 avec le masque 255.255.255.224. la deuxième écriture, appelée écriture CIDR, est comme suit : 210.18.4.0/27. Le nombre 27 indique le nombre de 1 dans le masque. Le nombre d'adresses des périphérique est donné par :

$$2^n - 2 \quad (n \text{ est le nombre de } 0 \text{ dans le masque})$$

VLSM (Variable Length Subnet Masking)

Le CIDR permet la création de sous-réseaux mais avec un masque fixe ; ce qui peut convenir pour des réseaux relativement petits. Mais dès lors qu'il s'agit de grands réseaux, il est plus judicieux d'utiliser une technique qui permet d'avoir des masques de sous-réseaux de longueur variable. C'est le **VLSM (Variable Length Subnet Masking)**.

Lorsqu'une adresse réseau est divisée en sous-réseaux, la division de l'un quelconque en sous-réseaux entraîne la création de sous-sous-réseaux. Le VLSM permet l'utilisation de masques différents pour chaque sous-réseau.

Exemple : soit le réseau **192.168.30.0/24**. La plage d'adresses est : 192.168.30.0 – 192.168.30.255

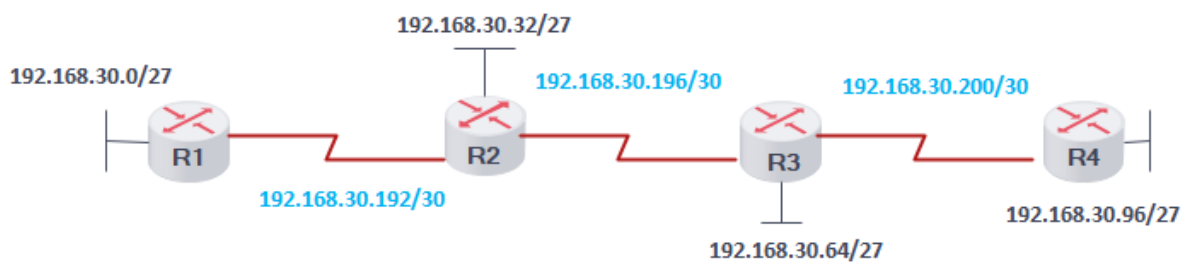
En utilisant la méthode du CIDR, on peut diviser ce réseau en sous-réseaux. Prenons comme exemple le masque 255.255.255.224 ou /27 ce qui correspond à un subnetting de 3bits. On obtient les sous réseaux suivants :

Adresse réseau : 192.168.30.0/24	
Sous-réseau	Adresse de sous-réseau
1	192.168.30.0/27
2	192.168.30.0/27
3	192.168.30.0/27
4	192.168.30.0/27
5	192.168.30.0/27
6	192.168.30.0/27
7	192.168.30.0/27
8	192.168.30.0/27

Le VLSM va permettre de découper un sous réseau en sous réseaux. Prenons comme exemple le sous réseau n° 7 : 192.168.30.192 et utilisons un subnetting de trois bits. On obtient l'adresse de sous sous-réseau 192.168.30.192/30 et les sous sous-réseaux suivants :

Adresse réseau : 192.168.30.0/24	
S/Sous-réseau	Adresse de S/sous-réseau
1	192.168.30.192/30
2	192.168.30.196/30
3	192.168.30.200/30
4	192.168.30.204/30
5	192.168.30.208/30
6	192.168.30.212/30
7	192.168.30.216/30
8	192.168.30.220/30

On voit bien que l'adresse 192.168.30.192/27, utilisé sur un seul segment de $32 - 2 = 30$ périphériques a été utilisée dans huit segments de deux périphériques chacun. La topologie suivante l'intérêt de ce découpage.



Découpage avec la méthode du nombre magique

1. Calcul du nombre magique : Le nombre magique n est donné par $n = 256 - \text{octet significatif}$ (l'octet significatif est celui où la séparation entre les 1 et les 0 a lieu).

Exemple : Soit l'adresse réseau 192.168.0.8/10. Le masque est donc 255.192.0.0. L'octet significatif est 192. On calcule $n = 256 - 192 = 64$

2. Calcul de la première adresse et de la dernière adresse de la plage d'adresse : La première adresse de la plage est égale au multiple du nombre n inférieur ou égal à l'octet correspondant dans l'adresse et la dernière adresse de la plage est donné par le multiple suivant moins 1.

Dans le masque de l'exemple précédent l'octet significatif est le deuxième 255.192.0.0, l'octet correspondant dans l'adresse est 168 (L'adresse étant 192.168.0.8).

La première adresse est **192.128.0.0**. La dernière adresse est **192.191.255.255**.

Exercices de compréhension

1. A quoi servent les adresses IP entre 127.0.0.0 et 127.255.255.255 ?
2. quel est le masque de sous-réseau par défaut de chacune des classes A, B et C ?
3. Dans la classe C, combien peut-on avoir de réseaux et d'adresses IP par réseau ? Pour vérifier votre réponse, prenez l'adresse IP de la classe C 194.220.34.1. Ecrivez son masque de sous-réseau et indiquez quelles parties correspondent à l'identité réseau et quelles parties correspondent à l'identité client. Calculez le nombre de réseaux et celui des hôtes.
4. Dans un réseau informatique, il y a plusieurs modes d'envoi des données : L'unicast, Le multicast et Le broadcast .Donnez la définition de chacun de ces modes.
5. Soit l'adresse IP 192.168.0.4 associée au masque 255.255.0.0.Donnez la partie réseau et la partie machine correspondantes. Même question pour l'adresse IP 192.168.0.4 associée au masque 255.255.240.0.
6. Soit le couple (adresse IP, masque) 192.168.0.14/255.255.255.240. Calculer la plage d'adresse correspondante. Quelle est l'adresse réseau et celle de broadcast ?
7. Donnez les plages d'adresses IP privées. A quel usage ces adresses sont-elles réservées ? Quelle est la différence entre ce type d'adresses et les adresses IP dites publiques ?
8. Soient les deux périphériques PC1 et PC2 dont les adresses sont respectivement 172.16.17.30/20 et 172.16.28.14/20.Déterminer si PC1 et PC2 appartiennent au même réseau ou s'ils appartiennent à des réseaux différents.