

**1. Les masques de sous-réseau**

Comme l'adresse IP, le masque est une suite de 4 octets, soit 32 bits. Chacun des bits d'un masque détermine si le bit correspondant dans l'adresse IP code pour l'adresse réseau ou l'adresse machine. Ainsi, l'association entre une adresse IP et un masque permet de séparer ces deux informations. La partie réseau s'obtient en réalisant un ET logique entre les deux séries d'octets :

$$\begin{array}{rcl}
 192.168.0.140 & = & 11000000.10101000.00000000.10001100 \\
 \text{ET } 255.255.255.128 & = & 11111111.11111111.11111111.10000000 \\
 \hline
 192.168.0.128 & = & 11000000.10101000.00000000.10000000
 \end{array}$$

La partie machine s'obtient en réalisant un ET logique entre l'adresse IP et le complément à 1 du masque :

$$\begin{array}{rcl}
 192.168.0.140 & = & 11000000.10101000.00000000.10001100 \\
 \text{ET Complément}_a_1(255.255.255.128) & = & 00000000.00000000.00000000.01111111 \\
 \hline
 0.0.0.12 & = & 00000000.00000000.00000000.00001100
 \end{array}$$

Ainsi, les bits à 1 du masque déterminent la partie réseau de l'adresse et les bits à 0 ceux de la partie machine.

**Exercice 1**

Donner la partie réseau et la partie machine des couples adresse/masque suivants :

- 34.208.123.12 / 255.255.0.0
- 193.49.144.1 / 255.254.0.0
- 193.49.144.129 / 255.255.128.1

**Exercice 2**

Pour des raisons de commodité, le masque peut également s'écrire par un entier k, où k désigne le nombre de premiers bits de l'adresse IP codant pour le réseau. Convertir sous cette forme les masques de l'exercice précédent.

**Exercice 3**

Donner l'ensemble des adresses IP (on parle de plage d'adresses) disponibles sur le réseau correspondant à l'adresse 192.168.0.0 / 255.255.255.128

## **Exercice 4**

Déterminer si une machine 192.168.0.140/255.255.255.128 appartient au même réseau que les machines 192.168.0.20 et 192.168.0.185

### **1.1. Adresses spécifiques (réseau, broadcast)**

Il existe des adresses spécifiques au sein d'un réseau. La première adresse d'une plage ainsi que la dernière ont un rôle particulier. La première adresse d'une plage représente l'adresse du réseau. Celle-ci est très importante car c'est grâce à elle qu'on peut identifier les réseaux et router les informations d'un réseau à un autre. La dernière adresse d'une plage représente ce que l'on appelle l'adresse de broadcast. Cette adresse est celle qui permet de faire de la diffusion à toutes les machines du réseau. Ainsi, quand on veut envoyer une information à toutes les machines, on utilise cette adresse.

## **Exercice 5**

Donner l'adresse réseau, l'adresse de broadcast et le nombre de machines pouvant se connecter au même réseau que la machine 193.49.144.1 / 15.

### **1.2. Choisir un masque selon un nombre de machines**

La plupart du temps, le choix de l'adressage se fait en fonction des besoins exprimés, et des limites de ce que l'on a le droit de faire. Une certaine plage vous est allouée par votre fournisseur d'accès. Il est alors possible de découper cette plage en différents réseaux. Ce découpage se fait en fonction du masque que l'on choisit.

Le masque détermine le nombre de machines qu'il pourra y avoir sur un réseau. C'est donc souvent selon les nombres de machines que l'on veut connecter à chaque réseau que l'on choisit son masque. Etant donné que l'on travaille en binaire, le nombre de machines possible au sein d'un réseau sera une puissance de 2. Pour un nombre de machines donné, il faudra donc choisir la puissance de 2 immédiatement supérieure pour pouvoir adresser les machines. Ainsi, disons que l'on possède le réseau 193.225.34.0/255.255.255.0 et que l'on veut faire un sous-réseau de 60 machines au sein de celui-ci. On veut 60 machines, il faut ajouter deux adresses pour le réseau et le broadcast, ce qui fait 62 adresses au total. La puissance de 2 supérieure à 62 est 64, soit  $2^6$ . Donc dans notre masque, 6 bits seront à 0 pour identifier la partie machine, et les 26 bits restants seront à 1. Ce qui donne: 11111111.11111111.11111111.11000000 soit 255.255.255.192 en décimal. 4 plages de sous-réseau sont alors disponibles :

- De 193.225.34.0 à 193.225.34.63
- De 193.225.34.64 à 193.225.34.127
- De 193.225.34.128 à 193.225.34.191
- De 193.225.34.192 à 193.225.34.255

## Exercice 6

Considérons que l'on possède le réseau 193.225.34.64 / 255.255.255.192 et que l'on souhaite créer un sous-réseau de 15 machines. Déterminer le masque à définir et quelles seront les plages d'adresses disponibles pour nos 15 machines.

## Exercice 7

Considérons que l'on possède le réseau 193.225.34.0/255.255.255.0 et que l'on souhaite créer trois sous-réseaux : un de 63 machines, un de 44 et un de 20. Déterminer les masques à définir et quelles seront les plages d'adresses disponibles pour nos différentes machines.

### 1.3. Choisir un masque pour couvrir une plage d'adresses donnée

Déterminer un masque pour une plage d'adresses donnée n'est pas toujours chose aisée : il n'est pas forcément évident qu'il soit possible de couvrir un ensemble des adresses en ne définissant qu'un seul réseau. Par exemple, si l'on dispose des adresses de 10.255.255.250 à 10.255.255.255, il n'est pas possible de déterminer un masque définissant un réseau englobant l'ensemble des adresses sans en inclure d'autres : un masque de 255.255.255.248 associé à l'ensemble de ces adresses inclut les adresses 10.255.255.248 et 10.255.255.249 dans le réseau, alors que des masques supérieurs divisent la plage en plusieurs réseaux. L'objectif est alors de découper la plage en un minimum de sous-réseaux. Pour notre exemple cela donne :

Adresses	Masques
00001010.11111111.11111111.1111010 00001010.11111111.11111111.1111011	11111111.11111111.11111111.11111110
00001010.11111111.11111111.1111100 00001010.11111111.11111111.1111101 00001010.11111111.11111111.1111110 00001010.11111111.11111111.1111111	11111111.11111111.11111111.11111100

Une méthode simple pour découper au mieux (en un minimum de sous-réseaux) une plage d'adresses donnée est la suivante :

1. Soit x la première adresse non encore associée à un masque
2. Soit y le masque 255.255.255.255
3. Tant que y ne permet pas l'inclusion d'adresses hors de la plage, passer son dernier bit dont la valeur est 1 à 0
4. Passer le premier bit du masque y dont la valeur est 0 à 1
5. Associer le masque y à toutes les adresses pouvant être sur le même réseau que x selon y. Si il reste des adresses sans masque reprendre en 1.

## Exercice 8

Déterminer les masques de sous-réseau pour les plages d'adresses suivantes :

- De 10.0.0.0 à 10.255.255.255
- De 68.0.0.0 à 79.255.255.255
- De 69.0.0.0 à 82.255.255.255

### 1.4. Classes d'adresses

Comme nous l'avons vu, le masque de sous-réseau permet de segmenter l'ensemble des adresses de l'Internet en différents réseaux. Mais cette segmentation ne s'est pas faite n'importe comment : on a découpé la plage d'adresses disponible en cinq parties distinctes. Les classes A, B, C, D et E, que l'on appelle aussi adresses globales.

Classe A: Premier bit de l'adresse à 0, et masque de sous-réseau en 255.0.0.0. Ce qui donne la plage d'adresses 0.0.0.0 à 126.255.255.255 soit 16 777 214 adresses par réseau de classe A

Classe B: Deux premiers bits de l'adresse à 10 (1 et 0), et masque de sous-réseau en 255.255.0.0. Ce qui donne la plage d'adresses 128.0.0.0 à 191.255.255.255 soit 65 534 adresses par réseau de classe B

Classe C: Trois premiers bits de l'adresse à 110, et masque de sous-réseau en 255.255.255.0. Ce qui donne la plage d'adresses 192.0.0.0 à 223.255.255.255 soit 255 adresses par réseau de classe C

Classe D: Quatre premiers bits de l'adresse à 1110, et masque de sous-réseau en 255.255.255.240. Ce qui donne la plage d'adresses 224.0.0.0 à 239.255.255.255 soit 15 adresses par réseau de classe D

Classe E: Quatre premiers bits de l'adresse à 1111, et masque de sous-réseau en 255.255.255.240. Ce qui donne la plage d'adresses 240.0.0.0 à 255.255.255.255

Les classes A, B et C, sont réservées pour les utilisateurs d'Internet (entreprises, administrations, fournisseurs d'accès, etc) La classe D est réservée pour les flux multicast et la classe E est réservée à la recherche.

En respectant strictement ces classes, une entreprise demandant 80 000 adresses se verrait attribuer un réseau de classe A, et gâcherait par la même occasion  $(16\,777\,214 - 80\,000 =)$  16 697 214 adresses !!! Il n'y a pas aujourd'hui de pénurie d'adresses IP (les adresses que nous manipulons étant des adresses IPv4) mais étant donné le développement rapide d'Internet, on risque vite arriver à une situation critique (c'est d'ailleurs pour cela qu'une nouvelle version d'IP, Ipv6, a été créée et sera bientôt déployée). Etant donné que l'adressage par classes s'est avéré incompatible avec l'évolution d'Internet, il a fallu imaginer un nouveau modèle qui simplifie à la fois le routage et permette un adressage plus fin. Pour cela, on a créé l'adressage CIDR (Classless Inter-Domain Routing). Cet adressage ne tient pas compte des classes globales et autorise l'utilisation de sous-réseaux au sein de toutes les classes d'adresses. Ainsi, une entreprise désirant 80 000 adresses ne se verra plus attribuer une classe A complète, mais un sous-réseau de cette classe A. Par exemple, on lui fournira non plus 16 millions d'adresses, mais 130 000 (la puissance de deux supérieure à 80 000) Ainsi les 16 millions d'adresses restantes pourront être utilisées pour d'autres entités. L'adressage CIDR ne tient donc plus du tout compte des masques associés aux classes d'adresses globales. On s'affranchit ainsi du découpage

arbitraire et peu flexible en classes.

### ***Exercice 9***

Donner un exemple d'adresse pour un réseau contenant 500 machines

### ***Exercice 10***

Donner la classe de l'adresse et du masque suivants : 164.23.0.0/255.255.255.0.