

# Sous-réseaux IP

L'objectif de ce cours est d'approfondir notre connaissance de l'adressage IP, à travers l'étude des sous-réseaux.

## Les sous-réseaux IP

### Intérêt des sous-réseaux

Nous avons vu que l'ensemble des hôtes appartenant à un même réseau IP peuvent communiquer directement. Cela peut poser plusieurs problèmes :

- Un nombre d'hôtes élevé sur un même réseau IP génère un **trafic** important (diffusion, requêtes ARP...) pouvant aller jusqu'à saturer le réseau.
- Des contraintes physiques (machines trop éloignées) peuvent empêcher la connexion de toutes les machines.
- On ne peut pas mélanger différentes technologies de connexion (Ethernet, Token Ring...).
- Toute station reçoit l'intégralité du trafic IP du réseau, ce qui peut poser un problème de **sécurité**.

Pour toutes ces raisons, il est parfois souhaitable de créer plusieurs réseaux IP interconnectés par des routeurs plutôt qu'un seul réseau. Il faudrait alors disposer de plusieurs adresses de réseau. Problème : les adresses IPv4 libres se font rares, et une organisation ne dispose souvent que d'une seule adresse de réseau. La solution est de subdiviser ce réseau en plusieurs **sous-réseaux IP** (*subnets*).

### Création de sous-réseaux

La création de sous-réseaux se fait en augmentant la taille (le nombre de bits) de la partie réseau de l'adresse, ce qui fait **diminuer** la taille de la partie hôte. Vue de l'extérieur, l'adresse de réseau reste identique.

Exemple : imaginons qu'une entreprise ait obtenu l'adresse IP 150.23.X.X/16 (classe B). Elle peut théoriquement adresser 65 534 machines dans cette plage. L'entreprise décide d'utiliser en interne le masque /24 (255.255.255.0).

Cela lui permet d'utiliser **256** sous-réseaux IP, de 150.23.**0**.X/24 à 150.23.**255**.X/24.

Chaque sous-réseau peut héberger **254** hôtes (  $2^8 - 2$  ).

Le nombre total d'hôtes adressables est de **65 024** (  $256 \times 254$  )

Remarque : on peut donc adresser **moins** de stations dans un ensemble de sous-réseaux que dans le réseau de départ.

## Dimensionnement des sous-réseaux

Le choix de la taille des sous-réseaux obéit à deux contraintes :

- Le nombre de sous-réseaux possibles doit être suffisamment élevé pour répondre aux besoins de l'organisation.
- Le nombre d'hôtes adressables dans chaque sous-réseau doit lui aussi être suffisamment élevé pour répondre aux besoins.

Toute augmentation de la taille du masque de sous-réseau fait **diminuer** le nombre d'hôtes adressables dans les sous-réseaux. La dimensionnement des sous-réseaux est donc une affaire de **compromis**.

Exemple : une société dispose de l'espace d'adressage 195.221.212.X/24.

Si elle conserve ce masque, elle disposera de **1** réseau pouvant héberger **2 5 4** hôtes

Si elle choisit le masque /25, elle disposera de **2** sous-réseaux pouvant héberger **1 2 6** hôtes :

Si elle choisit le masque /26, elle disposera de **4** sous-réseaux pouvant héberger **6 2** hôtes.

Si elle choisit le masque /27, elle disposera de **8** sous-réseaux pouvant héberger **3 0** hôtes.

Remarques importantes :

- Avant la parution de la RFC 1878 en 1995, il était interdit d'avoir des adresses de sous-réseau avec tous les bits de la partie *subnet* à 0 ou à 1. Exemple : avec 3 bits pour le *subnet*, on ne pouvait créer que  $2^3 - 2 = 6$  sous-réseaux et non pas 8.
- Rien n'oblige à choisir des bits contigus pour le masque de sous-réseau. En pratique, cela rend les calculs beaucoup plus difficiles pour un humain.

## Calcul des adresses de sous-réseaux

Une fois le masque de sous-réseau choisi en fonction des besoins, il reste à calculer les adresses de réseau de chacun des sous-réseaux obtenus (les identifiants des sous-réseaux). Ce calcul peut être fait manuellement, en recençant toutes les combinaisons binaires possibles des bits de la partie *subnet* (ceux ajoutés au masque par défaut).

Exemple : On vous a attribué le réseau 168.20.0.0/16 et vous devez créer au minimum 5 sous-réseaux. Le masque de sous-réseau choisi sera **/19**, soit **255.255.224.0**.

Les 5 premières combinaisons binaires possibles pour les 3 bits ajoutés au masque standard sont : **000, 001, 010, 011, 100**. On peut ensuite compléter le tableau ci-dessous (la colonne de gauche utilise une notation "décimalo-binaire" non standard).

Identifiant binaire du sous-réseau	Identifiant décimal du sous-réseau
(168.20). <b>00000000</b> .(0)	168.20. <b>0</b> .0
(168.20). <b>00100000</b> .(0)	168.20. <b>32</b> .0
(168.20). <b>01000000</b> .(0)	168.20. <b>64</b> .0
(168.20). <b>01100000</b> .(0)	168.20. <b>96</b> .0
(168.20). <b>10000000</b> .(0)	168.20. <b>128</b> .0

On peut également utiliser un "raccourci".

1. Dans l'octet utilisé pour le *subnetting*, on place tous les bits à 0 sauf le bit de poids le plus faible (celui le plus à droite) des bits ajoutés au masque par défaut.
2. On convertit cette valeur en décimal. Elle représente l'écart entre chaque identifiant de sous-réseau (valeur "delta").
3. On ajoute cette valeur delta à l'identifiant du réseau de départ pour obtenir l'identifiant du 1er sous-réseau.
4. On répète l'étape précédente pour chaque identifiant de sous-réseau pour obtenir l'identifiant du sous-réseau suivant.

Exemple : pour le réseau précédent, le valeur delta s'écrit en binaire **00100000** soit en décimal **32**. On ajoute cette valeur au 3ème octet de l'adresse de réseau initiale, puis à chaque identifiant de sous-réseau.

168.20.0.0 + **32** = 168.20.**32**.0

168.20.32.0 + **32** = 168.20.**64**.0

168.20.64.0 + **32** = 168.20.**96**.0

168.20.96.0 + **32** = 168.20.**128**.0

On retrouve évidemment les mêmes résultats qu'avec la méthode manuelle.

## Création d'un sur-réseau

Imaginons une entreprise voulant créer un réseau IP privé pour environ 300 machines. Une adresse de classe B est envisageable mais surdimensionnée. Une autre solution consiste à créer un seul réseau logique avec plusieurs classes C contiguës. Dans ce cas, le masque de "sous-réseau" sera un masque de "sur-réseau" et définira un réseau avec **plus** d'hôtes qu'une classe C ne le permet. C'est ce qu'on appelle le *supernetting*.

Exemple : l'entreprise pourrait prendre les deux classes C 192.168.0.0 et 192.168.1.0. En utilisant un masque de type /23 (255.255.254.0), elle peut réunir les deux classes C au sein d'un même réseau logique. Remarque : Certaines piles IP n'accepteront pas les adresses 192.168.0.255 et 192.168.1.0 comme adresses d'hôtes valides (elles devraient être réservées dans un réseau "normal", mais dans le cas d'un "sur-réseau" constitué comme celui de l'exemple, il est logiquement possible de les utiliser).

Cette technique permet également de représenter plusieurs réseaux en une seule entrée de table de routage (avec un masque comportant **moins** de bits), ce qui diminue la taille de ces tables.

## Au-delà des classes d'adresse

L'énorme succès de l'Internet a conduit depuis plusieurs années à une pénurie d'adresses IPv4 disponibles. De plus, le découpage en classes entraîne un gaspillage d'adresses. Pour un réseau de 130 machines, l'utilisation d'une classe C provoque la perte de  $254 - 130 = 124$  adresses. Plusieurs solutions existent pour résoudre ce problème :

- Le passage à **IPv6**.
- La **translation d'adresse** (NAT/PAT).
- Le routage inter-domaine sans classe et les masques de sous-réseau à longueur variable.

## Routage inter-domaine sans classe

La technique **CIDR** (*Classless Internet Domain Routing*) permet d'appliquer n'importe quel masque à n'importe quelle adresse. Elle permet de distribuer les plages d'adresses IPv4 encore disponibles de manière beaucoup plus fine, en fonction des besoins réels.

Exemple : un FAI se voit attribuer le réseau 94.20.0.0/16. Il peut attribuer des sous-réseaux à ses clients (94.20.1.0/24, 94.20.2.0/24...). Dans ses tables de routage, l'adresse de réseau 94.20.0.0/16 représentera tous les réseaux du FAI.

Avec la routage inter-domaine sans classe, les adresses de classes A, B et C ne sont plus que des cas particuliers où tous les bits d'un ou plusieurs octets de l'adresse sont à 1.

## Masque de sous-réseau à longueur variable

Pour améliorer encore la distribution des adresses, on peut utiliser la technique **VLSM** (*Variable Length Subnet Mask*). Elle consiste à découper un espace d'adressage en plusieurs sous-réseaux en utilisant non pas un masque de sous-réseau unique, mais des masques différents adaptés aux besoins de chaque sous-réseau.

Exemple : dans l'exemple précédent, un client du FAI peut se voir attribuer la plage 94.20.1.0/25. Un autre client avec des besoins moins important recevra par exemple la plage 94.20.1.128/28.