

Travaux Dirigés n° 3  
Subnetting et Routage

**Exercice 1 (Subnetting)**

Le LocalIR dont dépend votre entreprise vient de vous attribuer l'adresse IP 214.123.155.0. Vous devez créer 10 sous-réseaux distincts pour les 10 succursales de l'entreprise, à partir de cette adresse IP.

1°) Quel est la classe de ce réseau ?

**Solution :**

$214 = 128 + 64 + 16 + 4 + 2 = 11$  [010110] : classe C

Rappel :

Classe	masque	début	fin	nb reseaux	nb hotes	réservé
A	255.0.0.0	1.0.0.0	126.0.0.0		16646144	10.0.0.1 à 10.255.255.254
B	255.255.0.0	128.0.0.0	191.255.0.0		65024	172.16.0.1 à 172.31.255.254
C	255.255.255.0	192.0.0.0	233.255.255.0		254	192.168.0.1 à 192.168.255.254

RFC1878

2°) Quel masque de sous-réseau devez vous utiliser ?

**Solution :**

Pour avoir 10 sous-réseaux différents, il faut que le réseau utilise 4 bits supplémentaires pour coder les sous-réseaux.

- 1 bit : 2 sous-réseaux
- 2 bit : 4 sous-réseaux
- 3 bit : 8 sous-réseaux
- 4 bit : 16 sous-réseaux

Le masque original contenait 24 bits (255.255.255.0). Il doit maintenant en contenir 28 pour chaque succursale d'où le masque : 255.255.255.240 ( $240 = 128 + 64 + 32 + 16 = 11110000$ )

3°) Combien d'adresses IP (machines ou routeurs) pourra recevoir chaque sous-réseau ?

**Solution :**

Chaque sous-réseau pourra contenir au maximum 14 ( $2^4 - 2$ ) machines

4°) Quelle est l'adresse réseau et de broadcast du 5ième sous-réseau utilisable ?

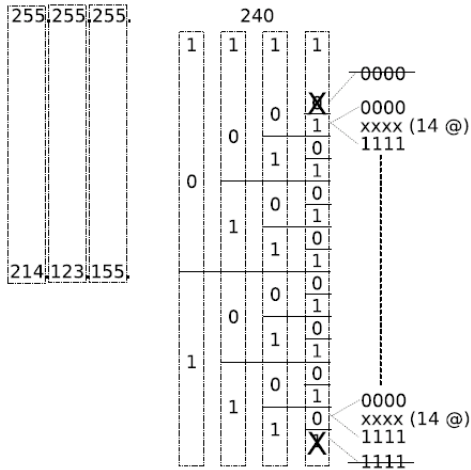
**Solution :**

Pour des raisons de compatibilité, on évite en général d'utiliser le sous-réseau qui a la même adresse de réseau que le réseau global et celui qui a la même adresse de broadcast. En effet, l'adresse de réseau était utilisée avant pour le broadcast. Si un des sous-réseaux a la même adresse de broadcast que le réseau global, il ne sera pas possible de différencier, un broadcast vers toutes les machines du réseau d'un broadcast vers ce sous-réseau particulier. Le 5ième sous-réseau qu'il est conseillé d'utiliser en pratique est donc en fait le 6ième. Son adresse est donc 214.123.155.80 car  $80 = 64 + 16 = 0101\ 0000$  et  $0101 = 5$ . Son adresse de broadcast est égale à 214.123.155.95 car  $95 = 64 + 16 + 8 + 4 + 2 + 1 = 0101\ 1111$ .

5°) Combien d'adresses IP distinctes est-il possible d'utiliser avec un tel masque, tout sous-réseaux possibles confondus ?

**Solution :**

Si l'on utilise pas le premier et le dernier sous-réseau,  $14 * (16-2) = 196$  adresses sont disponibles. Sinon, on en a  $16*(16-2) = 224$  les adresses manquantes sont les adresses de réseaux et de broadcast des différents sous-réseaux.

**Exercice 2 (Plus de subnetting)**

Avec l'adresse IP utilisée dans l'exercice précédent, vous désirez prendre en compte des exigences supplémentaires. En effet, sur les 10 succursales, 4 nécessitent entre 25 et 30 adresses IP tandis que les 6 autres peuvent se contenter d'une dizaine d'adresses.

1°) Quelles modifications pouvez vous apporter au masque de sous-réseau précédemment choisi pour satisfaire ces nouvelles exigences ?

2°) Détaillez les 10 adresses de sous-réseaux finalement choisies avec leurs masques respectifs.

3°) Quel est le nombre total d'adresses pouvant être utilisées dans cette configuration ? Comparez avec la solution précédente.

**Solution :**

Pour coder entre 25 et 30 adresses de machines on a besoin de 5 bits. Il reste donc 3 bits (sur le dernier octet) pour coder l'adresse des réseaux le masque est donc 255.255.255.224 car  $224 = 128 + 64 + 32 = 11100000$ .

Pour coder dix adresses de machines on a besoin de 4 bits. Il reste donc 4 bits pour l'adresse du réseau ce qui donne le masque 255.255.255.240 car  $240 = 128 + 64 + 32 + 16 = 11110000$ .

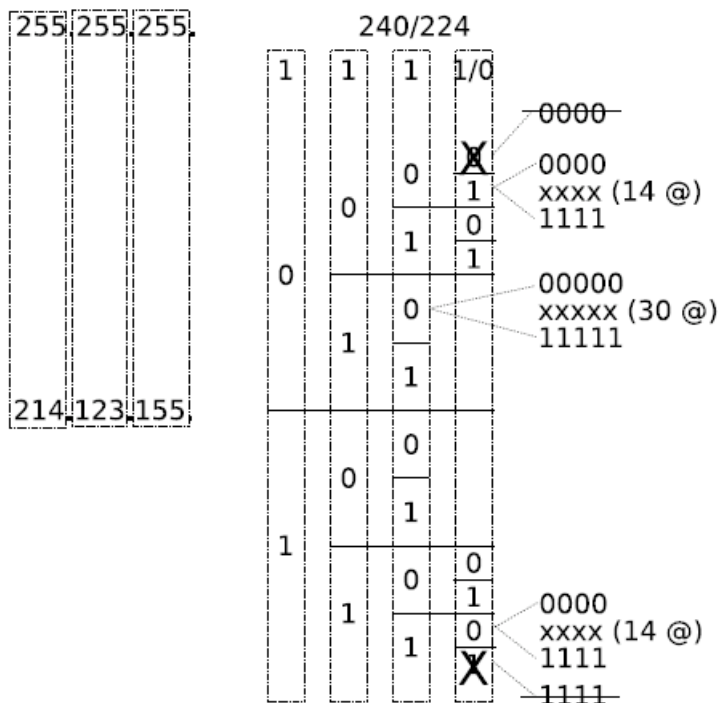
On choisit donc par exemple les réseaux suivants avec le masque 255.255.255.224 :

- 214.123.155.16 (0001 - xxxx) => 14 @ machines
- 214.123.155.32 (0010 - xxxx) => 14 @ machines
- 214.123.155.48 (0011 - xxxx) => 14 @ machines
- 214.123.155.192 (1100 - xxxx) => 14 @ machines
- 214.123.155.208 (1101 - xxxx) => 14 @ machines
- 214.123.155.224 (1110 - xxxx) => 14 @ machines

Les sous réseaux 214.123.155.0 (0000) et 214.123.155.240 (1111) sont rejetés pour les mêmes raisons que dans l'exercice précédent. avec le masque 255.255.255.240 :

- 214.123.155.64 (010x - xxxx) => 30 @ machines
- 214.123.155.96 (011x - xxxx) => 30 @ machines
- 214.123.155.128 (100x - xxxx) => 30 @ machines
- 214.123.155.160 (101x - xxxx) => 30 @ machines

Le nombre total d'adresses machines disponibles est :  $(32 - 2) * 4 + (16 - 2) * 6 = 204$  On a plus d'adresses utilisables qu'en 4 car on perd moins d'adresses de broadcast.

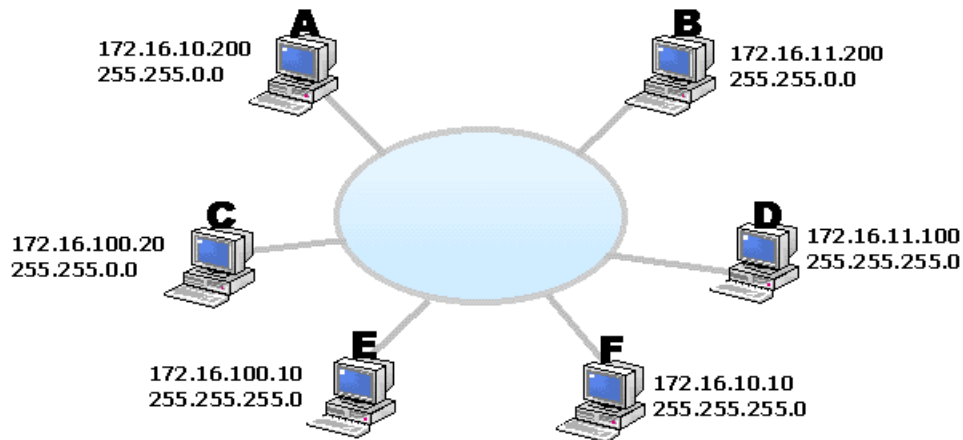
**Exercice 3 (Calculs de masque)**

Calculez le masque approprié et complétez l'adresse en notation préfixée afin d'obtenir la quantité d'hôtes ou de sous-réseaux requis. Les calculs doivent être effectués pour du matériel non-conforme RFC 1878 (c'est à dire, on n'utilise pas le premier et le dernier sous-réseau). Vous indiquerez cependant si la RFC 1878 offre des possibilités différentes.

	Paramètres requis	préfixe	préfixe RFC1878
a	Au moins 120 sous-réseaux :	172.16.0.0 / .....	172.16.0.0 / .....
b	2 adresses par sous-réseau (liaisons pt à pt) :	192.168.1.0 / .....	192.168.1.0 / .....
c	Au moins 31 sous-réseaux (maximiser hôtes) :	185.221.0.0 / .....	185.221.0.0 / .....
d	Au moins 15 sous-réseaux (maximiser hôtes) :	131.107.0.0 / .....	131.107.0.0 / .....
e	A peu près 500 sous-réseaux :	140.10.0.0 / .....	140.10.0.0 / .....
f	<b>Exactement</b> 8 sous-réseaux :	192.168.10.0 / .....	192.168.10.0 / .....
g	7 sous-réseaux d'au moins 17 hôtes :	214.12.33.0 / .....	214.12.33.0 / .....
h	Environ 2020 sous-réseaux :	10.0.0.0 / .....	10.0.0.0 / .....
i	<b>Exactement</b> 127 sous-réseaux :	188.23.0.0 / .....	188.23.0.0 / .....

**Exercice 4 (Masques incorrects)**

Les machines A, B, C, D, E et F sont situées sur le même segment. Il n'y a pas de routeur.



- 1°) Pour chaque hôte, indiquez à quels autres hôtes il peut envoyer des informations et avec lesquels il peut échanger des données.
- 2°) Est-il possible de faire communiquer TOUS les hôtes de ce segment en gardant les mêmes masques ?
- 3°) Est-il possible de faire communiquer TOUS les hôtes de ce segment en gardant les mêmes adresses ?
- 4°) On souhaite que tous les hôtes (A, C, E et F) puissent se parler, mais que B ne parle qu'avec D et réciproquement car ces 2 machines contiennent des informations sensibles. Sans toucher aux adresses du schéma, on modifie les masques ainsi : 255.255.255.0 (B et D) et 255.255.0.0 (A, C, E, F). Le but est-il atteint ?

---

**Solution :**

Rappels sur le Routage : émission depuis la source.

Détermination par la source de la localisation de la destination (même sous-réseau ou non)

**destination est dans le même sous-réseau** : émission directe **sinon** encapsulation de la trame avec l'adresse de la passerelle par défaut, puis émission à celle-ci

---

**Exercice 5 (CIDR et VLSM)**

- 1°) Détailler le principe du CIDR et du VLSM.

---

**Solution :****routage Classless**

Dans les années 90, Internet était en plein développement et la demande d'adresse IP croissait exponentiellement. Les protocoles utilisés alors étaient dits "à classfull" (comme RIP v1 et IGRP), c'est-à-dire qu'ils utilisaient les masques par défaut des classes d'adresse utilisées (ex : 255.0.0.0 pour la classe A, 255.255.0.0 pour la classe B et 255.255.255.0 pour la classe C).

Le gaspillage d'adresse IP était alors conséquent et une pénurie d'adresses de classe B s'annonçait. En effet, en classfull, le nombre de réseaux et le nombre d'hôtes sont fixes, le masque de sous réseau étant lui-même fixe.

Pour résoudre ce problème, on est venu à l'utilisation de protocoles dits "à classless" comme RIP v2 et EIGRP. Ces protocoles, contrairement aux protocoles de routages classfull, intègrent le masque de sous réseau dans leurs mises à jour de routage ce qui permet de modifier les masques de sous réseau en fonction des besoins du réseau que l'on adresse, on peut alors au choix faire soit du subnetting, soit du supernetting.

Le VLSM et le CIDR sont deux techniques utilisant les potentialités du routage classless. La technique du VLSM est une évolution de CIDR utilisée en entreprise pour l'adressage d'un réseau ayant une topologie hiérarchique.

**Le CIDR**

L'utilisation de protocoles classfull et la fulgurante expansion de l'Internet ont entraîné une augmentation similaire de la taille des tables de routage sur les routeurs des FAI.

Dans le but de simplifier les tables de routage, le principe du CIDR (Classless Inter-Domain Routing, ou Routage Inter-domaines sans classes) a été mis en place.

*Le principe* : agréger plusieurs routes en une seule, c'est-à-dire désigner par une seule adresse réseau un ensemble de réseaux.

*La méthode* : faire une comparaison des adresses réseau en binaire, déterminer les bits en commun à l'ensemble de ces adresses et réduire le masque à la partie commune de ces adresses.

Voici un exemple montrant l'agrégation de 4 adresses réseau en une seule :

Nous souhaitons agréger les 4 réseaux suivants en un seul et même de manière à simplifier le routage :

192.168.0.0	255.255.255.0	(/24)
192.168.1.0	255.255.255.0	(/24)
192.168.2.0	255.255.255.0	(/24)
192.168.3.0	255.255.255.0	(/24)

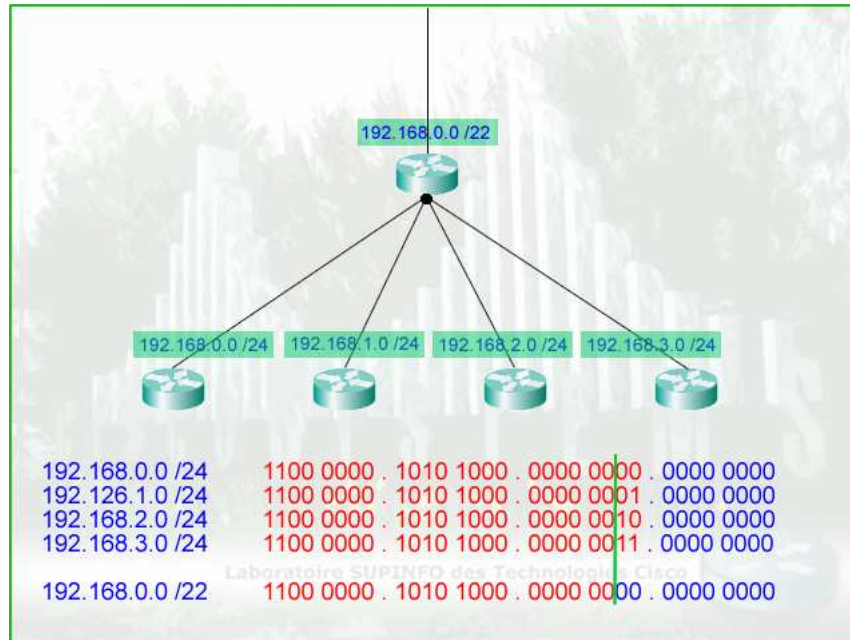
Converti en binaire, ces 4 adresses ont cette forme :

1100 0000.1010 1000.0000	0000.0000 0000
1100 0000.1010 1000.0000	0001.0000 0000
1100 0000.1010 1000.0000	0010.0000 0000
1100 0000.1010 1000.0000	0011.0000 0000

Nous pouvons alors observer que la partie 1100 0000 . 1010 1000 . 0000 00 est commune aux 4 adresses. Le masque de sous réseau couvrant actuellement les 24 premiers bits et les 22 premiers bits de ces 4 adresses étant communs (le premier bit étant celui dont le poids est le plus fort, donc de gauche à droite), nous réduisons le masque de sous réseau à 22 bits (/22), soit 255.255.252.0 avec l'adresse 192.168.0.0 une fois les bits d'hôtes mis à 0.

À présent, une règle de routage s'appliquant au réseau 192.168.0.0 /22 s'applique également aux 4 réseaux dont le masque est en /24.

---

**Solution :**

Il y a néanmoins quelques règles à respecter concernant la mise en place de la méthode du CIDR :

- Le protocole de routage utilisé doit transporter les masques de sous réseau dans ses mises à jour (tout les protocoles sauf RIP v1 et IGRP)
- Les hôtes et les routeurs supportent le routage classless
- Le plan d'adressage doit être de type hiérarchique de manière à pouvoir agréger les routes

Maintenant les équipements réseaux professionnels (CISCO, 3COM et autres) intègrent par défaut des protocoles classless tels que RIP v2 et EIGRP. Le point important est donc un adressage hiérarchique.

**Le VLSM**

Le VLSM (Variable Length Subnet Mask ou Masque de sous réseau à longueur variable) est une application du principe du CIDR à une organisation. Les conditions d'application du VLSM sont identiques à celles du CIDR. Pour appliquer VLSM à un réseau il faut procéder comme ceci :

1. Recenser le nombre total d'utilisateurs sur le réseau en prévoyant une marge pour l'évolution de celui-ci (la prévision de l'évolution d'un réseau distingue un bon plan d'adressage d'un très bon)
2. Choisir la classe d'adresse à utiliser en fonction du nombre d'utilisateurs du réseau
3. Découper la topologie en différentes couches (ex : pays, région, ville, quartier, bâtiment, étage).
4. Réserver un nombre de bits nécessaire à la description de ces couches dans le masque de sous réseau
5. Calculer le masque de sous réseau à chaque niveau de l'organisation.

Cette procédure est commune aux deux types d'application du VLSM : VLSM symétrique et VLSM asymétrique, le VLSM asymétrique étant la procédure couramment employée car elle est la plus économe en adresses IP et la plus intelligente (l'économie d'adresse IP étant une des raisons principales de l'utilisation des masques à tailles variables et donc des procédures CIDR/VLSM).

**Le VLSM symétrique**

Le VLSM asymétrique est un découpage de la topologie réseau attribuant la même taille à chaque couche. C'est la méthode la plus simple pour l'application du VLSM mais c'est aussi la moins économe en IP.

*Voici un exemple pour illustrer l'application du VLSM symétrique dans une entreprise :*

Nous disposons d'une entreprise située dans un bâtiment de 3 étages.

- Au 1er étage, il y a deux services nommés 1A et 1B respectivement de 10 et 20 IP
- Au 2nd étage, il y a un seul service nommé 2A de 50 IP
- Au 3eme étage, il y a trois services nommés 3A, 3B et 3C respectivement de 30, 20 et 30 IP

**Solution :**

Procédons comme ceci :

Le total des IP est de 160 utilisateurs, nous utiliserons donc une adresse de classe C (ex : 192.168.0.0) Le plus gros service est de 50 IP, il faut donc réserver 6 bits pour l'adressage des hôtes. Il y a au plus 3 services par étage, il faut donc réserver 2 bits pour la description des services. Enfin, il y a 3 étages, il faut donc également 2 bits pour la description de l'étage. Cela nous donne donc une ip de cette forme :

**192.168. 0000 0000 . 0000 0000**

**les bits réservés au réseau** *les bits réservés aux services* les bits réservés aux étages les bits réservés aux hôtes.

A partir de ce plan, on choisit alors les IP à utiliser de cette manière :

1er étage : 192.168. 0000 0000 . 0000 0000

– Section A : 192.168. 0000 0000 . 0000 0000

– Section B : 192.168. 0000 0000 . 0100 0000

2nd étage : 192.168. 0000 0001 . 0000 0000

– Section A : 192.168. 0000 0001 . 0000 0000

3eme étage : 192.168. 0000 0010 . 0000 0000

– Section A : 192.168. 0000 0010 . 0000 0000

– Section B : 192.168. 0000 0010 . 0100 0000

– Section C : 192.168. 0000 0010 . 1000 0000

Puis on traduit les adresses binaires en décimale et déterminons le masque de sous réseau à partir des bits communs à chaque couche. 1er étage : 192.168.0.0 /24

– Section A : 192.168.0.0 /26

– Section B : 192.168.0.64 /26

2nd étage : 192.168.1.0 /24

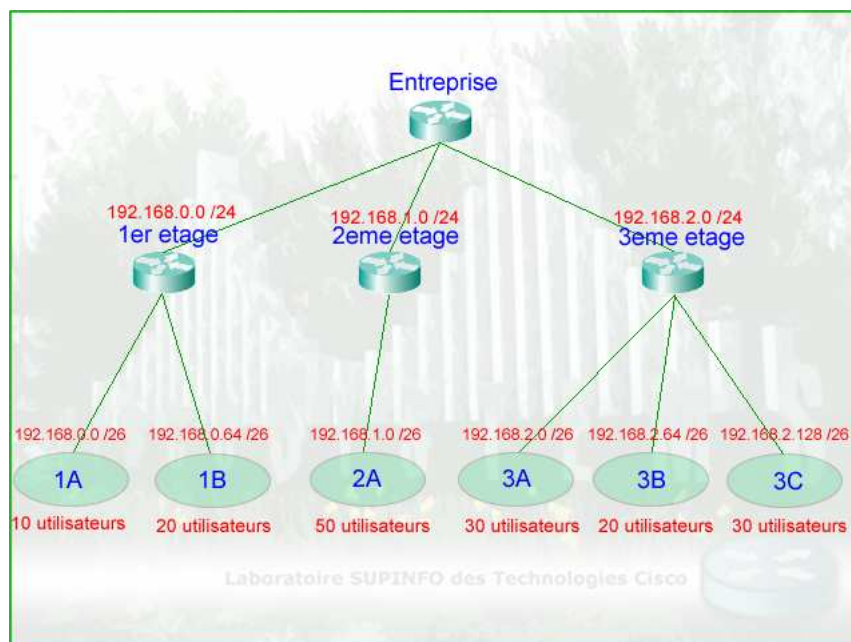
– Section A : 192.168.1.0 /26

3eme étage : 192.168.2.0 /24

– Section A : 192.168.2.0 /26

– Section B : 192.168.2.64 /26

– Section C : 192.168.2.128 /26



---

**Solution :****Le VLSM asymétrique**

Le VLSM asymétrique est supérieur au VLSM symétrique en un point : Il permet de réduire encore plus le gaspillage d'IPs en attribuant des masques de sous réseau différents dans une même couche. En conséquence, le déploiement de cette méthode est plus complexe, car elle demande une réflexion sur chaque élément de chaque couche.

Dans l'exemple précédent, que la section est de 50 IP ou 10, l'on réservait toujours 6 bits à la description des hôtes. Ce qui fait que pour la section 1A, 62 IP étaient inutilisées.

Refaisons à présent le même exercice en utilisant la technique du VLSM asymétrique :

Le total des IP est de 160 utilisateurs, nous utiliserons donc une adresse de classe C (ex : 192.168.0.0)

Le plus gros service est de 50 IP, il faut donc réserver 6 bits pour l'adressage des hôtes.

Il y a au plus 3 services par étage, il faut donc réserver 2 bits pour la description des services.

Enfin, il y a 3 services, il faut donc également 2 bits pour la description de l'étage.

Cela nous donne donc une ip de cette forme :

**192.168. 0000 0000 . 0000 0000**

**les bits réservés au réseau** *les bits réservés aux services* les bits réservés aux étages les bits réservés aux hôtes.

Néanmoins, le service 1A ne dispose pas de 50 IP mais de 10. 10 IPs n'ont pas besoin d'être codé sur 6 bits, 4 suffisent à en coder 16.

L'IP pour ce service sera donc de cette forme : **192.168. 0000 0000 . 0000 0000**

Cela nous permettra donc de créer des services supplémentaires pour le premier étage parmi les 128 IP attribuables si besoin est.

De même, pour les services disposant de 20 IP : **192.168. 0000 0000 . 0000 0000**

Et les services disposant de 30 IP : **192.168. 0000 0000 . 0000 0000**

*Voici un schéma qui illustre cette idée :*

Nous disposons par étage d'un ensemble de 256 IPs. Cette ensemble est redécoupable en 2 plages de 128 IPs qui sont elles-mêmes redécoupables en deux plages de 64 et ainsi de suite jusqu'à en théorie des plages de 2 adresses IP.

Ainsi, en utilisant le découpage symétrique, on utilisait des plages de 64 IPs même lorsque le réseau était de 10 IPs.

La où on utilisait une plage de 64 IPs pour 10 IPs, on peut maintenant utiliser une plage de 16 IPs et disposer de :

- 7 autres plages de de 16 IPs
  - 3 plages de 32 IPs et une plage de 16 IPs
  - 1 plage de 64 IPs, une plage de 32 IPs et une plage de 16 IPs
-



**Solution :**

L'essentiel étant de respecter la forme de ce tableau. Il n'est par exemple pas possible d'utiliser la 2nd et 3eme plage de 16 IPs pour former une plage de 32 IPs, il faut respecter la répartition des plages supérieures situées plus a gauche dans le schéma.

256 Ips	128 IPs	64 IPs	32 Ips	16 Ips
				16 Ips
			32 Ips	16 Ips
				16 Ips
		64 IPs	32 Ips	16 Ips
				16 Ips
			32 Ips	16 Ips
				16 Ips
	128 IPs	64 IPs	32 Ips	16 Ips
				16 Ips
			32 Ips	16 Ips
				16 Ips
		64 IPs	32 Ips	16 Ips
				16 Ips
			32 Ips	16 Ips
				16 Ips

A partir de ce plan, on choisi alors les IP à utiliser de cette manière :

Exemple pour le 1er étage :

256 Ips	128 IPs	64 IPs	32 Ips	Section 1A
				16 Ips
			Section 1B	16 Ips
				16 Ips
		64 IPs	32 Ips	16 Ips
				16 Ips
			32 Ips	16 Ips
				16 Ips
	128 IPs	64 IPs	32 Ips	16 Ips
				16 Ips
			32 Ips	16 Ips
				16 Ips
		64 IPs	32 Ips	16 Ips
				16 Ips
			32 Ips	16 Ips
				16 Ips

En jaune, les plages d'IPs utilisés entièrement ou partiellement. En rouge, les plages d'IPs inutilisables du fait de l'utilisation d'une plage supérieure. En vert, les plages d'IPs utilisables.

1er étage : **192.168. 0000 0000** . 0000 0000

– Section A : **192.168. 0000 0000** . 0000 0000

– Section B : **192.168. 0000 0000** . 0010 0000

2nd étage : **192.168. 0000 0001** . 0000 0000

– Section A : **192.168. 0000 0001** . 0000 0000

3eme étage : **192.168. 0000 0010** . 0000 0000

– Section A : **192.168. 0000 0010** . 0000 0000

– Section B : **192.168. 0000 0010** . 0100 0000

– Section C : **192.168. 0000 0010** . 1000 0000

Puis on traduit les adresses binaires en décimale et déterminons le masque de sous réseau a partir des bits communs à chaque couche.

1er étage : 192.168.0.0 /24

– Section A : 192.168.0.0 /28

– Section B : 192.168.0.32 /27

2nd étage : 192.168.1.0 /24

– Section A : 192.168.1.0 /26

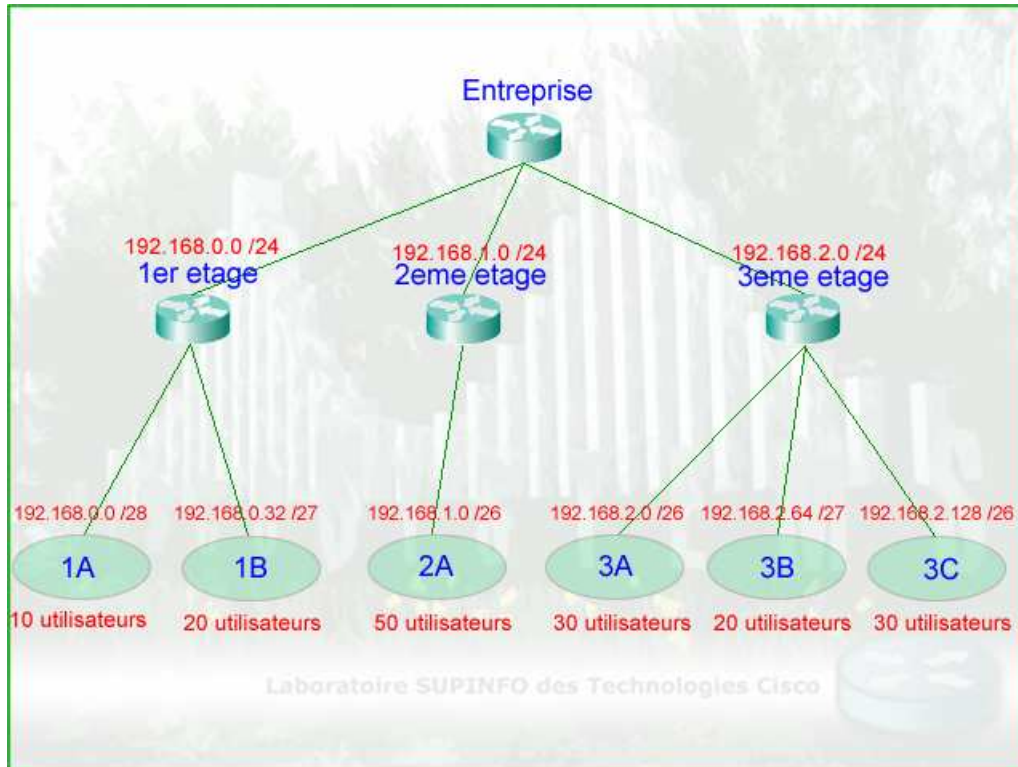
3eme étage : 192.168.2.0 /24

– Section A : 192.168.2.0 /26

– Section B : 192.168.2.64 /27

– Section C : 192.168.2.128 /26

**Solution :**



Dans l'exemple d'utilisation d'adressage symétrique, on utilisait alors 384 IPs (6 services multipliés par des plages de 64 IPs)

A présent, nous n'utilisons plus que 272 IPs (3 services avec des plages de 64 IPs, 2 services avec des plages de 32 IPs et un service dont la plage est de 16 IPs).

L'économie d'IPs n'est donc pas négligeable! Surtout qu'il s'agit ici d'une petite organisation, appliqué a un plus grand réseau, l'économie d'IPs croie exponentiellement!

### Exercice 6 (Routage IP)

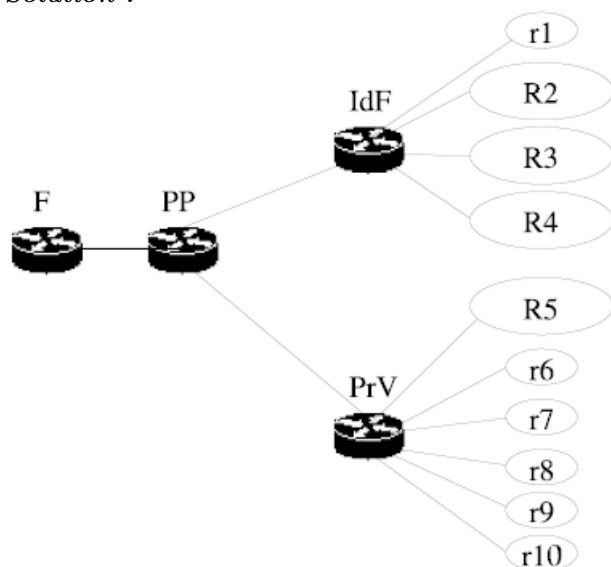
Supposons que vous disposiez de l'adresse réseau 214.123.115.0/24 et que vous deviez répartir les adresses disponibles sur 4 gros sous-réseaux de 25 à 30 adresses chacun et sur 6 petits sous-réseaux d'une dizaine d'adresses chacun, avec les contraintes suivantes :

- 3 gros sous-réseaux sont en région parisienne, le dernier est en province;
- 1 seul des petits sous-réseaux est en région parisienne, les 5 petits restants sont en province.

1°) Sachant que le routeur de votre fournisseur (F) émet sur votre propre routeur principal (PP) et que celui-ci route vers deux routeurs, un routeur pour la région parisienne (IdF) et un routeur pour la Province (PrV), dessiner le réseau.

---

**Solution :**



---

2°) Quelle stratégie d'allocation géographique des sous-réseaux faut-il choisir pour optimiser les tables de routage ?

---

**Solution :**

Il faut essayer de regrouper les adresses des sous-réseaux qui sont proches géographiquement dans les mêmes plages d'adresses afin de pouvoir faire de l'agrégation de réseau (super-netting).

---

3°) Donnez dans ce cas la forme des entrées des tables de routage des routeurs F, PP, IdF et PrV.

**Solution :**

On a trois réseaux entre F et PP, PP et IdF, PP et PrV :

- F et PP : adresse de PP : 192.168.1.4 sur le réseau 192.168.1.0/24, adresse de F : 192.168.1.10
- PP et IdF : adresse de PP : 214.123.115.9, adresse de IdF : 214.123.115.10 sur le réseau 214.123.115.8 (0000 10xx)/255.255.255.250 (1111 1100)
- PP et PrV : adresse de PP : 214.123.115.13, adresse de PrV : 214.123.115.14 sur le réseau 214.123.115.12 (0000 11xx)/255.255.255.250 (1111 1100)

**Sur F :**

```
192.168.1.4      0.0.0.0  interface vers PP
214.123.115.0    255.255.255.0      gw PP
.... (dépend du réseau du fournisseur)
```

**Sur PP :**

```
192.168.1.10      0.0.0.0  interface vers F
214.123.115.10    0.0.0.0  interface vers IdF
214.123.115.14    0.0.0.0  interface vers PrV
214.123.115.128   255.255.255.128  gw IdF
214.123.115.0     255.255.255.128  gw PrV
0.0.0.0           0.0.0.0          gw F
```

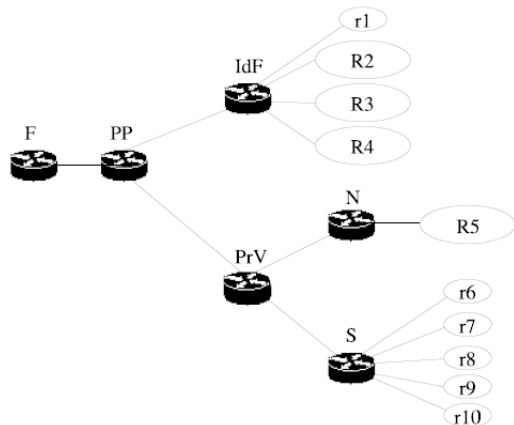
**Sur IdF :**

```
214.123.115.9      0.0.0.0  interface vers PP
214.123.115.224    255.255.255.240  interface vers r1
214.123.115.192    255.255.255.224  interface vers R2
214.123.115.160    255.255.255.224  interface vers R3
214.123.115.128    255.255.255.224  interface vers R4
0.0.0.0           0.0.0.0          gw PP
```

**Sur PrV :**

```
214.123.115.13     0.0.0.0  interface vers PP
214.123.115.96     255.255.255.224  interface vers R5
214.123.115.80     255.255.255.240  interface vers r6
214.123.115.64     255.255.255.240  interface vers r7
214.123.115.48     255.255.255.240  interface vers r8
214.123.115.32     255.255.255.240  interface vers r9
214.123.115.16     255.255.255.240  interface vers r10
0.0.0.0           0.0.0.0          gw F
```

4°) Supposons que nous ayons une contrainte supplémentaire concernant les sous-réseaux de province : le sud de la France nécessite 5 petits sous-réseaux et le nord nécessite un gros sous-réseaux. Donnez le schéma de l'architecture de votre réseau sachant que vous disposez désormais de deux routeurs supplémentaires, S pour le Sud et N pour le Nord.

**Solution :**

5°) Combien d'entrées sont maintenant nécessaires dans la table de routage du routeur PrV ? Expliquez.

---

**Solution :**

Il n'est pas possible de regrouper les 5 sous-réseaux du sud dans un super-net de masque 255.255.255.192.

**Sur PrV :**

224.123.115.96	255.255.255.224	gw N
224.123.115.0	255.255.255.128	gw S
0.0.0.0	0.0.0.0	gw PP

**Sur N :**

224.123.115.96	255.255.255.224	R5
0.0.0.0	0.0.0.0	gw PrV

**Sur S :**

128.123.115.80	255.255.255.240	r6
128.123.115.64	255.255.255.240	r7
128.123.115.48	255.255.255.240	r8
128.123.115.32	255.255.255.240	r9
128.123.115.16	255.255.255.240	r10
0.0.0.0	0.0.0.0	gw PrV

---

6°) On souhaite maintenant ajouter un petit réseau au nord (en permettant l'utilisation de la plage d'adresse 0). Proposer de nouvelles tables de routage pour le réseau :

---

**Solution :**

Ne rien changer sauf sur PrV et N.

**Sur PrV :**

224.123.115.96	255.255.255.224	gw N
224.123.115.0	255.255.255.240	gw N
224.123.115.0	255.255.255.128	gw S
0.0.0.0	0.0.0.0	gw PP

**Sur N :**

224.123.115.96	255.255.255.224	R5
224.123.115.0	255.255.255.240	r11
0.0.0.0	0.0.0.0	gw PrV

---