



جامعة السلطان مولاي سليمان
+ⵓⵎⵓⵏⵉⵙⵜ ⵓⵙⵏⵓⵎⵓⵏⵉⵙⵜ ⵓⵙⵏⵓⵎⵓⵏⵉⵙⵜ
Université Sultan Moulay Slimane



Réseaux Informatiques

Chapitre 4

Adressage IP



Règles de système de numérotation

1. Tous les chiffres débutent par 0
2. Un système à Base-n comporte n chiffres:
 - Décimal: Base-10 comporte 10 chiffres
 - Binaire: Base-2 comporte 2 chiffres
 - Hexadécimal: Base-16 comporte 16 chiffres
3. La première colonne est toujours le nombre de 1 (le nombre d'unités)
 - Chaque colonne suivante est n fois la colonne précédente ($n = \text{Base-n}$)

| | | | | | |
|-------------|--------|-------|-----|----|---|
| ● Base 10 : | 10,000 | 1,000 | 100 | 10 | 1 |
| ● Base 2 : | 16 | 8 | 4 | 2 | 1 |
| ● Base 16 : | 65,536 | 4,096 | 256 | 16 | 1 |



Conversion de décimal à binaire

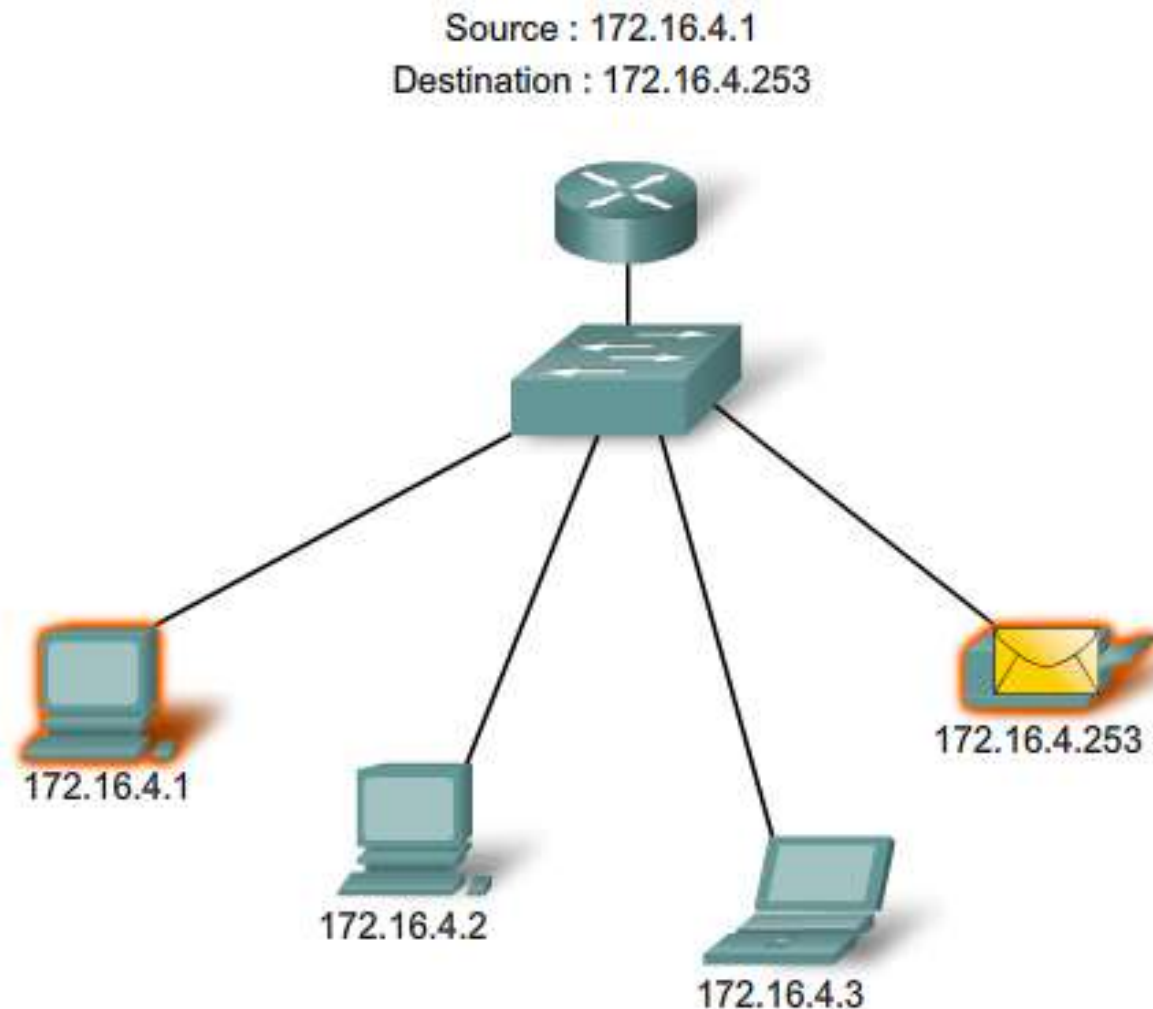
Adresse IPv4 décimale 172.16.4.20

Séparez et convertissez chaque nombre décimale séparément

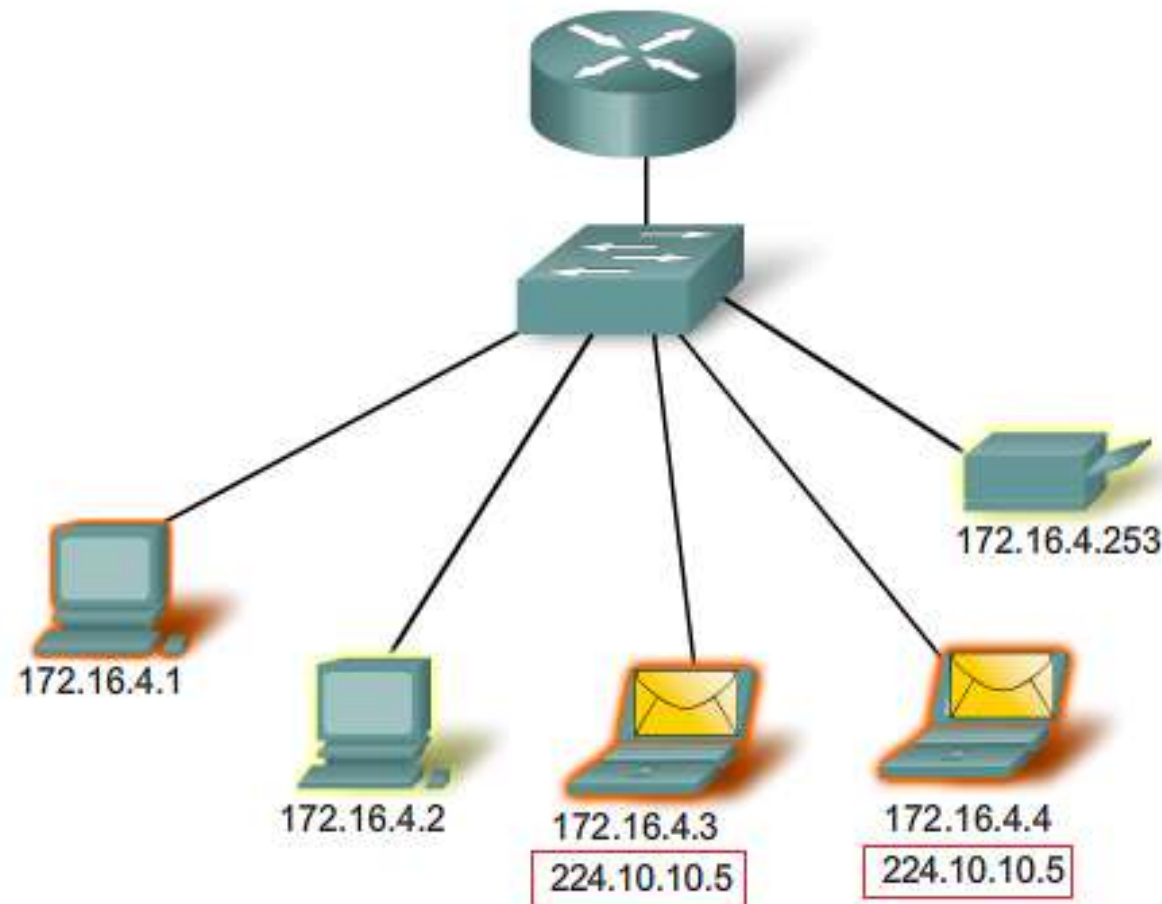
| Convertissez 172 | Convertissez 16 | Convertissez 4 | Convertissez 20 |
|-------------------------------------------|---------------------------------------|------------------------------------|---------------------------------------|
| $172 - 128 = 44 \rightarrow 1 \times 128$ | $16 < 128 \rightarrow 0 \times 128$ | $4 < 128 \rightarrow 0 \times 128$ | $20 < 128 \rightarrow 0 \times 128$ |
| $44 < 64 = 0 \rightarrow 0 \times 64$ | $16 < 64 \rightarrow 0 \times 64$ | $4 < 64 \rightarrow 0 \times 64$ | $20 < 64 \rightarrow 0 \times 64$ |
| $44 - 32 = 12 \rightarrow 1 \times 32$ | $16 < 32 \rightarrow 0 \times 32$ | $4 < 32 \rightarrow 0 \times 32$ | $20 < 32 \rightarrow 0 \times 32$ |
| $12 < 16 = 0 \rightarrow 0 \times 16$ | $16 - 16 = 0 \rightarrow 1 \times 16$ | $4 < 16 \rightarrow 0 \times 16$ | $20 - 16 = 4 \rightarrow 1 \times 16$ |
| $12 - 8 = 4 \rightarrow 1 \times 8$ | $0 < 8 \rightarrow 0 \times 8$ | $4 < 8 \rightarrow 0 \times 8$ | $4 < 8 \rightarrow 0 \times 8$ |
| $4 - 4 = 0 \rightarrow 1 \times 4$ | $0 < 4 \rightarrow 0 \times 4$ | $4 - 4 = 0 \rightarrow 1 \times 4$ | $4 - 4 = 0 \rightarrow 1 \times 4$ |
| $0 < 2 = 0 \rightarrow 0 \times 2$ | $0 < 2 \rightarrow 0 \times 2$ | $0 < 2 \rightarrow 0 \times 2$ | $0 < 2 \rightarrow 0 \times 2$ |
| $0 < 1 = 0 \rightarrow 0 \times 1$ | $0 < 1 \rightarrow 0 \times 1$ | $0 < 1 \rightarrow 0 \times 1$ | $0 < 1 \rightarrow 0 \times 1$ |
| 10101100 | 00010000 | 00000100 | 00010100 |

Adresse IPv4 binaire 10101100 000100000000010000010100

- **Monodiffusion** (Unicast): Processus consistant à envoyer un paquet d'une machine à une autre.

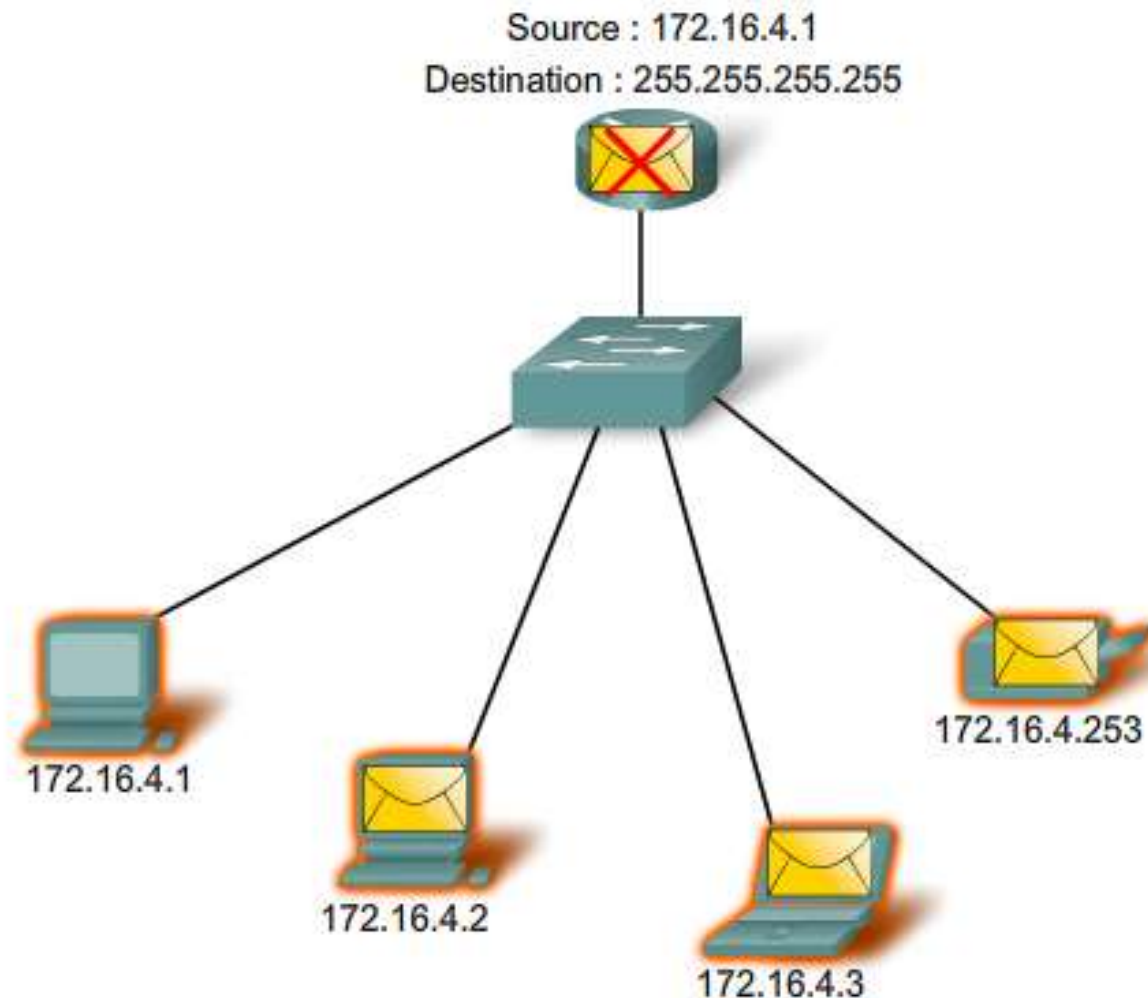


- **Multidiffusion** (Multicast) : Processus consistant à envoyer un paquet d'une machine à un groupe de machines en particulier.

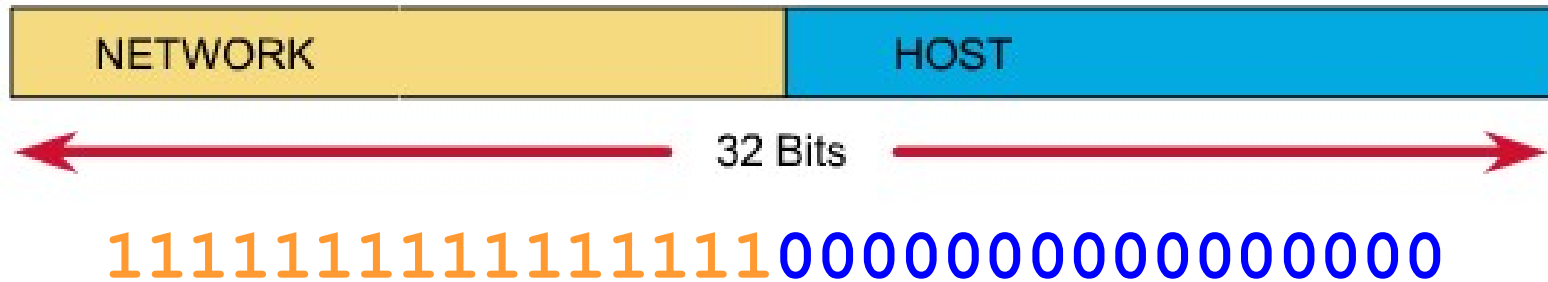


Communications sur un réseau

- **Diffusion** (Broadcast): Processus consistant à envoyer un paquet d'un hôte à toutes les machines du réseau.



- Division: Portions réseau (Network) et hôte (Host)



- **Masque de réseau**
 - Permet de définir :
 - La portion réseau
 - La portion hôte
 - 32 bits
 - Une suite de 1 suivie d'une suite de 0
 - Les 1: portion réseau
 - Les 0: portion hôte



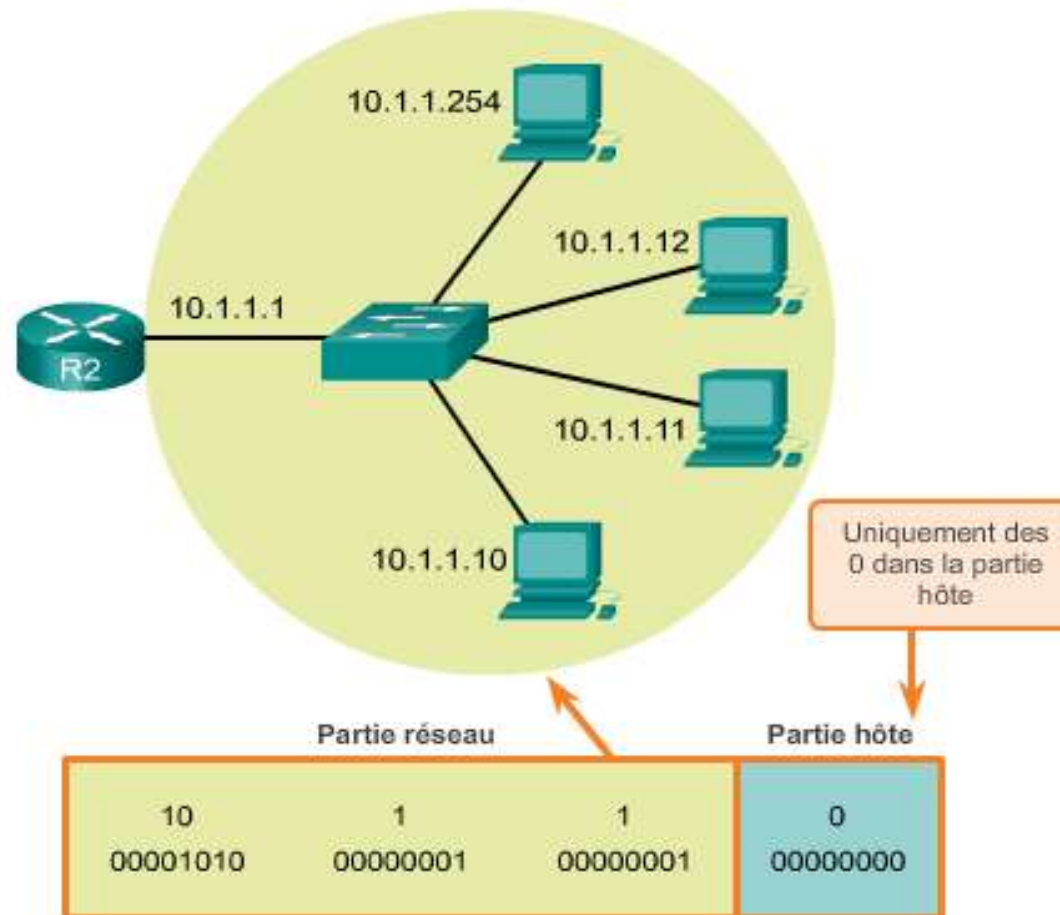
- Pourquoi le masque de réseau est si important: Nombre d'hôtes!

| Masque de réseau: | 1er octet | 2ème octet | 3ème octet | 4ème octet |
|----------------------|-----------|------------|------------|------------|
| 255.0.0.0 ou /8 | Réseau | Hôte | Hôte | Hôte |
| 255.255.0.0 ou /16 | Réseau | Réseau | Hôte | Hôte |
| 255.255.255.0 ou /24 | Réseau | Réseau | Réseau | Hôte |

- Plus il y a de bits d'hôtes dans le masque, plus il y a d'hôtes dans le réseau.
- Les masques de sous-réseau ne terminent pas nécessairement aux "frontières des octets" (à venir)

- Il existe trois sortes d'adresse comprises dans la plage d'adresses de chaque réseau IPv4 :
 - Adresse réseau
 - Adresses d'hôte
 - Adresse de diffusion

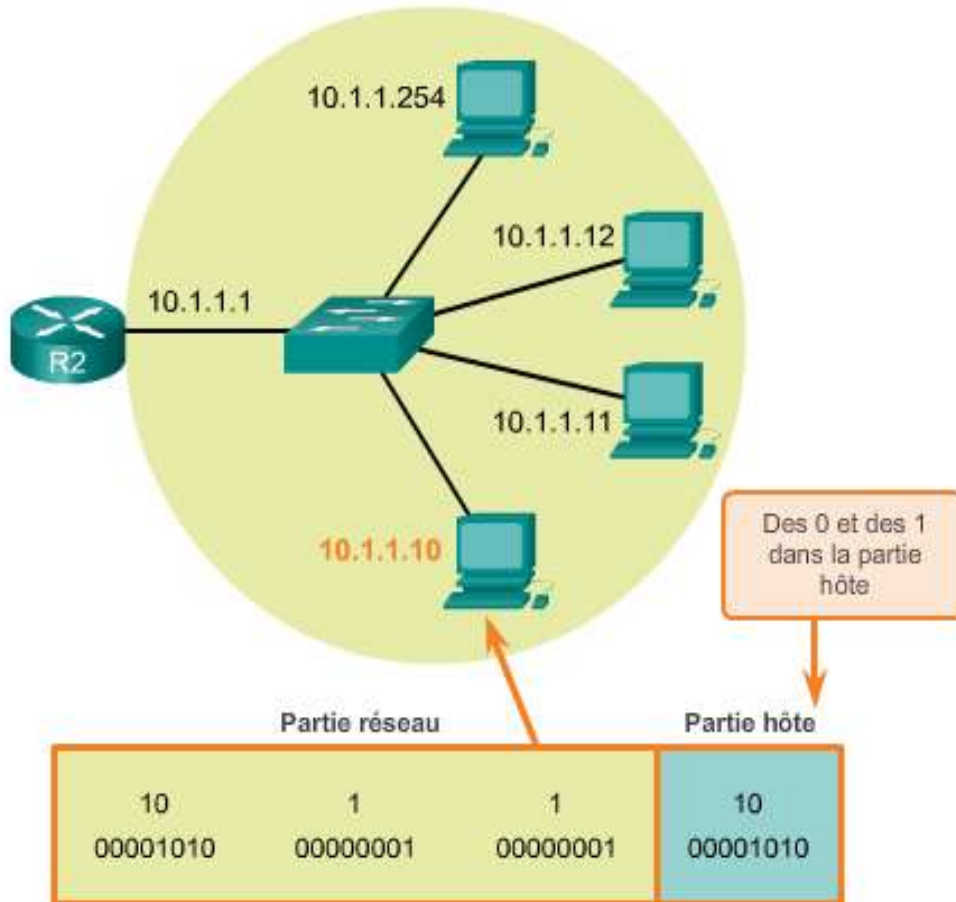
Adresse réseau



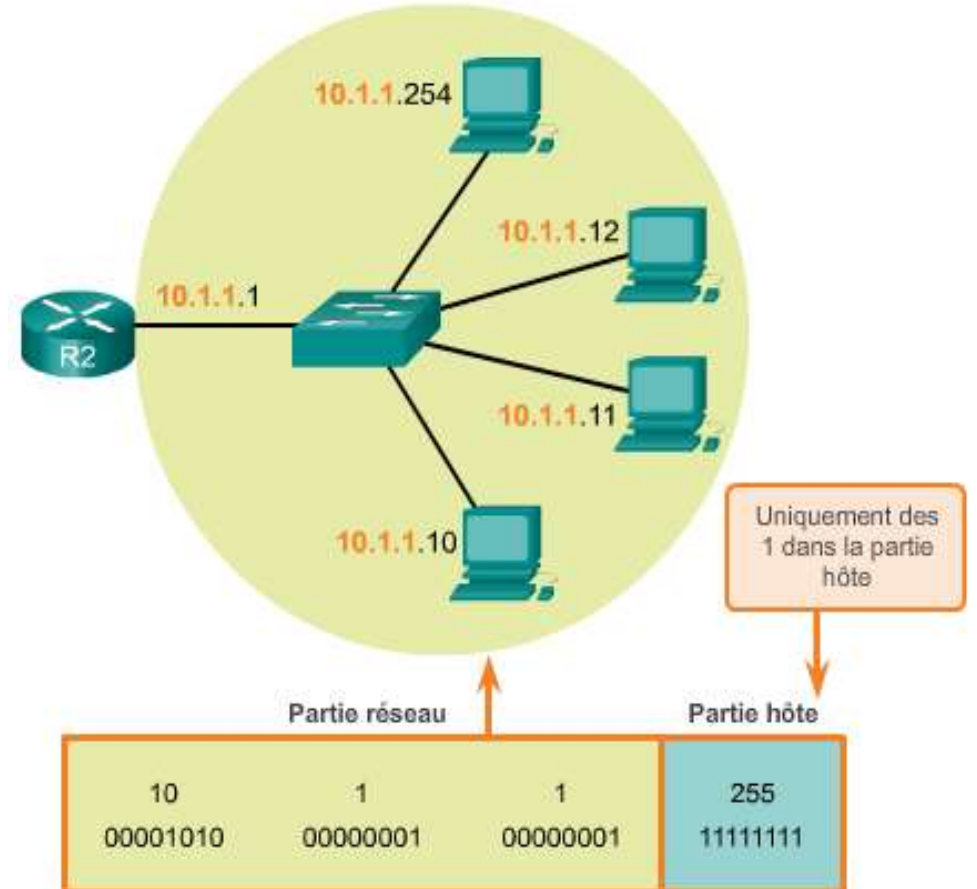
Adressage IP

Adresses IPv4

Adresse de l'hôte



Adresse de diffusion



- Qui attribue les différentes adresses?



- **L'iANA (Internet Assigned Numbers Authority)**

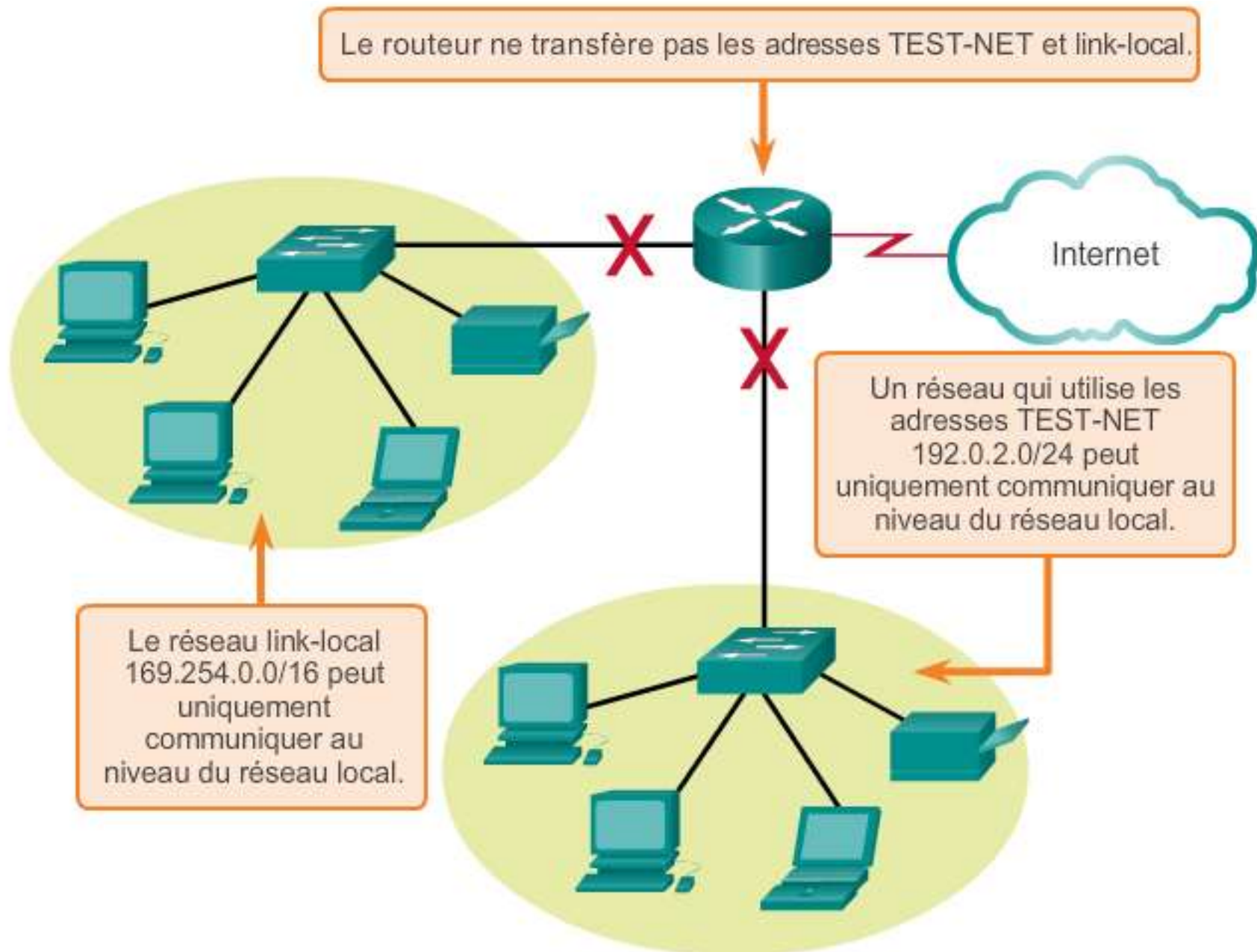
(<http://www.iana.net>) est le premier détenteur d'adresses IP.

- De nos jours, la gestion de l'espace d'adressage IPv4 restant est répartie entre différents autres registres, selon le type d'utilisation ou la zone géographique. Ces sociétés d'enregistrement s'appellent des Registres Internet Régionaux.
- **Regional Internet Registries (RIRs)**

Afrinic (Afrique), **Apnic** (Asie pacifique), **Lacnic** (Amérique latine et Caraïbes), **Arin** (Amérique du nord), **Ripe** (Europe, Moyen-orient, Asie centrale)



- **Route par défaut:**
0.0.0.0 (à 0.255.255.255)
- **Adresse de Bouclage**
Adresse spéciale que les hôtes utilisent pour diriger le trafic vers eux-mêmes. Crée un moyen rapide, pour les applications et les services TCP/IP actifs sur le même périphérique, de communiquer entre eux.
127.0.0.0 à 127.255.255.255
- **Adresses locales-liens**
69.254.0.0 à 169.254.255.255 (169.254.0.0 /16)
Automatiquement attribuées à l'hôte local par le système d'exploitation, dans les environnements où aucune configuration IP n'est disponible.
- **Adresses TEST-NET**
192.0.2.0 à 192.0.2.255 (192.0.2.0 /24)
réservée à des activités d'enseignement et d'apprentissage.
peuvent être utilisées dans la documentation et dans des exemples de réseau. Cette plage ne doivent pas être visibles sur Internet





Attribution des adresses IP

■ IP Statique

Manuellement configuré par l'administrateur

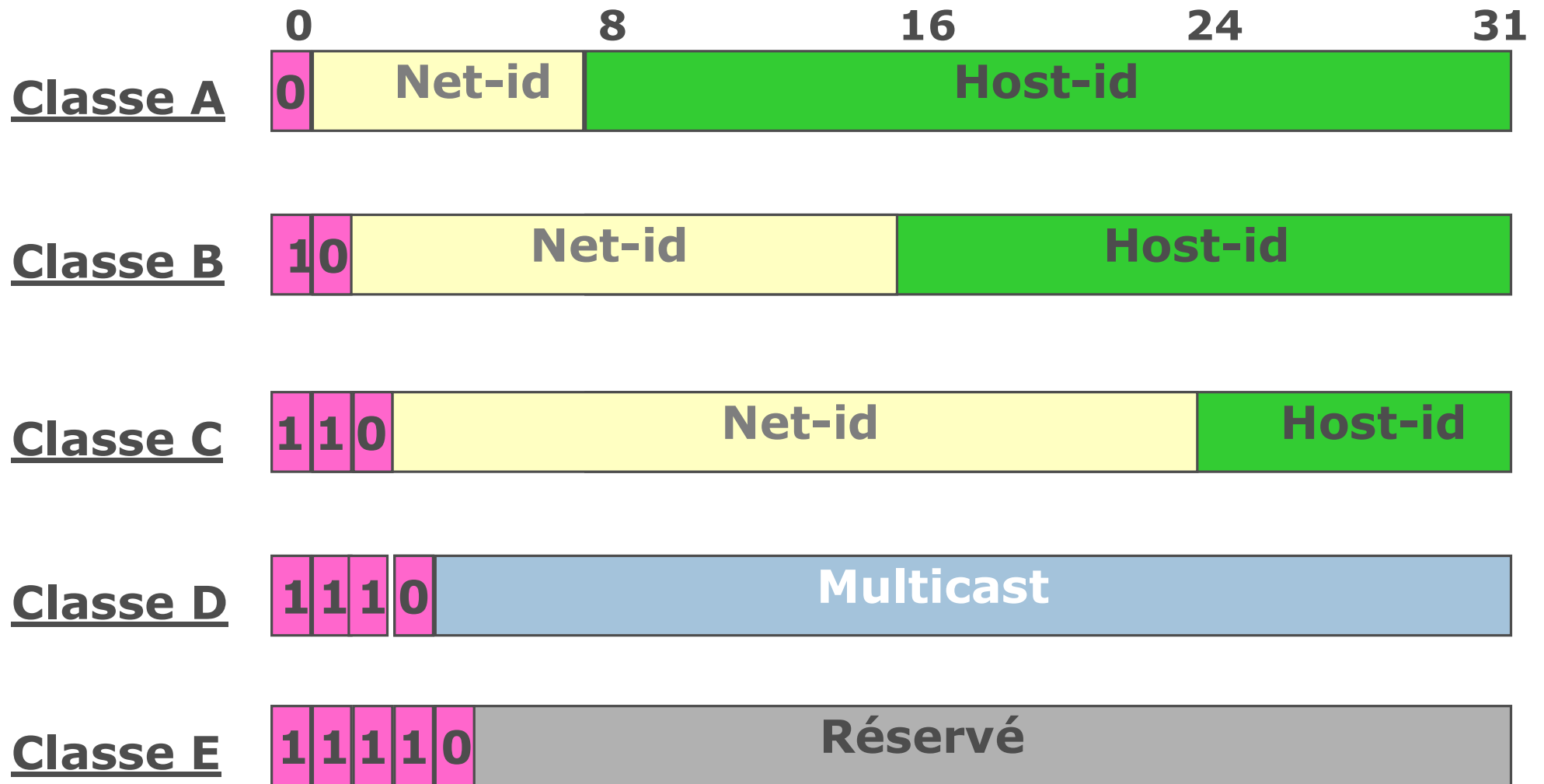
■ IP dynamique

l'adresse IP est automatiquement attribué par un serveur DHCP déjà configuré sur le réseau.

- Plage d'adresse
- Masque
- Passerelle
- DNS
- Durée du bail
- Nom de domaine
- etc.



Les classes d'adressage





Les classes d'adressage

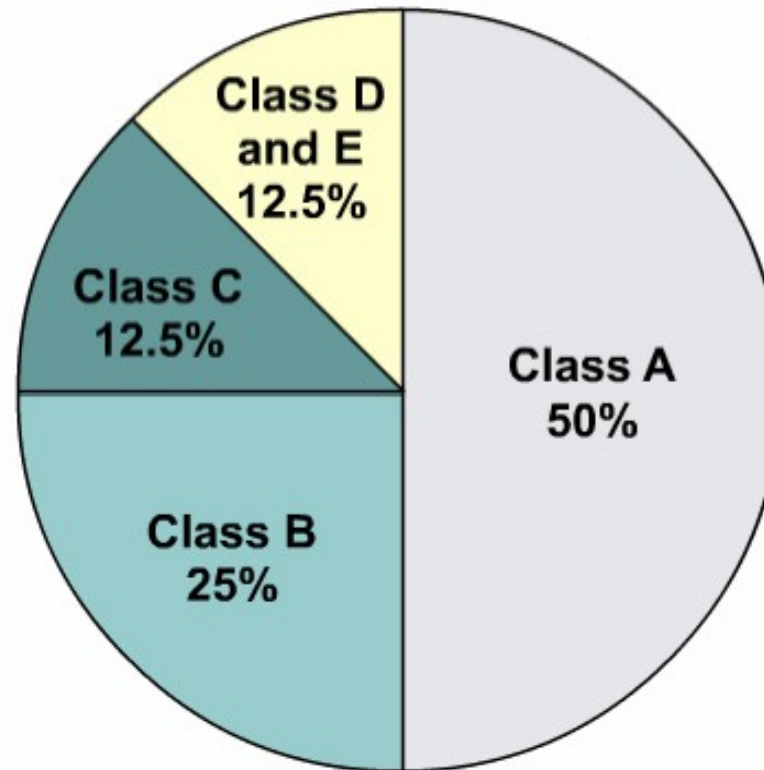
Les plages d'adresses suivantes

| Address Class | First Octet Range | Number of Possible Networks | Number of Hosts per Network |
|---------------|-------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| Class A | 0 to 127 | 128 (2 are reserved) | 16,777,214 |
| Class B | 128 to 191 | 16,348 | 65,534 |
| Class C | 192 to 223 | 2,097,152 | 254 |

| Classe | Plage | |
|--------|-----------|-----------------|
| A | 0.0.0.0 | 127.255.255.255 |
| B | 128.0.0.0 | 191.255.255.255 |
| C | 192.0.0.0 | 223.255.255.255 |
| D | 224.0.0.0 | 239.255.255.255 |
| E | 240.0.0.0 | 247.255.255.255 |

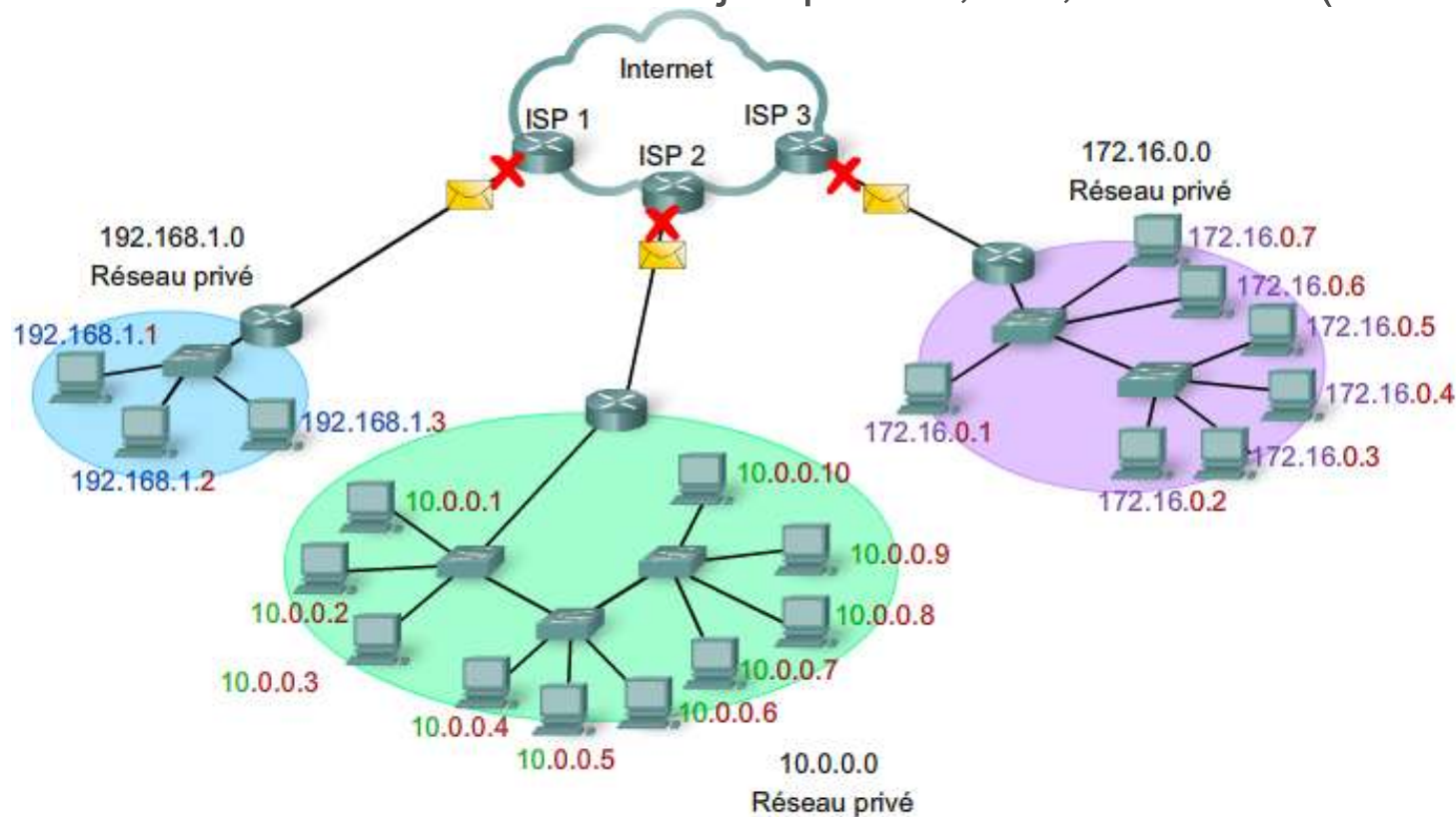


Crise d'adresses IP



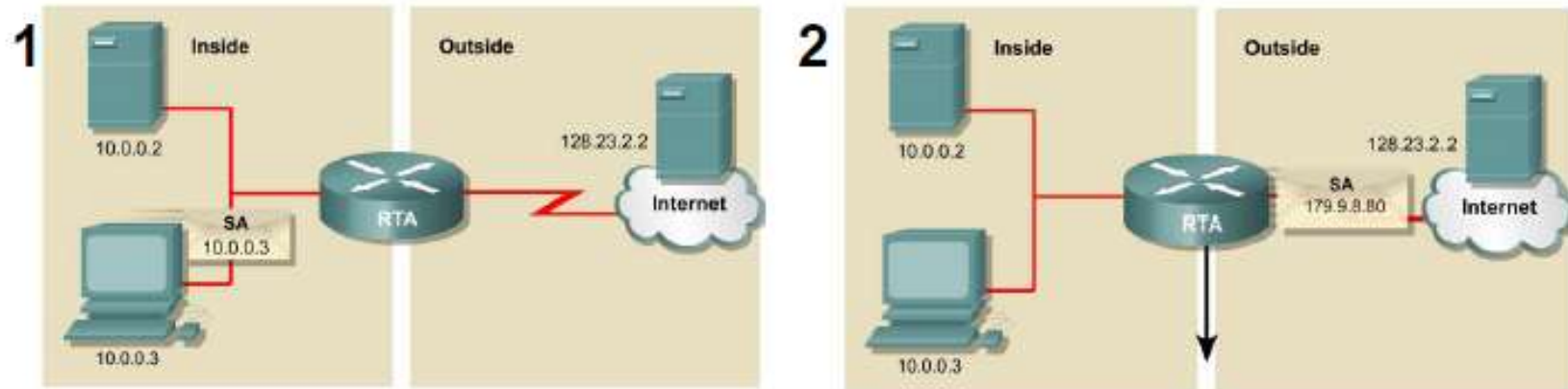
Adresses IP privées

- RFC 1918
 - 10.0.0.0 à 10.255.255.255 (10.0.0.0 /8)
 - 172.16.0.0 à 172.31.255.255 (172.16.0.0 /12)
 - 192.168.0.0 à 192.168.255.255 (192.168.0.0 /16)
- Ces adresses ne sont pas routées dans Internet
 - Nécessitent NAT/PAT (à venir)
- Bloquées par le FAI
- Permettent à un réseau d'atteindre jusqu'à 16,777,216 hôtes (avec /8)



Adressage IP

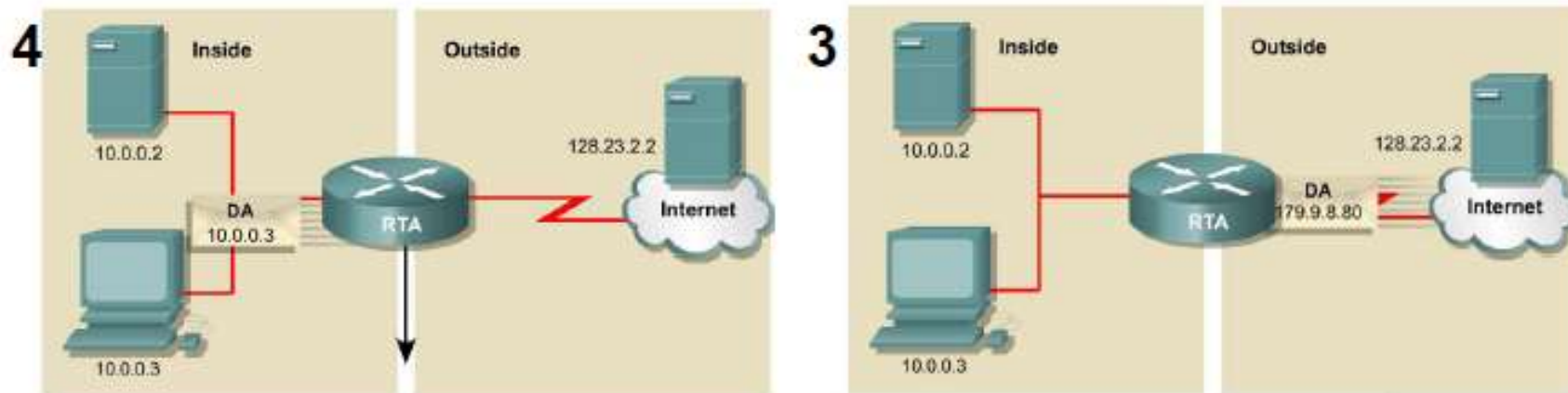
Exemple avec NAT



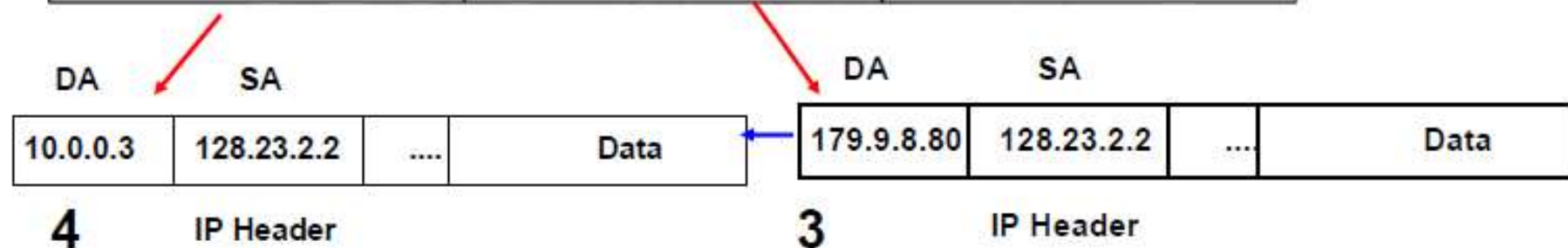
| NAT Table | | |
|-------------------------|--------------------------|---------------------------|
| Inside Local IP Address | Inside Global IP Address | Outside Global IP Address |
| 10.0.0.3 | 179.9.8.80 | 128.23.2.2 |



Traduction de l'adresse IP source privée en une adresse IP source publique.



| NAT Table | | |
|-------------------------|--------------------------|---------------------------|
| Inside Local IP Address | Inside Global IP Address | Outside Global IP Address |
| 10.0.0.2 | 179.9.8.80 | 128.23.2.2 |
| 10.0.0.3 | 179.9.8.80 | 128.23.2.2 |



Traduction en retour de l'adresse IP publique de destination en l'adresse IP privée de destination.

Masque de réseau

☒ Utiliser l'adresse IP suivante :

| | |
|-------------------------|---------------------|
| Adresse IP : | 192 . 168 . 1 . 123 |
| Masque de sous-réseau : | 255 . 255 . 255 . 0 |
| Passerelle par défaut : | 192 . 168 . 1 . 254 |

Hôte: “Je suis un hôte du réseau 192.168.1.0/24.”

- Pourquoi un hôte a-t-il besoin de connaître le réseau auquel il appartient?
- Pour savoir s'il lui faut encapsuler les paquets IP dans une trame Ethernet avec:
 - L'adresse MAC de Destination de la passerelle par défaut
 - Doit connaître l'adresse IP de la passerelle par défaut
 - L'adresse MAC de Destination du hôte correspondant à l'adresse IP de Destination du paquet



Masque de réseau

| | Réseau | Hôte |
|-----------------------|-------------------|-------------------|
| IP Hôte: 172.16.33.10 | 10101100.00010000 | 00100001.00001010 |
| Masq: 255.255.0.0 | 11111111.11111111 | 00000000.00000000 |
| | ----- | ----- |
| Add. Rés: 172.16.0.0 | 10101100.00010000 | 00000000.00000000 |

- Les hôtes effectuent une opération ET bit-à-bit entre:
 - Les adresses IP d'hôtes et le masque de réseau
- Opération ET :
 - 1 ET 1 = 1
 - 0 ET n'importe quoi = 0



Sous-réseaux et masques de sous-réseau



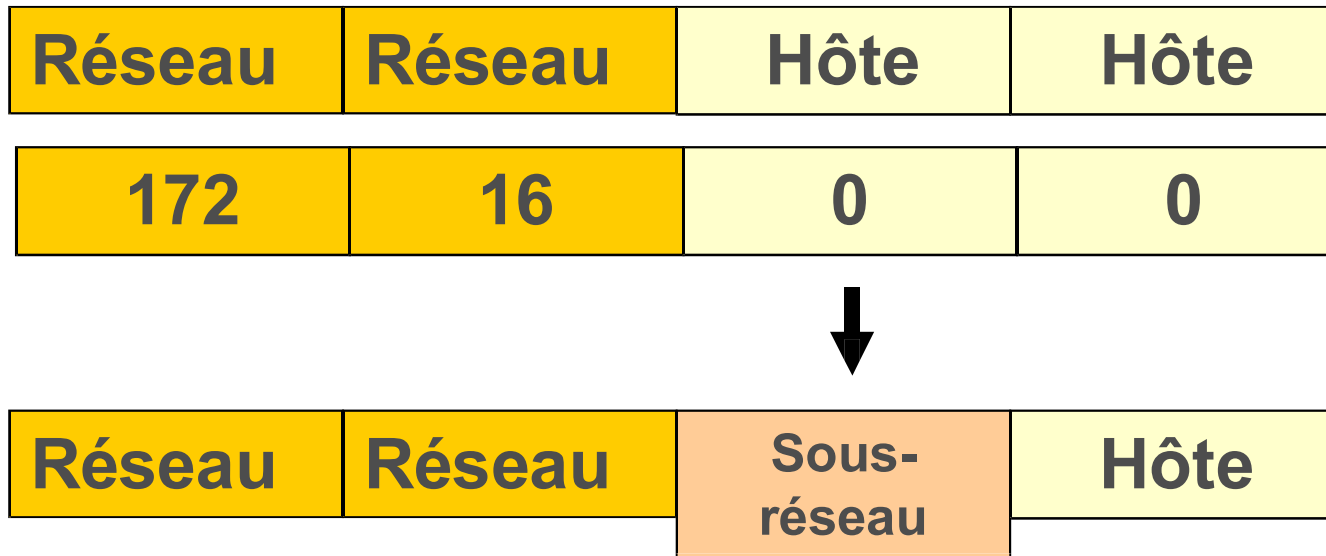
Le masque de sous-réseau divise un réseau unique en de petits réseaux ou sous-réseaux.

Calcule du masque sous-réseaux:

- La partie Network à 1
- La partie Subnet à 1
- La partie Host à 0

Sous-réseaux et masques de sous-réseau

En quoi consiste le sous-réseautage?



- Diviser le grand réseau en de petits sous-réseaux en empruntant des bits dans les bits de hôtes.
- Ne donne pas plus de hôtes.
- On perd 2 adresses d'hôtes pas sous-réseau



Sous-réseaux et masques de sous-réseau

Exemple de sous-réseau

Adresse réseau **172.16.0.0** avec **/16** MR principale

Sous-réseaux utilisés: **Masque SR 255.255.255.0** ou **/24**

Adresses sous-réseau: des 0 dans la portion Hôte

| Réseau | Réseau | Sous-réseau | Hôte |
|--------|--------|-------------|------|
| 172 | 16 | 0 | 0 |
| 172 | 16 | 1 | 0 |
| 172 | 16 | 2 | 0 |
| 172 | 16 | 3 | 0 |
| 172 | 16 | Etc. | 0 |
| 172 | 16 | 254 | 0 |
| 172 | 16 | 255 | 0 |

Adresses
Sous-réseaux

256 sous-
réseaux
 2^8



Sous-réseaux et masques de sous-réseau

Exemple de sous-réseau

| Réseau | Réseau | Sous-réseau | Hôte | Diffusion | |
|--------|--------|-------------|------|-----------|-----|
| 172 | 16 | 0 | 1 | 254 | 255 |
| 172 | 16 | 1 | 1 | 254 | 255 |
| 172 | 16 | 2 | 1 | 254 | 255 |
| 172 | 16 | 3 | 1 | 254 | 255 |
| 172 | 16 | Etc. | 1 | 254 | 255 |
| 172 | 16 | 254 | 1 | 254 | 255 |
| 172 | 16 | 255 | 1 | 254 | 255 |

Chaque sous-réseau a 254 hôtes, $2^8 - 2$

Calcul du nombre de sous-réseaux/hôtes nécessaires

| 2^{10} | 2^9 | 2^8 | 2^7 | 2^6 | 2^5 | 2^4 | 2^3 | 2^2 | 2^1 | 2^0 |
|--------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 1,024 | 512 | 256 | 128 | 64 | 32 | 16 | 8 | 4 | 2 | 1 |
| Number of bits borrowed: | | | | | | | | | | |
| 10 | 9 | 8 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | |
| 1,024 | 512 | 256 | 128 | 64 | 32 | 16 | 8 | 4 | 2 | 1 |
| Hosts or Subnets | | | | | | | | | | |

172.16.1.0

255.255.255.0

Réseau Hôte

- Réseau 172.16.1.0/24
- Besoin:
 - Autant de sous-réseaux possible, 62 hôtes par sous-réseau



VLSM (Variable Length Subnet Masks)

- Création des sous-réseaux avec un masque de longueur variable
- Exemple: 10.0.0.0/8

- Découpés en /16 sous-réseaux:

- 10.0.0.0/16

- 10.1.0.0/16

- 10.2.0.0/16

- 10.3.0.0/16

- Etc.

- On peut découper un des sous-réseaux (10.1.0.0/16) résultants en sous-réseaux

- 10.1.0.0/24

- 10.1.1.0/24

- 10.1.2.0/24

- 10.1.3.0/24

- etc





VLSM (Variable Length Subnet Masks)

■ Exemple:

Nous souhaitons diviser le réseau **192.168.50.0**, qui est une adresse de classe C, en quatre sous-réseaux, chacun avec un nombre différent d'adresses IP requises, comme indiqué ci-dessous.

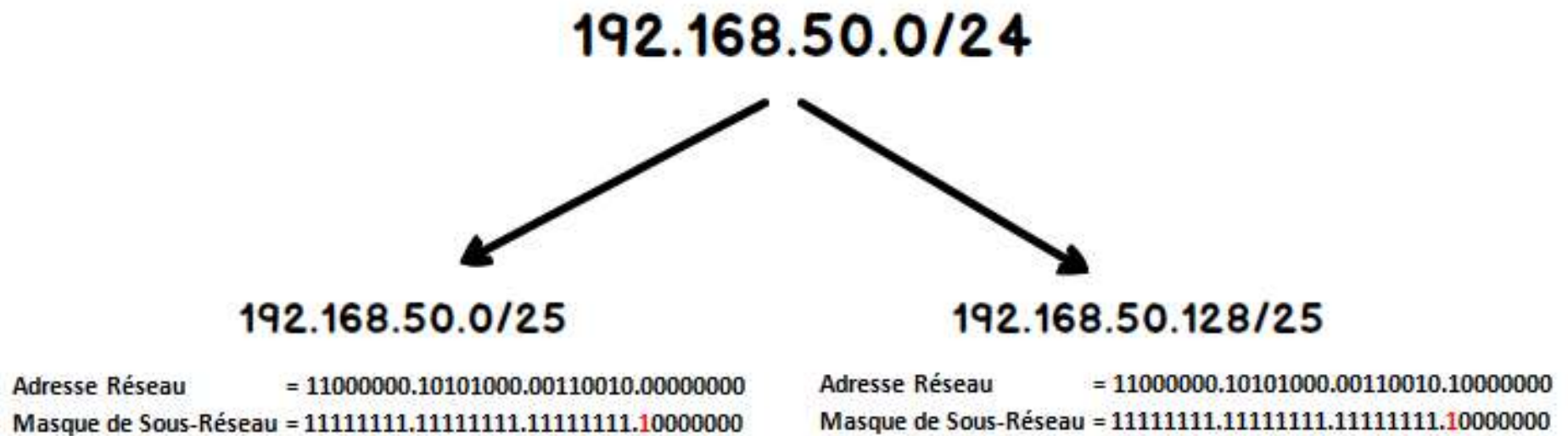
- ✓ **Sous-réseau 1:** 125 adresses IPv4.
- ✓ **Sous-réseau 2:** 60 adresses IPv4.
- ✓ **Sous-réseau 3:** 29 adresses IPv4.
- ✓ **Sous-réseau 4:** 29 adresses IPv4.



VLSM (Variable Length Subnet Masks)

■ Première division – VLSM

- Divisez le réseau d'origine en deux sous-réseaux on trouve 128 adresses IP (125 adresses IP utilisables) dans chaque réseau à l'aide du masque de sous-réseau 255.255.255.128 (192.168.50.0/25).
- Nous aurons deux sous-réseaux avec chacun 128 adresses IP (125 adresses IP utilisables).

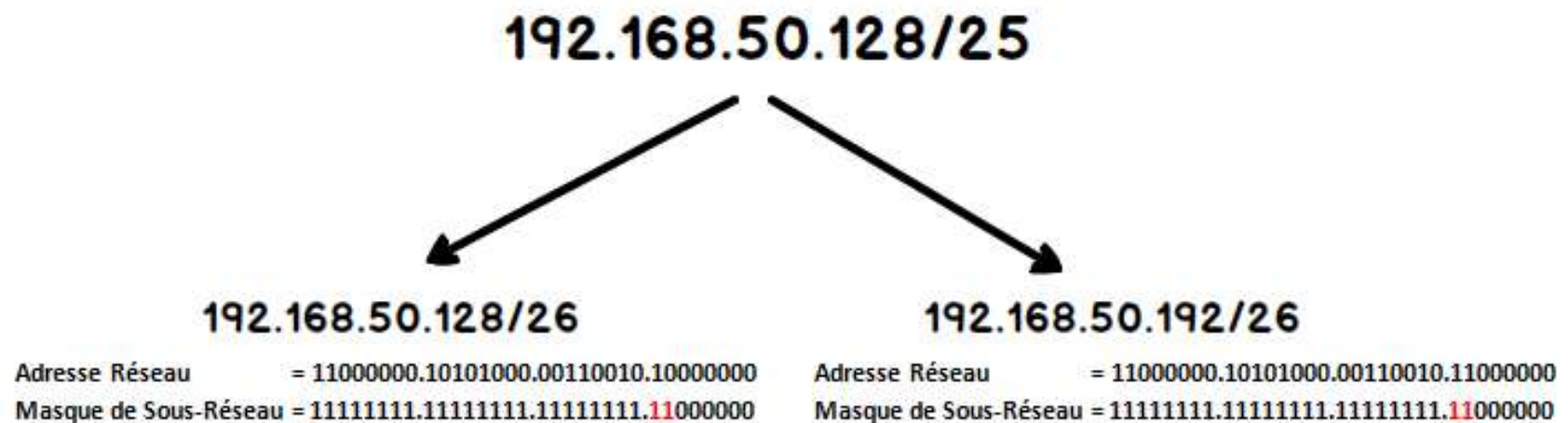




VLSM (Variable Length Subnet Masks)

■ Deuxième division – VLSM

- Divisez le deuxième sous-réseau (192.168.50.128/25) de la première division en deux sous-réseaux, chacun avec 64 adresses IP (60 adresses IP utilisables) à l'aide du masque de sous-réseau 255.255.255.192
- Nous aurons deux sous-réseaux avec chacun 64 adresses IP (60 adresses IP utilisables).

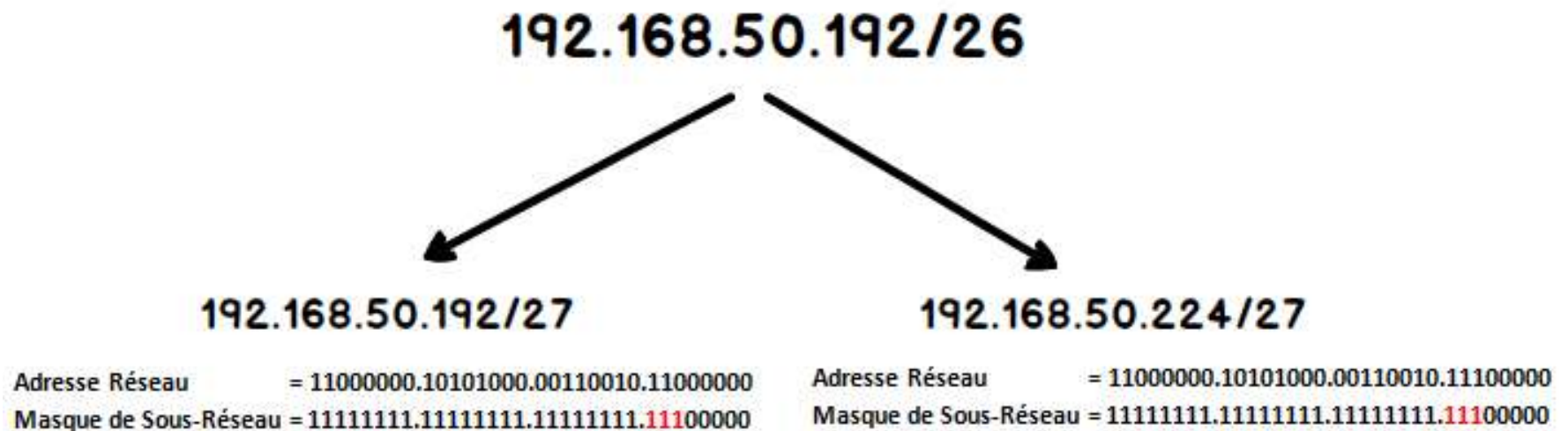




VLSM (Variable Length Subnet Masks)

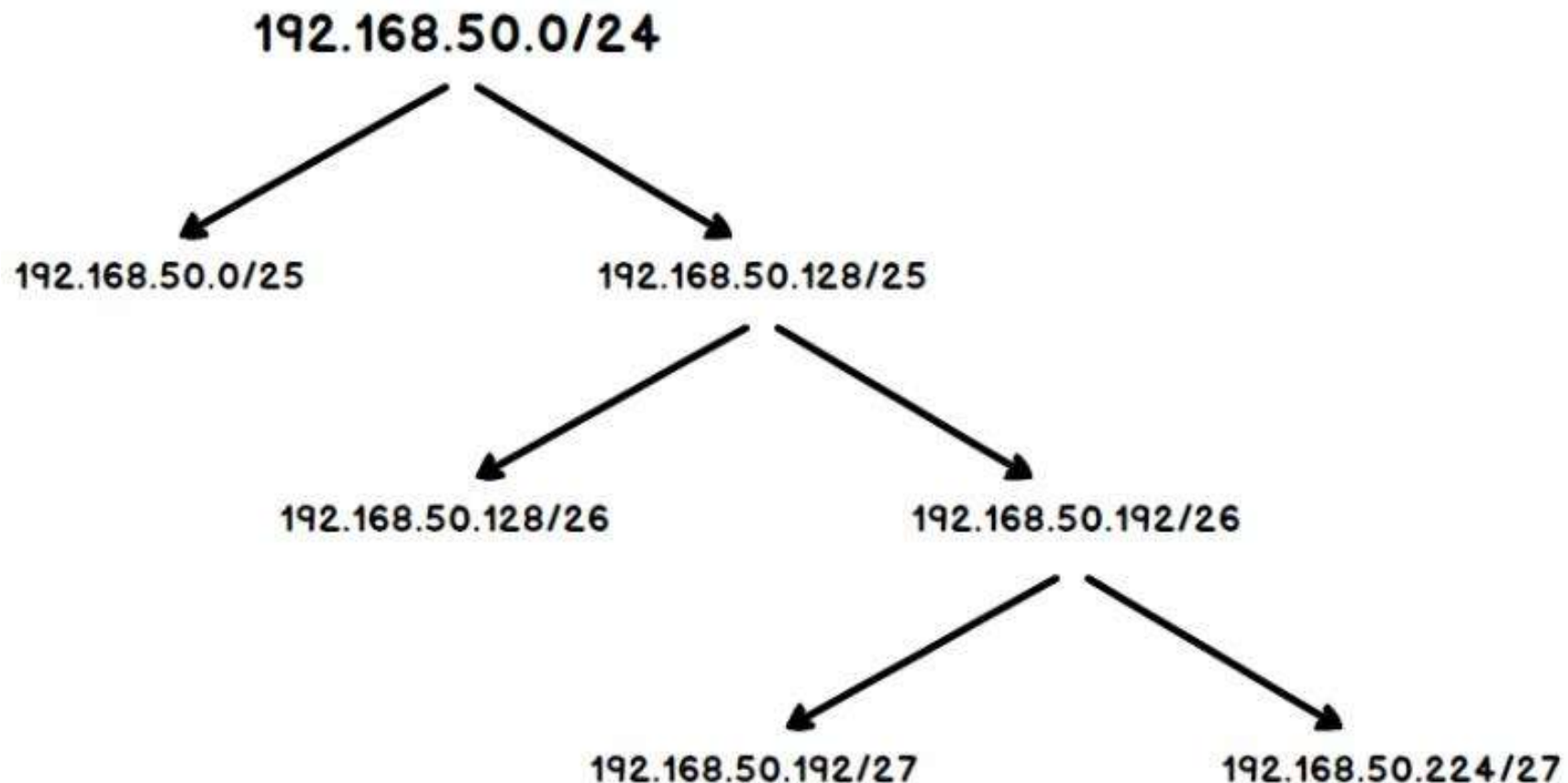
■ Troisième division – VLSM

- Divisez à nouveau le réseau 192.168.50.192/26 en deux sous-réseaux, chacun avec 32 adresses IP (29 adresses IP utilisables) à l'aide du masque de sous-réseau 255.255.255.224
- Nous aurons deux sous-réseaux avec chacun 32 adresses IP (29 adresses IP utilisables).



VLSM (Variable Length Subnet Masks)

- Nous avons maintenant divisé le réseau 192.168.50.0/24 en quatre sous-réseaux utilisant le VLSM, avec un nombre différents d'adresses IP, comme indiqué ci-dessous. Notez également que lorsque vous divisez un réseau à l'aide du VLSM, les masques de sous-réseau sont également différents.



Crise d'adresses IP

