
Administration réseaux et serveurs

COURS 2: ROUTAGE ET PASSERELLE

UNIVERSITÉ DE GUELMA
DÉPARTEMENT INFORMATIQUE
MASTER I STIC
DR. MOHAMED AMINE FERRAG



PLAN

- Introduction
- Comment établir un plan d'adressage
- Routage dans IP
- Mise en place d'un réseau
- Réseaux privé

NOTE :TP

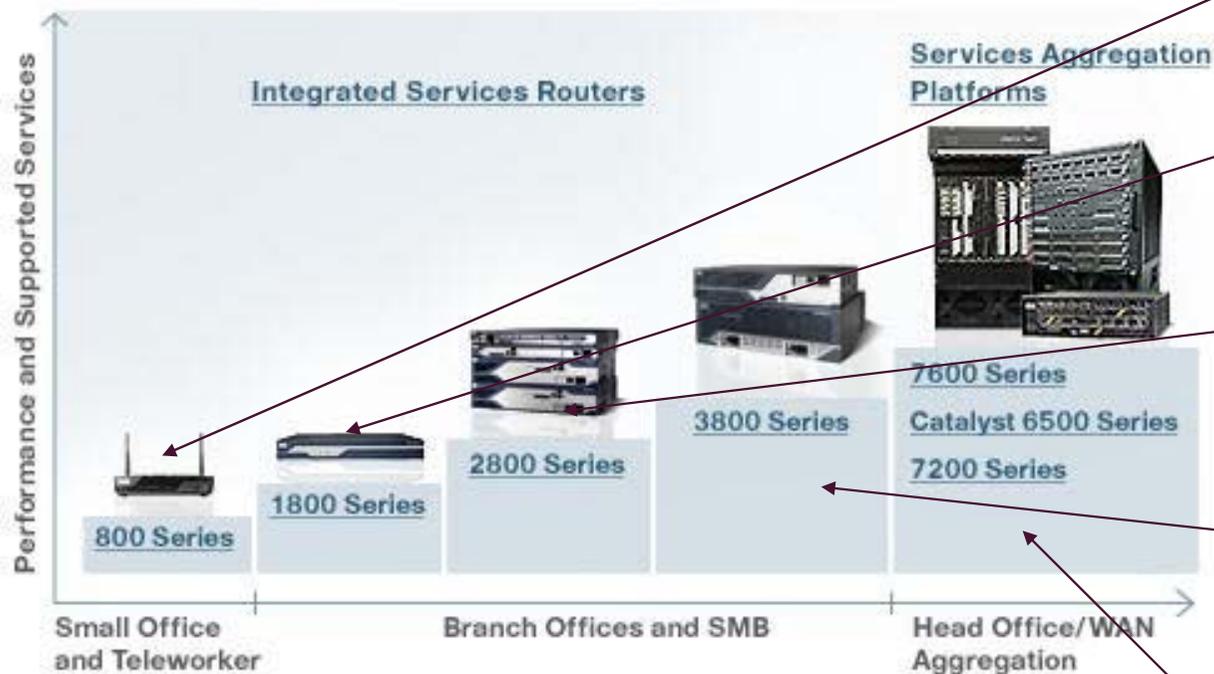
- Simulateur Réseau développé par François LAGACH
- Simulateur CISCO « Packet Tracer »

COMMENT CONNECTER DES MACHINES ENTRE ELLES?

- **Concentrateur (hub)** Lorsqu'un paquet arrive sur un port, il est copié sur les autres ports afin que tous les segments du réseau local puissent voir tous les paquets.
- **Commutateur (switch).** Un périphérique qui filtre et transmet les paquets entre les segments de réseau local.
- **Routeur** Les routeurs utilisent des en-têtes et des tables de transmission pour déterminer le meilleur chemin pour la transmission des paquets. Ils utilisent des protocoles pour communiquer entre eux et configurer le meilleur itinéraire entre deux hôtes.



COMMENT TROUVER LE MEILLEUR ROUTEUR CISCO POUR VOS BESOINS?



- Les routeurs de la gamme **Cisco 800** sont idéaux dans cette situation. Ce sont des routeurs performants pour une seule personne ou même un petit bureau de 10 personnes maximum.

- Pour les bureaux distants comptant environ 25 employés, les routeurs **Cisco 1800** constituent un excellent choix.

- Si vous recherchez les mêmes fonctionnalités de base que la série 1800 mais que vous avez besoin de beaucoup plus de performances, vous avez besoin des routeurs de la gamme **Cisco 2800**.

- Les routeurs de la gamme **Cisco 3800** sont similaires à ceux de la série 2800 mais ce qui les distingue, c'est la performance du matériel.

- Pour les très grands campus ou fournisseurs de services, les plates-formes **Catalyst 6500** et **7200/7300** sont faites pour vous. Cisco appelle ces "plates-formes d'agrégation de services". Il s'agit de plates-formes réseau très performantes..

UNIVERSITÉ DE GUELMA - DÉPARTEMENT INFORMATIQUE MASTER I STIC - DR M. A. FERRAG

Source: <https://www.techrepublic.com/blog/data-center/find-the-best-cisco-router-for-your-needs/>

D'AUTRES ROUTEURS CISCO....



Réseau central des opérateurs télécoms

**Le routeur Cisco Network Convergence
System 6000 (NCS 6000)**

150 000 \$USD

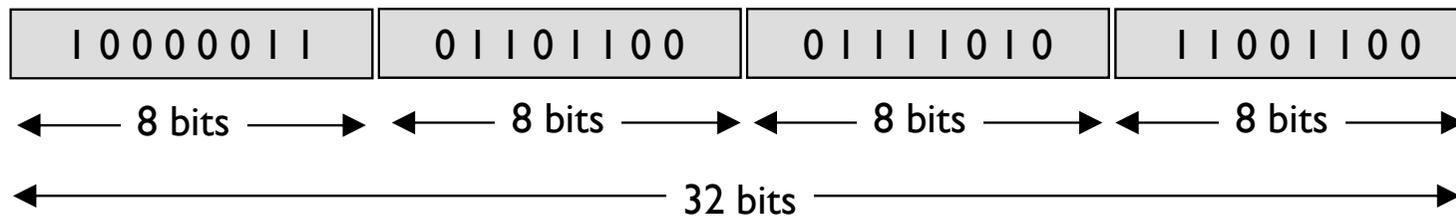
https://www.cisco.com/c/fr_be/products/routers/index.html#~stickynav=1

PRINCIPE DE L'ADRESSAGE

- ❑ Chaque hôte dispose d'une adresse unique.
- ❑ L'adresse est une adresse logique et non physique (différente de l'adresse physique et peut être modifiée).
- ❑ L'adresse est assignée à l'interface et non à la machine.
- ❑ Les adresses sont groupées par rapport au numéro du réseau (adresse réseau).
- ❑ Les interfaces d'un même groupe doivent être connectés au même média (bus , switch , hub) .

ADRESSE IP

- ❑ Une adresse est sur 32 bits (4 octets) dite " adresse IP "
- ❑ Chaque combinaison (2^{32} combinaisons) représente une adresse .

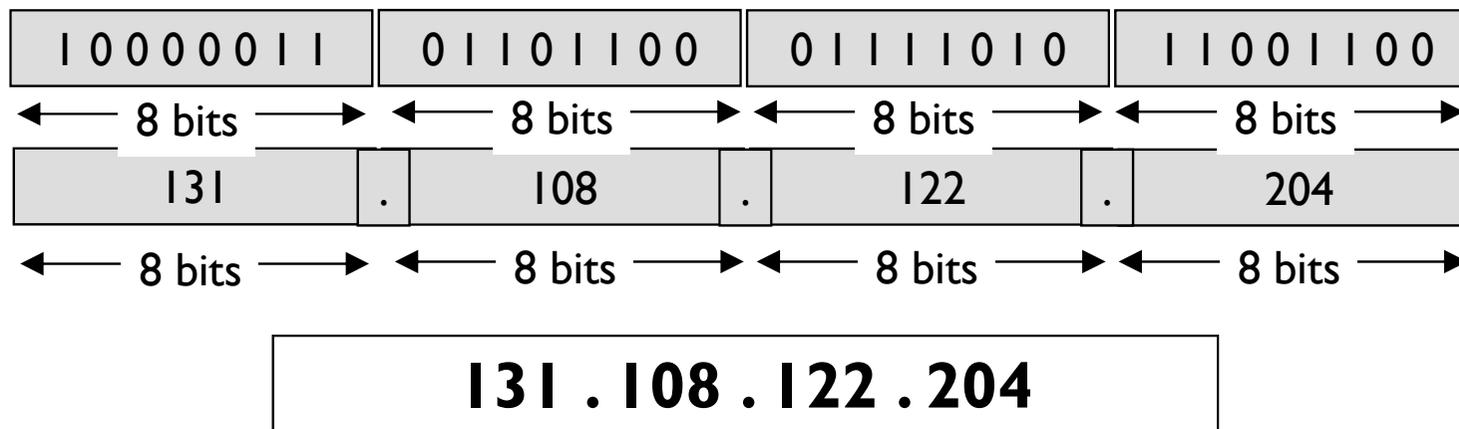


- ❑ Il est pratiquement impossible de mémoriser 32 bits.
- ❑ Une adresse IP est représentée dans un format décimal avec 4 nombres séparés par des points.
- ❑ On parle de "notation décimale pointée".

NOTATION DÉCIMALE POINTÉE DES ADRESSES IP

- ❑ Chaque 8 bits de l'adresse représente un nombre décimal
- ❑ Ce nombre décimal représente une valeur entre 0 à 255.

Exemple 1 :



CHAMPS D'UNE ADRESSE IP

Une adresse IP comprend deux parties :

- Un **numéro de réseau** (NET-ID): une adresse globale pour identifier un réseaux, cette adresse est commun a toutes les machines de ce réseau.
- Un **numéro de machine** (hôte) : identifier une machine dans un réseau.



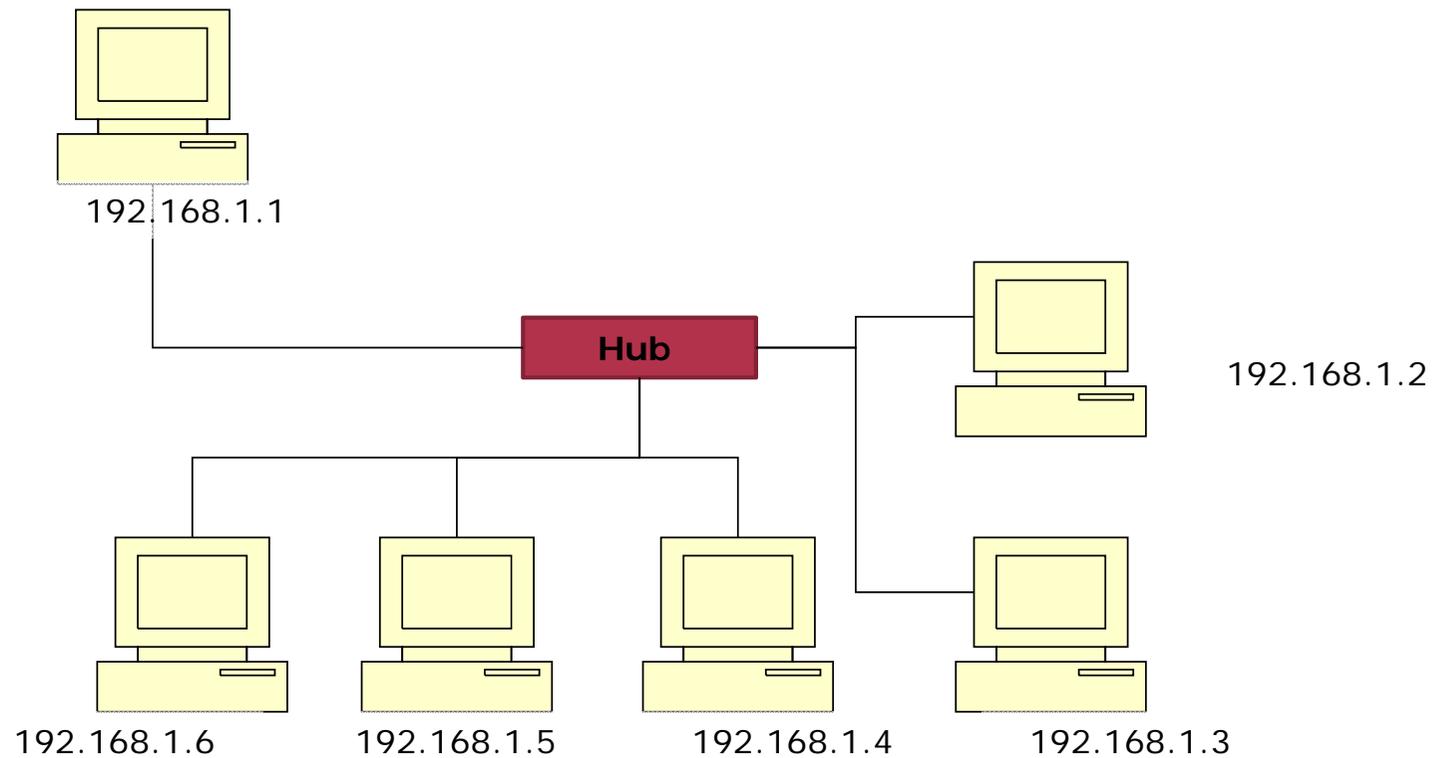
Une adresse = N° réseau + N° machine

Exemple : soit l'adresse **131 . 108 . 122 . 204** , si on considère **k = 16** et **n=16** alors :

NET-ID : 131.108.0.0

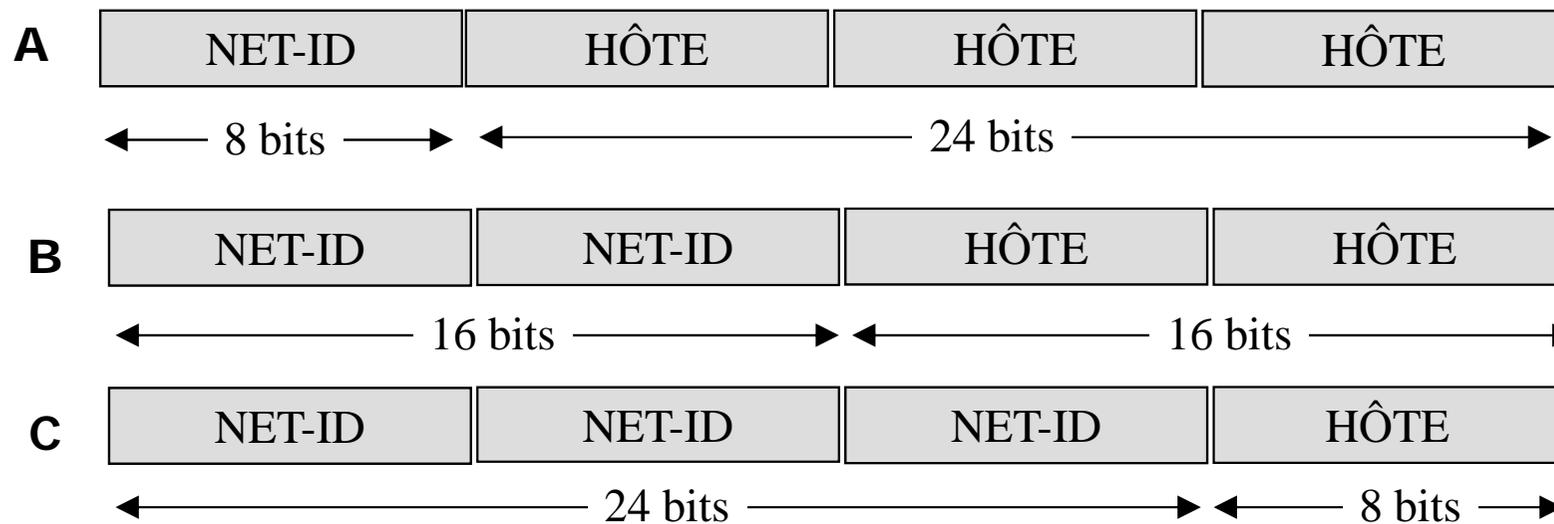
HOST : 0.0.122.204

Exemple : soit le réseau ayant le numéro 192.168.1.0 les machines de ce réseaux possèdent les adresses **192.168.1.1** **192.168.1.2** **192.168.1.3** **192.168.1.4** **192.168.1.5** **192.168.1.6**



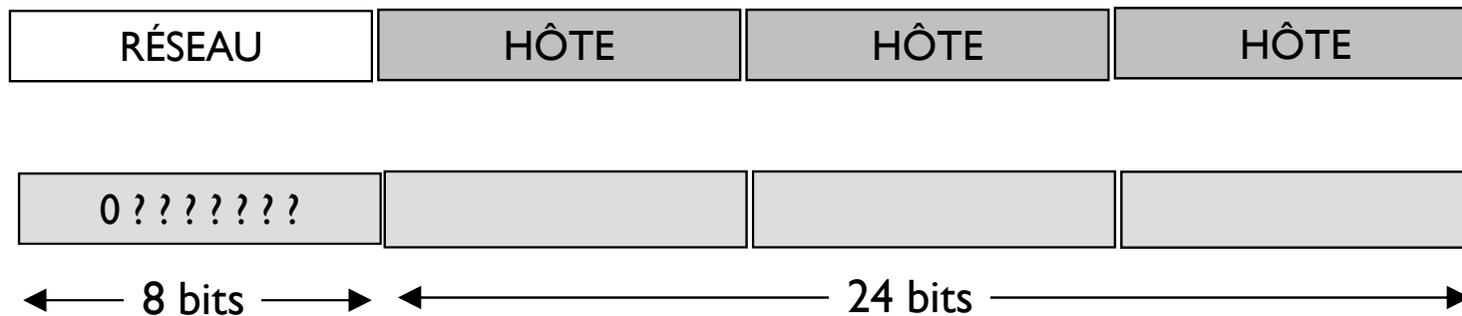
CLASSES D'ADRESSE IP

- La taille de la partie réseau (net-id) détermine la classe de l'adresse
- Les adresses IP sont classées en 3 classes :



ADRESSE IP DE CLASSE A

- ❑ Le premier octet est réservé au réseau, les 3 octets (24 bits) suivants sont réservés aux hôtes.
- ❑ Les premiers bits des octets réseau sont toujours à 0 (il reste 7 bits)



Nombre de réseaux disponibles : $2^7 = 128$ réseaux
Nombre d'hôtes disponibles : $2^{24} = 16\ 777\ 216$ hôtes

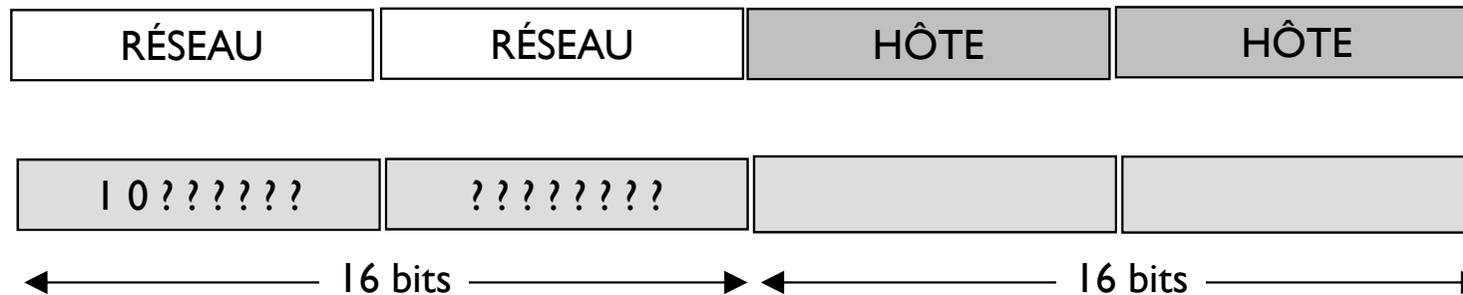
Exemple :

90.25.48.10 correspond à une adresse de classe A

01011010 00011001 00110000 00001010

ADRESSE IP DE CLASSE B

- ❑ Les 2 premiers octets sont réservés au réseau, les 2 octets (16 bits) suivants sont réservés aux l'hôtes.
- ❑ Les deux premiers bits des octets réseau sont toujours à 10 (il reste 14 bits)



Nombre de réseaux disponibles : $2^{14} = 16\ 384$ réseaux

Nombre d'hôtes disponibles : $2^{16} = 65\ 536$ hôtes

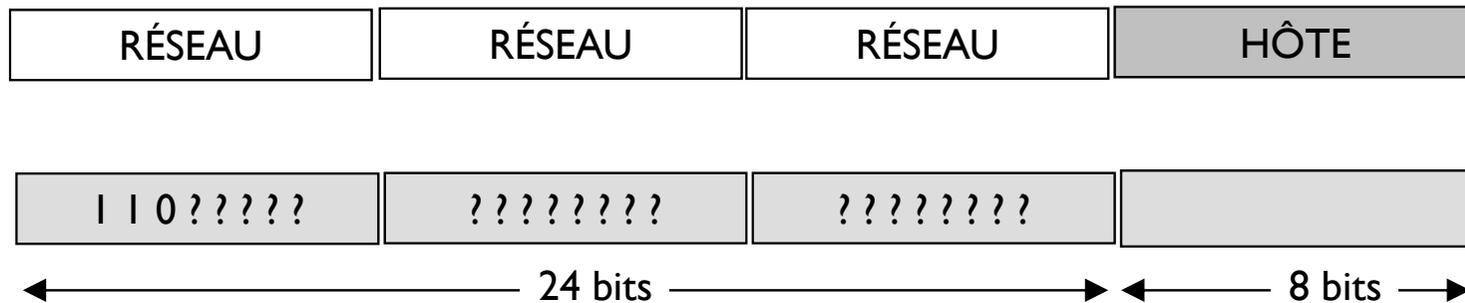
Exemple :

130.100.20.10 correspond à une adresse de la classe B

10000010 01100100 00010100 00001010

ADRESSE IP DE CLASSE C

- ❑ Les 3 premiers octets sont réservés au réseau, l'octet (8 bits) suivant est réservé aux l'hôtes.
- ❑ Les trois premiers bits des octets réseau sont 110 (il reste 21 bits)



Nombre de réseaux disponibles : $2^{21} = 209\ 752$ réseaux

Nombre d'hôtes disponibles : $2^8 = 256$ hôtes

Exemple :

192.5.5.11 correspond à une adresse de classe C .

11000000 00001010 00001010 00001011

CLASSES D'ADRESSES PARTICULIÈRES

- ❑ Il existe deux autres classes d'adresses IP particulières :
 - ❑ la classe D : réservé pour le multicast (communication en groupe)
 - ❑ La classe E : les adresses de la classe E sont réservés pour les tests



Exemple :

L'adresse 226.5.5.11 est de classe D

11100010 0000101 0000101 00001011

L'adresse 242.5.5.11 est de classe E

11110010 0000101 0000101 00001011

INTERVALLE D'ADRESSE IP DE CLASSE A

de 00 00 00 00 . 00 00 00 00 . 00 00 00 00 . 00 00 00 00
à 01 11 11 10 . 11 11 11 11 . 11 11 11 11 . 11 11 11 11

La plage d'adresses possibles de: **0.0.0.0 à 126.255.255.255**

INTERVALLE D'ADRESSE IP DE CLASSE B

de **10** 00 00 00 . 00 00 00 00 . 00 00 00 00 . 00 00 00 00

à **10** 11 11 11 . 11 11 11 11 . 11 11 11 11 . 11 11 11 11

La plage d'adresses possibles :

128.0.0.0 à 191.255.255.255

INTERVALLE D'ADRESSE IP DE CLASSE C

de **110** 00 00 00 . 00 00 00 00 . 00 00 00 00 . 00 00 00 00
à **110** | | | | . | | | | | | . | | | | | | . | | | | | |

La plage d'adresses possibles de:

192.0.0.0 à 223.255.255.255

CLASSE D ET E

Classe D :

de 11 10 00 00 . 00 00 00 00 . 00 00 00 00 . 00 00 00 00

à 11 10 11 11 . 11 11 11 11 . 11 11 11 11 . 11 11 11 11

La plage d'adresses possibles de: **224.0.0.0 à 239.255.255.255**

Classe E :

de 11 11 00 00 . 00 00 00 00 . 00 00 00 00 . 00 00 00 00

à 11 11 01 11 . 11 11 11 11 . 11 11 11 11 . 11 11 11 11

La plage d'adresses possibles de **240.0.0.0 à 247.255.255.255**

VALEURS PARTICULIÈRES : ADRESSE D'UN RÉSEAU

- **La partie hôte** de l'adresse ne peut pas être composée exclusivement de 0 → (00000000 en binaire ou 0 en décimal).
- Dans le cas où la partie hôte comporte uniquement des zéro alors cette adresse correspond à **l'adresse d'un réseau (identité de réseaux)**
- **Exemple :**
 - Dans l'adresse de classe A
90.25.48.10 : l'adresse 90.0.0.0 correspond à une adresse de réseau
 - Dans l'adresse de classe B
130.100.20.10 : l'adresse 130.100.0.0 correspond à une adresse de réseau
 - Dans l'adresse de classe C
192.5.5.11 : l'adresse 192.5.5.0 correspond à une adresse de réseau.
- L'adresse qui comporte uniquement des zéro dans la partie réseau et hôte : 0.0.0.0 désigne tout les réseaux
- Une adresse réseau ne peut pas être attribuée à une machine (adresse non valide)

VALEURS PARTICULIÈRES : LE BROADCAST

- **Adresse de diffusion (broadcast)** : On parle de diffusion lorsqu'une source envoie des données à toutes les unités d'un réseau.
 - Toutes les machines du même réseaux reçoivent le paquet de données
- Quant une adresse **ne contient que des 1** dans la partie hôte. Elle est appelée **adresse de diffusion (broadcast)**

Exemple :

- L'adresse de diffusion correspondant à l'adresse de Classe A 90.25.48.10 est 90.255.255.255
- L'adresse de diffusion correspondant à l'adresse de Classe B 130.100.20.10 est 130.100.255.255
- L'adresse de diffusion correspondant à l'adresse de Classe C 192.5.5.11 est 192.5.5.255
- Une adresse réseau ne peut pas être attribué a une machine (adresse non valide)

MASQUE DE RÉSEAU

- C'est une combinaison de bits utilisée pour décrire la portion d'une adresse qui désigne le réseau et la portion qui désigne l'hôte
- Il est calculé comme suit :
 - Exprimez l'adresse IP au format binaire.
 - Remplacez tous les bits de *la portion réseau de l'adresse par des 1*.
 - Remplacez tous les bits de *la portion hôte de l'adresse par des 0*.
 - Enfin, convertissez l'adresse binaire au format décimal.

Le masque par défaut pour:

- **Classe A: 255.0.0.0 → /8**
- **Classe B: 255.255.0.0 → /16**
- **Classe C: 255.255.255.0 → /24**

RÉSUMÉ

	Plage	Bits	Forme	Masque par défaut	Nombre réseaux	Hôtes par réseau (adresses utilisables)
A	1 - 126	0	R.H.H.H	255.0.0.0	126 ($2^7 - 2$)	16,777,214 ($2^{24} - 2$)
B	128 - 191	1 0	R.R.H.H	255.255.0.0	16,382 ($2^{14} - 2$)	65,534 ($2^{16} - 2$)
C	192 - 223	1 1 0	R.R.R.H	255.255.255.0	2,097,150 ($2^{21} - 2$)	254 ($2^8 - 2$)

EXERCICE I

Complétez le tableau suivant en indiquant :

- **La classe de chaque adresse IP**
- **Si les adresses IP sont valides ou non (justifier votre réponse) .**

Adresse	Classe	Valide ou non	Justification
150.100.255.255			
175.100.255.18			
195.234.253.0			
100.0.0.23			
188.258.221.176			
127.34.25.189			

Adresse IP	Classe	Valide (Oui/Non)	Justification
150.100.255.255	B	NON	Il s'agit d'une adresse de broadcast pour un réseau de classe B (la partie hôte - troisième et quatrième octets - ne contient que des 1) et elle ne peut pas être utilisée pour une adresse hôte.
175.100.255.18	B	OUI	La partie hôte (troisième et quatrième octets pour un total de 16 bits) est 1111111.00010010 et elle ne comprend pas que des 0 ou des 1. L'adresse est valide même si le troisième octet ne comprend que des 1.
195.234.253.0	C	NON	Il s'agit de l'adresse réseau de ce réseau et elle ne peut pas être utilisée comme adresse hôte puisque tous les bits d'hôte sont à 0.

100.0.0.23	A	OUI	La partie hôte de l'adresse (deuxième, troisième et quatrième octets pour un total de 24 bits) est 00000000.00000000.00010111 et elle ne comprend pas que des 0 ou des 1. L'adresse est valide même si les deuxième et troisième octets ne comprennent que des 0.
188.258.221.176	B	NON	Elle n'est pas valide car le deuxième octet est supérieur à 255. Aucun octet ne peut avoir une valeur supérieure à 255 (1 partout), et ce, quelle que soit l'adresse IP (réseau ou hôte).
127.34.25.189	A	NON	Elle n'est pas valide car le nombre 127 ne peut pas être utilisé dans le premier octet puisque cette valeur est réservée à des fins de diagnostic.

Exercice 2 : compléter le tableaux suivant ?

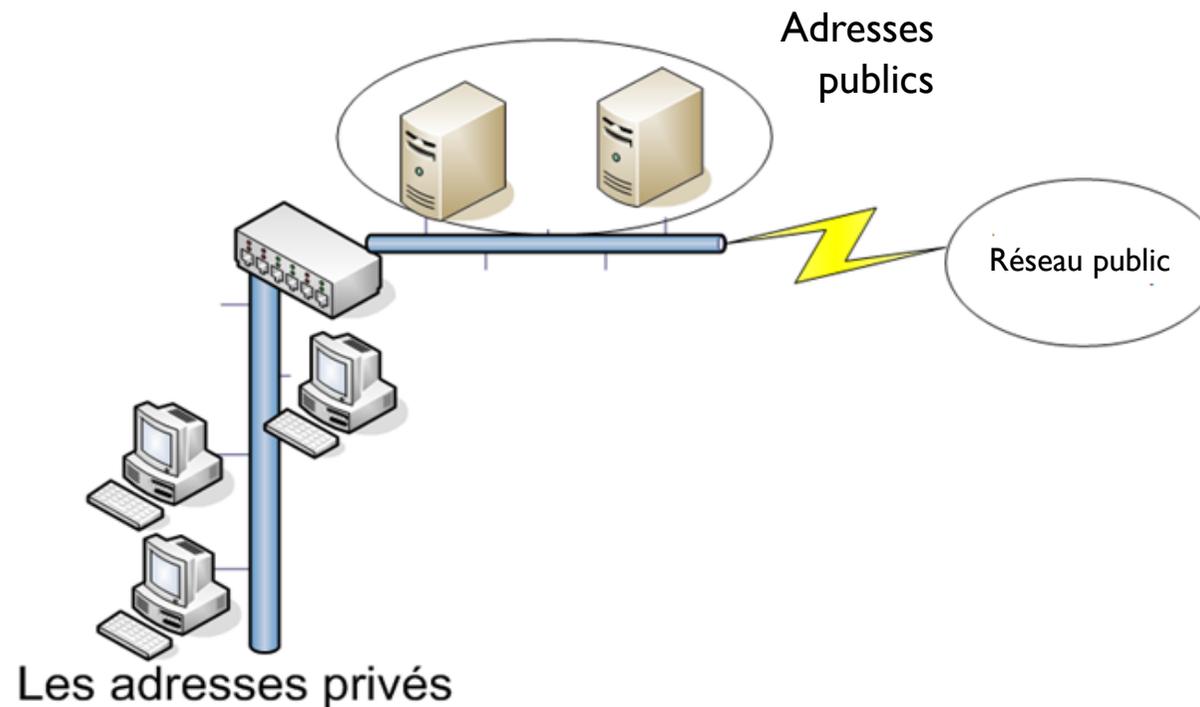
Adresse IP hôte	Classe d'adresses	Adresse réseau	Partie hôte	Adresse de broadcast	Masque de réseau par défaut
216.14.55.137					
123.1.1.15					
150.127.221.244					
194.125.35.199					
175.12.239.244					

Solution

Adresse IP hôte	Classe d'adresses	Adresse réseau	Partie hôte	Adresse de broadcast réseau	Masque de réseau par défaut
216.14.55.137	C	216.14.55.0	137	216.14.55.255	255.255.255.0
123.1.1.15	A	123.0.0.0	1.1.15	123.255.255.255	255.0.0.0
150.127.221.244	B	150.127.0.0	221.244	150.127.255.255	255.255.0.0
194.125.35.199	C	194.125.35.0	199	194.125.35.255	255.255.255.0
175.12.239.244	B	175.12.0.0	239.244	175.12.255.255	255.255.0.0

ADRESSES RÉSEAU PUBLIC

- Les adresses IP sont attribuées aux entreprises et aux organismes par l'**InterNIC (Internet Network Information Center)** pour **assurer l'unicité de ces adresses**
- Ces adresses sont dit **publics** .



ADRESSES IP PRIVÉES → UTILISÉS DANS UN RÉSEAU PRIVÉ

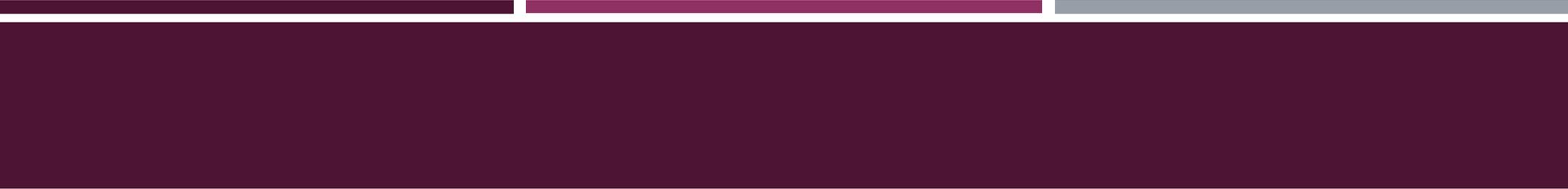
- Si les machines d'un réseau ne sont pas connectés à d'autres réseaux ou ont pas besoin d'être visibles de l'extérieur.
- Cela ne nécessitent pas d'avoir une adresse IP public → on peut alors utiliser des adresses de réseau privé .

Attribution d'adresse à une machine

Il existe plusieurs façons d'attribuer une adresse IP à un équipement:

- Certaines machines possèdent toujours la même **adresse (adresse statique)** : cette adresse est attribuée d'une manière manuelle (en utilisant une commande ou via une interface graphique).
 - Exemple : la commande suivante sous Linux permet d'attribuer une adresse IP:

```
ifconfig eth0 192.168.3.4 netmask 255.255.255.0
```
- Certaines machines possèdent une adresse qui change à chaque démarrage (adresse dynamique) : cette adresse est attribuée d'une façon dynamique et automatique par une autre machine (serveur DHCP : Dynamic Host Configuration Protocol).



POURQUOI CRÉER DES SOUS-RÉSEAUX ?

SOUS-RÉSEAUX

Définition :

- Un sous-réseau est un sous-ensemble d'un réseau de classe

Intérêts :

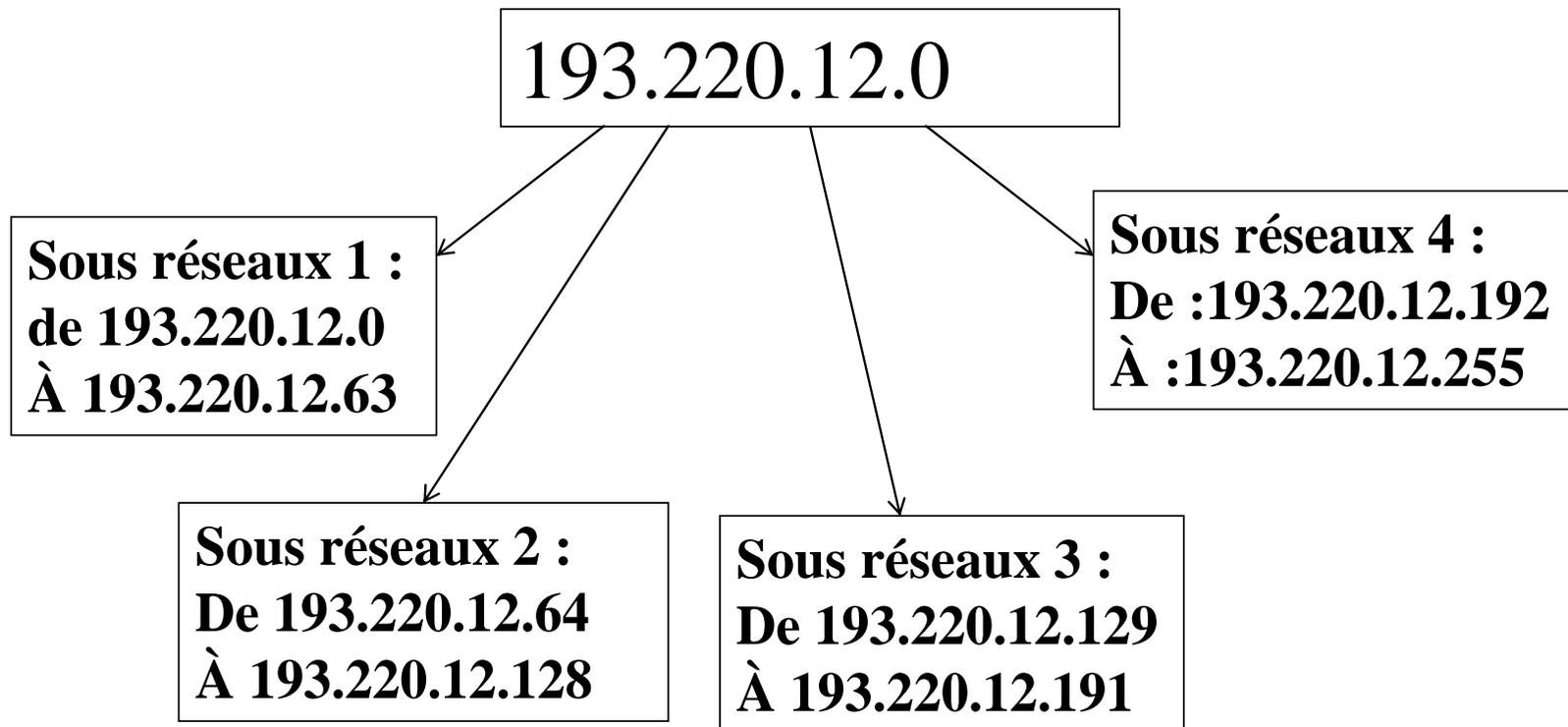
- diviser un réseau de grande taille en plusieurs réseaux physiques connectés par des routeurs (locaux ou distants)
- possibilité de faire coexister des technologies de réseaux différentes
- diminution de la congestion du réseau par redirection du trafic et réduction des diffusions

Comment ?

- ID sous-réseau en séparant les bits d'ID d'hôtes en plusieurs sections

-
- Le principal problème de l'adressage IP est le gaspillage de l'espace d'adressage → des adresses réservées mais non attribuées .
 - Par exemple :
 - Si on dispose de 50 machines dans un réseau → cela nécessite 50 adresses
 - La classe la plus adéquate est la classe C (par exemple 193.220.12.0) dont on dispose de 254 hôtes → utiliser 50 adresses seulement .
 - Mais le reste des adresses (204 adresses) sont inutilisées et ne peuvent pas être affectées ailleurs puisque l'adresse réseau est déjà attribué.
 - Donc pourquoi ne pas utiliser les adresses d'**un réseaux ayant une capacité qui répond juste au besoin sans gaspiller les adresses** → cela revient a prendre **une partie (sous réseaux) du réseaux global** au lieu de prendre la totalité des adresses offertes par ce réseau .

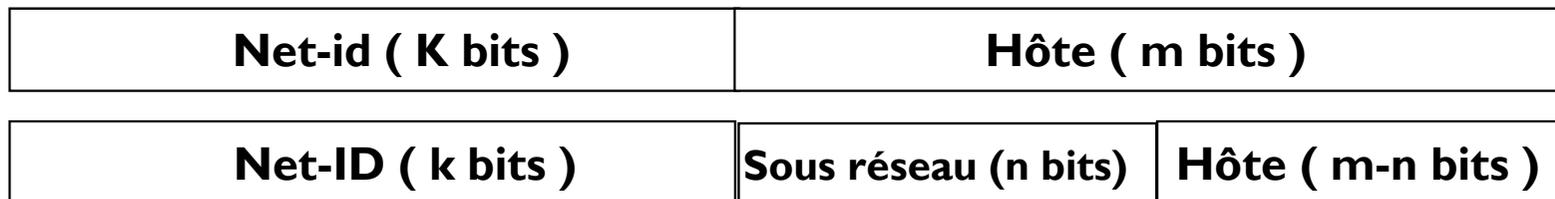
- Dans l'exemple on a besoin de 50 adresses pour 50 machines
- On divise le réseau globale (192.200.12.0) en 4 sous-réseaux → chaque sous-réseaux comporte 64 adresses .
- On utilise l'un de ces sous réseaux pour notre besoin et les autres peuvent être utilisés ailleurs .



-
- Comment déterminer les sous réseaux (comment déterminer l'adresse de chaque sous réseaux)
 - Comment calculer le masque des sous réseaux
 - Comment calculer l'intervalle des adresses valides de chaque sous réseaux.
 - Comment calculer l'adresse du broadcast de chaque sous réseaux.

Pour effectuer ce découpage :

- Prendre **n bits de la partie hôte** → ces bits doivent être réattribués a la partie réseau dans l'adresse.
- Le nombre de bits a empruntés dépend du nombre de sous réseaux qu'on veut avoir et le nombre de machines dans chaque sous réseaux
 - Exemple : si on veut avoir deux sous réseaux alors emprunter 1 bit.
 - Si on veut avoir 4 sous réseaux , emprunter 2 bits (2^2).
 - Si on veut avoir 7 sous réseaux alors emprunter 3 bits ($2^3=8$ sous réseaux) → utiliser uniquement 7 .



Le net-id des nouveaux sous réseaux est constitué de $k+n$ bits

-
- Cette opération est souvent appelée « **emprunt** » de bits.
 - L'emprunt se fait toujours à partir **du bit d'hôte situé le plus à gauche**.
 - Chaque combinaison des bits empruntés représente un sous réseau (2^n sous réseaux).
 - Le nombre de bits qui reste détermine le nombre d'adresses utilisables dans le sous réseaux

$(2^{\text{nombre de bits hôtes restants}}) - 2 = \text{adresses utilisables} .$

- La soustraction correspond aux deux adresses réservées que sont l'adresse du réseau et l'adresse de broadcast du réseau.

EXEMPLE I

- Soit l'adresse du réseau de la classe C : 192.55.12.0

En binaire : 11000000.00110111.00001100.00000000

- Supposant qu'on veut avoir **deux sous réseaux** (128 adresses dans chaque sous réseaux):

- Dans ce cas on prend un bit de la partie hôte (dernier octet).

11000000.00110111.00001100.00000000

- Le premier sous réseaux : 11000000.00110111.00001100.00000000

192.55.12.0 (intervalle d'adresse : 192.55.12.0 - 192.55.12.127)

- Le deuxième sous réseaux : 11000000.00110111.00001100.10000000

192.55.12.128 (intervalle d'adresse : 192.55.12.128 - 192.55.12.255)

- Supposant qu'on veut avoir 4 sous réseaux :
- Dans ce cas on prend deux bits de la partie hôte (chaque sous réseaux comporte 64 adresses) 11000000.00110111.00001100.00000000

- Le premier sous réseaux : 11000000.00110111.00001100.00000000
 192.55.12.0 (intervalle d'adresse : 192.55.12.0 - 192.55.12.63)
- Le deuxième réseaux : 11000000.00110111.00001100.01000000
 192.55.12.64 (intervalle d'adresse : 192.55.12.64 - 192.55.12.127)
- Le troisième réseaux : 11000000.00110111.00001100.10000000
 192.55.12.128 (intervalle d'adresse : 192.55.12.128 - 192.55.12.191)
- Le quatrième réseaux : 11000000.00110111.00001100.11000000
 192.55.12.192 (intervalle d'adresse : 192.55.12.192 - 192.55.12.255)

MASQUE DES SOUS-RÉSEAUX

- Lorsque on utilise les sous réseaux , le masque **réseau par défaut n'est plus valable** , puisque nous avons rajouter des bits supplémentaires au net-id.
- La nouvelle valeur du masque pour les sous réseaux est calculée comme suit :
 - Prendre le masque par défaut du réseau initial
 - Compléter les bits empruntés de la partie hôte par des 1
 - et laisser les bits restant de la partie hôte à zéro .

Exemple :

Avec deux sous réseaux , pour l'adresse de la classe C 192.55.12.0.

Mask par défaut (255.255.255.0) : 11111111.11111111.11111111.00000000

Le mask des nouveaux sous réseaux :

11111111.11111111.11111111.**1**0000000 → 255.255.255.128 ou indiquer juste le nombre de bits à 1 /25

Donc le premier réseaux : 192.55.12.0/25

Le deuxième sous réseaux : 192.55.12.128/25

-
- Supposant qu'on veut avoir 4 sous réseaux :
 - Dans ce cas on prend deux bits de la partie hôte
11000000.00110111.00001100.00000000
 - Nombre de bits empruntés = 2 bits :

Le nouveau masque 11111111.11111111.11111111.11000000 → 255.255.255.192

- Le premier réseaux : 192.55.12.0/26 .
- Le deuxième réseaux : 192.55.12.64/26 .
- Le troisième réseaux : 192.55.12.128/26 .
- Le quatrième réseaux : 192.55.12.192/26 .

ADRESSE DE BROADCAST POUR LES SOUS RÉSEAUX

- L'adresse de broadcast est une adresse dont les bits qui constituent la partie hôte **ne contient que des 1** .
- Dans le cas des sous réseaux l'adresse du broadcast n'est pas la même pour tout les sous réseaux.
- Pour calculer l'adresse de broadcast d'un sous réseaux :
 - Ecrire l'adresse de ce sous réseaux en binaire.
 - Remplir la partie hôte uniquement avec des 1
 - Et traduire par la suite en décimal

Exemple :

- Le premier réseaux 192.55.12.0 : 11000000.00110111.00001100.00000000
L'adresse de broadcast 11000000.00110111.00001100.00111111 → 192.55.12.63
- Le deuxième réseaux 192.55.12.64 :
11000000.00110111.00001100.01 000000
11000000.00110111.00001100.01111111 → 192.55.12.127
- Le troisième réseaux 192.55.12.128 :
11000000.00110111.00001100.10 000000
11000000.00110111.00001100.10111111 → 192.55.12.191
- Le quatrième réseaux 192.55.12.192 :
11000000.00110111.00001100.11 000000
11000000.00110111.00001100.11111111 → 192.55.12.255

INTERVALLE DES ADRESSES VALIDES

- Eliminer l'adresse réseau et l'adresse de broadcast
- Supposant qu'on veut avoir 4 sous réseaux :
- Dans ce cas on prend deux bits de la partie hôte (chaque sous réseaux comporte 64 adresses)
11000000.00110111.00001100.00000000
- Le premier sous réseaux : 11000000.00110111.00001100.00000000
192.55.12.0 (adresse valide : 192.55.12.1 - 192.55.12.63)
- Le deuxième réseaux : 11000000.00110111.00001100.01000000
192.55.12.64 (adresse valide : 192.55.12.65 - 192.55.12.126)
- Le deuxième réseaux : 11000000.00110111.00001100.10000000
192.55.12.128 (adresse valide : 192.55.12.129 - 192.55.12.190)
- Le deuxième réseaux : 11000000.00110111.00001100.11000000
192.55.12.192 (adresse valide : 192.55.12.193 - 192.55.12.254)

Exercice 1

Soient les trois machines A,B,C ayant pour adresse :

A : 192.168.0.133 / 25

B : 192.168.0.200 / 27

C : 192.168.0.220 / 26

- Donner l'adresse réseaux de chaque machine et indiquez la valeurs du masque de sous réseau sous la forme décimal?.
- Combien de machines existent dans le réseau de la machine A et B ?

Solution

	Adresse du réseau	Le masque
A	<p>192.168.0.133 / 25 11000000. 10101000. 00000000. 10000101 Le mask est sur 25 bits 11000000. 10101000. 00000000. 10000000 192.168.0.128</p>	<p>1111 1111. 1111 1111. 1111 1111. 10000000 255.255.255.128 Il existe $2^7-2 = 126$ machines</p>
B	<p>192.168.0.200 / 27 11000000. 10101000. 00000000. 11001000 Le mask est sur 27 bits 11000000. 10101000. 00000000. 11000000 192.168.0.192</p>	<p>1111 1111. 1111 1111. 1111 1111. 11100000 255.255.255.224 Il existe $2^5-2 = 30$ machines</p>
C	<p>192.168.0.220 / 26 11000000. 10101000. 00000000. 10111100 Le mask est sur 26 bits 11000000. 10101000. 00000000. 11000000 192.168.0.192</p>	<p>1111 1111. 1111 1111. 1111 1111. 11000000 255.255.255.192 Il existe $2^6-2= 62$ machines</p>

EXERCICE 2

L'adresse réseau de votre organisme est 150.193.0.0

Vous avez besoin de 50 sous-réseaux . Chaque sous-réseau comporte 750 hôtes.

- Quelle est la classe d'adresse ?
- Quel est le masque par défaut ?
- Combien de bits faut-il emprunter à la partie hôte de l'adresse réseau pour créer au moins 50 sous-réseaux ayant chacun au moins 750 hôtes ?
- Quel sera le masque de sous-réseau
- Donnez, pour les 4 premier sous réseau, la plage des adresses machines et l'adresse de broadcast.

SOLUTION

- Adresse réseau :
150.193.0.0 = 1001 0110 . 1100 0001 . 0000 0000 . 0000 0000
- C'est une adresse de la classe B
- NET-ID sur 16 bits
- Hôte sur 16 bits
- Masque par défaut 255.255.0.0
- On dispose de 50 machines $32 < 50 < 64 = 2^6$ donc on aura besoin d'emprunter **6 bits de la partie hôte**
- il reste 10 bits dans la partie hôte , avec 10 bits on peut avoir $2^{10} = 1024$ machines > 750
- Masque de sous-réseau =
1111 1111 . 1111 1111 . 1111 1100 . 0000 0000 = 255.255.252.0

N° de sous-réseau	Adresse de sous-réseau	Plage d'adresses d'hôte IP	Adresse broadcast
1	150.193.0.0 De 1001 0110 . 1100 0001 . 000000 00 . 0000 0000 À 1001 0110 . 1100 0001 . 000000 11 . 11111110	150.193.0.1 à 150.193.3.254	150.193.3.255
2	150.193.4.0 De 1001 0110 . 1100 0001 . 000001 00 . 0000 0000 À 1001 0110 . 1100 0001 . 000001 11 . 11111110	150.193.4.1 à 150.193.7.254	150.193.7.255
3	150.193.8.0 De 1001 0110 . 1100 0001 . 000010 00 . 0000 0000 À 1001 0110 . 1100 0001 . 000010 11 . 11111110	150.193.8.1 à 150.193.11.254	150.193.11.255
4	150.193.12.0 De 1001 0110 . 1100 0001 . 000011 00 . 0000 0000 À 1001 0110 . 1100 0001 . 000011 11 . 11111110	150.193.12.1 à 150.193.15.254	150.193.15.255

LINUX : POSITIONNER/MODIFIER UNE ADRESSE IP

- La manipulation des adresses IP se fait à l'aide de l'utilitaire `ifconfig`.

- Syntaxe :

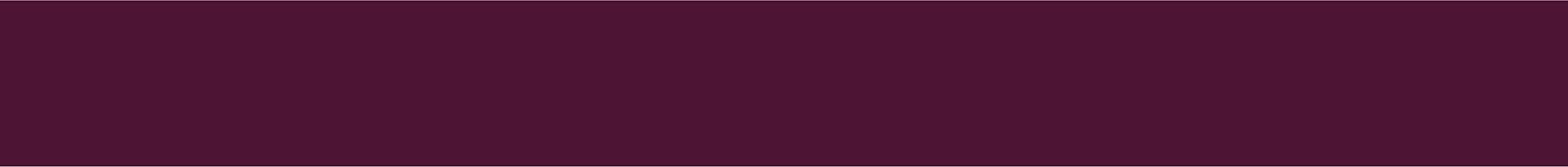
```
ifconfig interface @IP netmask masque ...
```

- Exemples :

```
ifconfig eth0 (consulter la configuration de l'interface eth0)
```

```
ifconfig eth0 192.168.0.1 netmask 255.255.255.0 (configurer l'interface eth0)
```

```
ifconfig eth0 down (Suppression de la configuration de l'interface eth0)
```

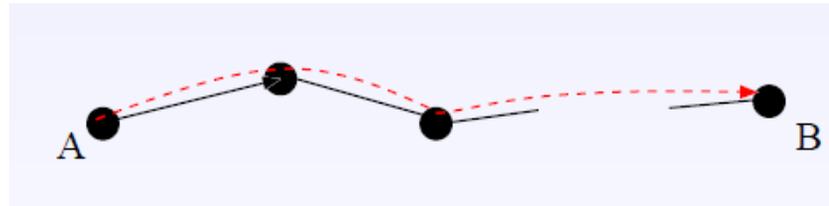


Routage dans IP

- Principes de base
- Manipulation des tables de routage

PROBLÉMATIQUE DU ROUTAGE

- **Objectif** : Acheminer des datagrammes IP d'une machine source A vers une machine destination B.
- **Problématique** : Comment atteindre la machine B en connaissant son adresse IP?



-> Nécessité d'identifier toutes les machines intermédiaires

ROUTAGE IP : PRINCIPE DE BASE

Définition :

- Processus de choix des chemins par lesquels les paquets sont transmis à la machine destinataire
- Processus basé sur une table de routage IP routing table contenant les informations relatives aux différentes destination possibles et à la façon de les atteindre
- Exemple : `netstat -r` (sous UNIX)

Principe de base :

- L'émetteur ne connaît pas la route complète mais l'adresse du prochain site IP qui le rapprochera de la destination (prochain saut)
- Simplicité des tables de routage
- Changements dynamiques possibles (en cas de pannes par exemple)

ROUTAGE IP : ALGORITHME DE BASE (1/2)

- Extraire du datagramme l'adresse IP de destination (IPDest)
- Calculer l'adresse du réseau de destination (IPRes)
- Si cette adresse IPRes correspond à l'adresse réseau du réseau local :
 - ❖ IPdest est directement accessible sur le réseau élémentaire commun
 - ❖ La couche IP locale tente la translation adresse logique Ipdest en une adresse physique à travers la table maintenue en cache
 - ❖ Si le réseau est de type Ethernet (Tokenring, ...), le protocole ARP est utilisé pour construire les éventuelles entrées manquantes dans la table et émettra le datagramme
 - ❖ Si le réseau est d'un autre type (Transpac, ...), les adresses physiques destinataires X2I auront dû être configurées à la main au préalable

ROUTAGE IP : ALGORITHME DE BASE (2/2)

- Sinon (ce n'est pas une adresse accessible, il faut alors consulter la table de routage IP locale)
 - Si *IPres* est dans la table alors :
 - ❖ Router le datagramme selon les indications de la table (vers un autre noeud du réseau local, avec résolution adresse IP -> adresse physique, ou vers un autre coupleur connecté à un réseau externe)
 - Sinon *IPres* n'est pas dans la table alors
 - ❖ Prendre la route par défaut indiquée dans la table
 - ❖ Router le datagramme selon les indications de l'entrée par défaut de la table (vers un autre noeud du réseau local, avec résolution adresse IP -> adresse physique, ou vers un autre coupleur connecté à un réseau externe)

TABLES DE ROUTAGE IP DANS LINUX

La consultation/modification de la table de routage peut être faite avec la commande route.

Exemple :

Destination	Passerelle	Genmask	Indic	Metric	Ref	Use	Iface
147.210.20.0	*	255.255.255.0	U	0	0	0	eth0
default	vlan2.univ-guelma.dz	0.0.0.0	UG	0	0	0	eth0

Cette table de routage montre que :

- Notre hôte peut dialoguer directement avec les machines faisant partie du réseau 147.210.20.0/24
- La route par défaut le fait passer par la passerelle vlan2.univ-guelma.dz

TABLES DE ROUTAGE IP DANS LINUX

La consultation/modification de la table de routage peut être faite avec la commande `route`.

Exemple :

- `route add default gw @passerelle` (ajouter une route par défaut)
- `route add -host @hôte gw @passerelle deviface` (ajouter une route utilisant l'interface réseau iface vers un hôte particulier)
- `route add -net @réseau netmask masque deviface gw @passerelle` (ajouter une route utilisant l'interface iface vers un réseau particulier)

Pour les suppressions de route, il suffit de remplacer l'opération `add` par `del`.

ANALYSE DE LA ROUTE

- traceroute montre le chemin vers des machines distantes en indiquant chaque 'hop' (saut) que fait un paquet sur la route vers la destination.

Sous les systèmes UNIX/Linux, la commande traceroute est la suivante :

traceroute nom.de.la.machine

Sous les systèmes Windows, la commande traceroute est la suivante :

tracert nom.de.la.machine

Mise en place d'un réseau

- comment connecter des machines entre elles?
- Routage avec Linux

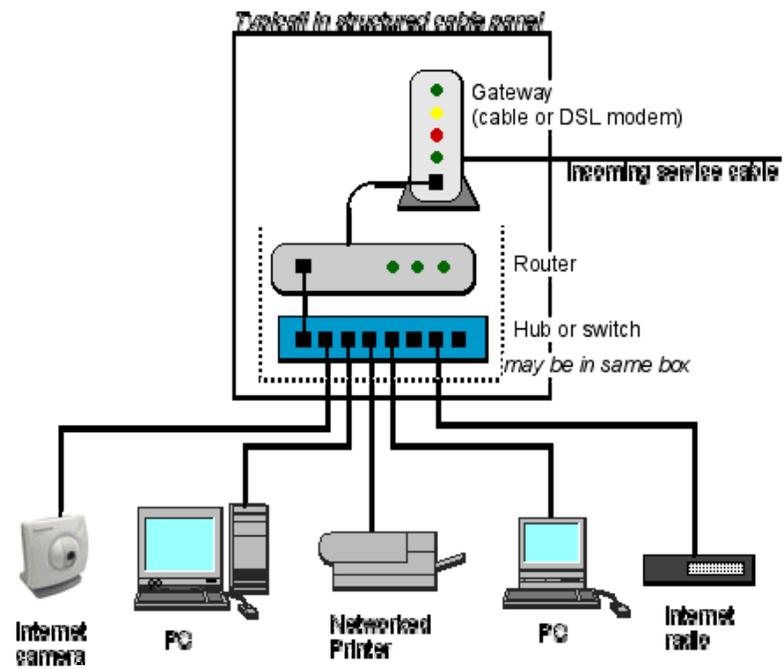
DIFFÉRENCES ENTRE ROUTEURS ET PASSERELLE

- **Passerelle.** Élément faisant relais entre deux réseaux physiques utilisant des technologies différentes.
- **Routeur.** Élément reliant deux réseaux différents (et les faisant communiquer).

BASE DE COMPARAISON	PASSERELLE	ROUTEUR
Fonctionne sur	Couche de liaison de données	Network layer
Stocker et transférer	Frame	Packet
Lecture	Adresse MAC de l'appareil	Adresse IP de l'appareil
Travaille sur	Domaine de diffusion unique	Plus d'un domaine de diffusion

La différence est difficile à mettre en évidence de nos jours.

EXEMPLE



LINUX ET ROUTAGE

- Support pour le routage disponible dans le noyau Linux.
- Nécessité d'activer la fonctionnalité de "relais" dans le noyau. Deux méthodes peuvent être utilisées :
- Modifier le paramètre qui contrôle la fonctionnalité :

```
echo 1 > /proc/sys/net/ipv4/ip_forward
```

- Configuration automatique à chaque démarrage :

Ajout de `net.ipv4.ip_forward=1` au fichier `/etc/sysctl.conf`

POURQUOI AVOIR DES ADRESSES PRIVÉES?

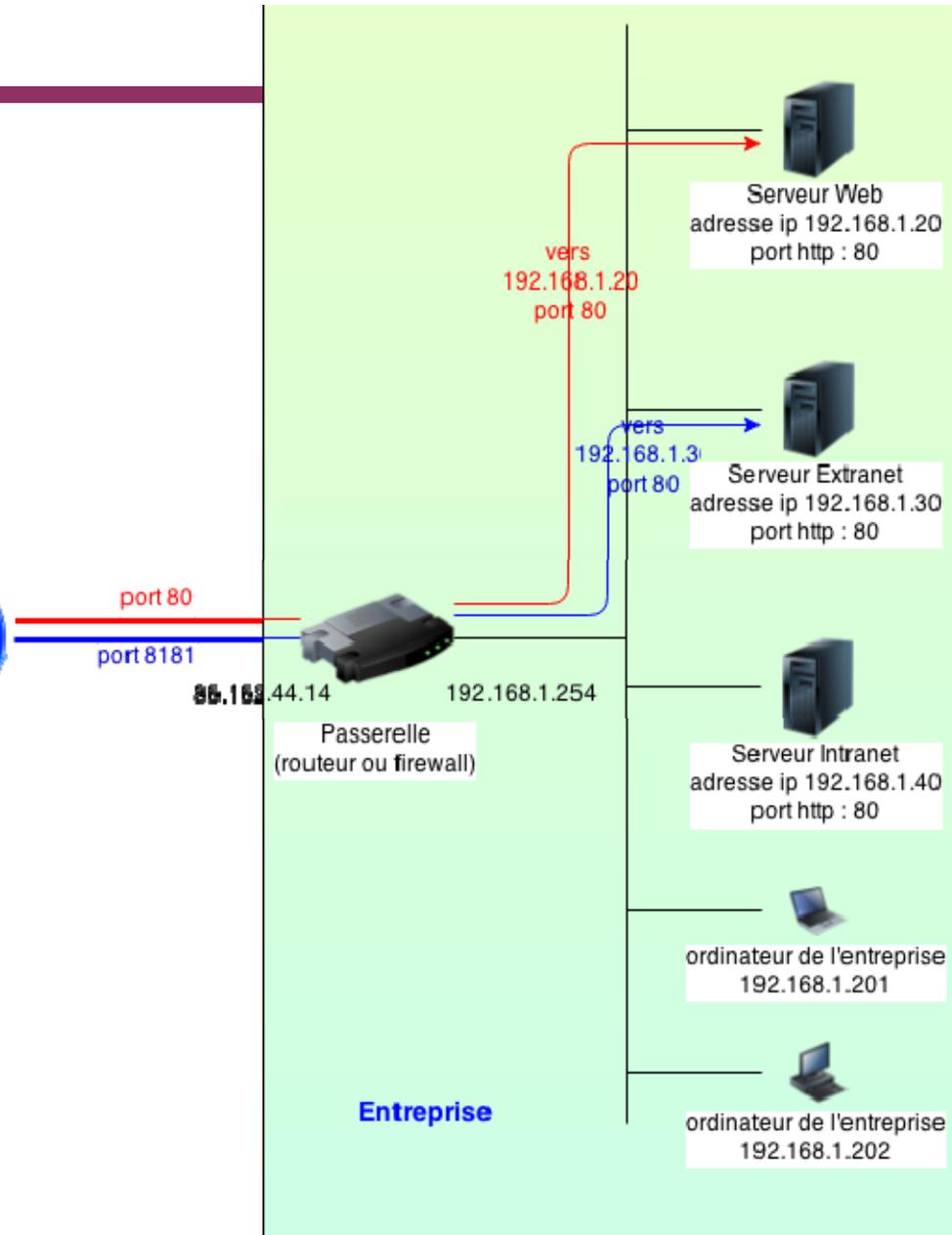
- Gérer les adresses au sein d'un réseau
- Masquer l'intérieur du réseau par rapport à l'extérieur (le réseau peut être vu comme une seule et même machine)
- Améliorer la sécurité pour le réseau interne
- Faciliter la modification de l'architecture du réseau interne

Mécanisme de translation d'adresses (NAT - Network Address Translation). Deux types de NAT :

- **statique.** association entre n adresses publiques et n adresses privées.
- **dynamique.** association entre 1 adresse publique et n adresses privées.

Un exemple pour comprendre (1/2)

- ❑ **un serveur web** accessible en interne via le port 80. (et accessible depuis l'extérieur avec ce même port)
- ❑ **un serveur extranet (web)** accessible en interne via le port 80 et depuis l'extérieur via le port 8181.
- ❑ **un serveur intranet (web)** accessible en interne uniquement via le port 80.



Un exemple pour comprendre (2/2)

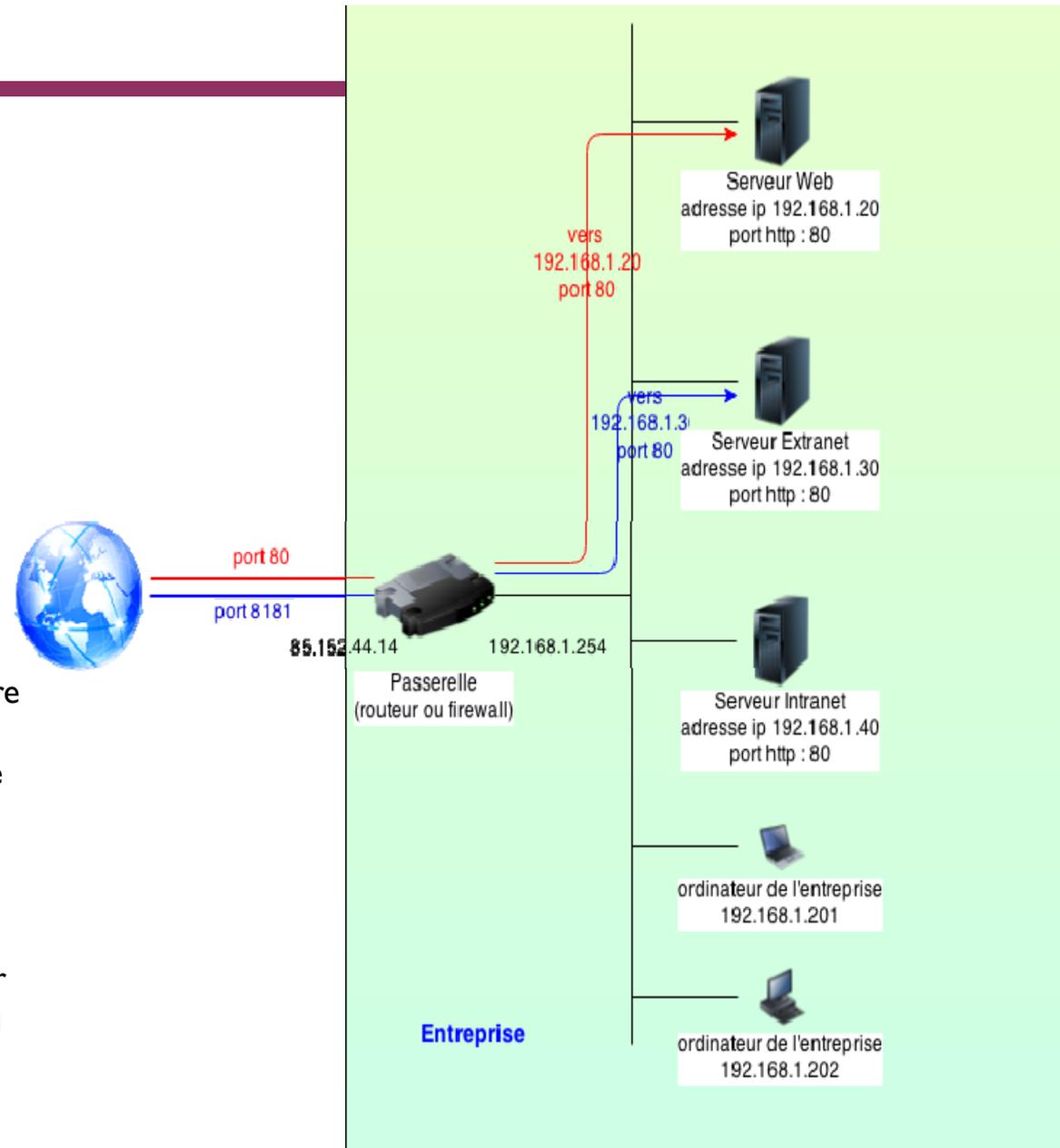
Pour se connecter au serveur web :

- ❑ en interne, il faut se connecter sur l'adresse 192.168.1.20 avec le port 80.
- ❑ en externe, il faut se connecter sur l'adresse publique de l'entreprise 85.152.44.14 sur le port 80 : la passerelle va traduire cette adresse vers l'adresse interne 192.168.1.20 sans changer le port. (circuit rouge)

Pour se connecter au serveur extranet :

- ❑ en interne, il faut se connecter sur l'adresse 192.168.1.30 avec le port 80.
- ❑ en externe, il faut se connecter sur l'adresse publique de l'entreprise 85.152.44.14 sur le port 8181 : la passerelle va traduire cette adresse vers l'adresse interne 192.168.1.30 en changeant le port en 80. (circuit bleu). **C'est un exemple typique de PAT !**

- ❑ Pour se connecter au serveur intranet :
- ❑ en interne, il faut se connecter sur l'adresse 192.168.1.40 avec le port 80.
- ❑ en externe, il n'est pas possible de se connecter depuis l'extérieur car il n'y a aucun port défini permettant à la passerelle de faire du PAT vers le serveur Intranet.



REFERENCES

- Abdou Guermouche, Administration réseaux, University of Bordeaux I.
- Bergstra, J., & Burgess, M. (Eds.). (2011). *Handbook of network and system administration*. Elsevier.
- Jang, M. H. (2009). *Ubuntu Server Administration (Network professional's library)*. McGraw-Hill.