

A - Objectifs et compétences

A - 1 Objectifs:

Connaître l'adressage IPv4, les classes d'adressage, l'adressage CIDR, les manipulation de masques IPv4.

A - 2 Compétences:

Savoir définir des adresses IPv4 publiques et privées et leur associer un masque d'adressage.

Savoir retrouver le réseau et l'adresse de la machine à partir d'une adresse IPv4.

Savoir calculer le nombre de machines possibles en fonction d'un masque IPv4.

B - Adressage IPv4

Une adresse IPv4 est codée sur quatre octets (32bits). C'est un numéro caractérisant une machine branchée sur un réseau. On représente l'adresse IP par quatre valeurs décimales séparées par un point.

Exemple:

l'adresse IPv4 11000000101010000000000100001010 est assez obscure
on la regroupe par octets 11000000 . 10101000 . 00000001 . 00001010

PROBLÈME : Comment manipuler les binaires (octets) en décimaux et inversement

B - 1 Conversion binaire décimal :

On utilise la définition d'un nombre sous une base 2.

Exemple de conversion : $101_B = 1 \cdot 2^2 + 0 \cdot 2^1 + 1 \cdot 2^0 = 5_D$

On fait la somme des poids des colonnes de 1, de manière plus rapide

2^7	2^6	2^5	2^4	2^3	2^2	2^1	2^0
128	64	32	16	8	4	2	1

1	0	0	0	1	0	1	0	$128+8+2=138$
---	---	---	---	---	---	---	---	---------------

Remarques: un nombre de 8 bits est appelé octet. Le bit de poids fort dans un nombre binaire est appelé Most Significant Bit (MSB), celui de poids faible le LSB (Least Significant Bit).

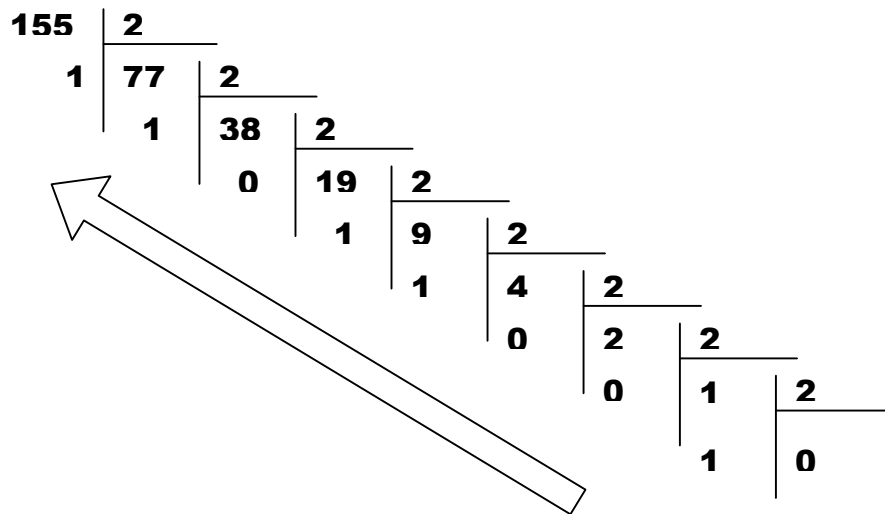
B - 2 Conversion binaire hexadécimal :

Rappel des chiffres hexadécimaux : 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 A B C D E F

On segmente, à partir de la droite, le nombre binaire en tranches de 4 bits que l'on convertit directement en hexadécimal. Comme tout nombre on peut mettre un nombre quelconque de 0 devant les chiffres représentatifs.

Exemple de conversion :

$$10010_B = 0001\ 0010_B = 12_H$$

B - 3 Conversion décimal binaire

Pour éviter toute incertitude on poursuit la division jusqu'à avoir un quotient de 0 et un reste de 1

Résultat : **155 = 10011011_B**

On peut aussi utiliser la méthode des puissances en enlevant la valeur de chaque poids :

128	64	32	16	8	4	2	1
-----	----	----	----	---	---	---	---

1								155 - 128 = 27
1	0	0	1					27 - 16 = 11
1	0	0	1	1	0			11 - 8 = 3
1	0	0	1	1	0	1	1	3 - 2 = 1

B - 4 Conversion décimal hexadécimal

On procèdera à une conversion en binaire puis à une segmentation par quartet (4 bits) pour obtenir le nombre hexadécimal.

$$155 = 10011011_B = 1001 \ 1011_B = 9B_H$$

$$\text{vérification : } 9 \text{ fois } 16 + B = 9 \text{ fois } 16 + 11 = 155$$

B - 5 Reprise de l'exemple précédent d'adresse IPv4 :

l'adresse IPv4 110000001010100000000000100001010
on la regroupe par octets 11000000 . 10101000 . 00000001 . 00001010

128	64	32	16	8	4	2	1
-----	----	----	----	---	---	---	---

1	1	0	0	0	0	0	0	128+64=192
1	0	1	0	1	0	0	0	128+32+8=168
0	0	0	0	0	0	0	1	1
0	0	0	0	1	0	1	0	8+2=10

Réponse cette adresse IPv4 se note : 192.168.1.10

B - 6 Convention - classes d'adresses IPv4:

L'adresse IP est divisée en deux champs. La première partie identifie le réseau (le Net_ID). Ce champ de l'adresse IP est donc le même pour tous les hôtes connectés à un même réseau. La deuxième partie de l'adresse IP (l'HOST_ID), identifie l'hôte individuel (la machine proprement dite).

Les classes d'adresses sont définies en fonction de la taille de ces deux champs.

	Bits de réseau	Bits de machine	Bits donnant la classe	
Classe	Octet 1	Octet2	Octet 3	Octet 4
Classe A	00000000	00000000	00000000	00000000
Classe B	10000000	00000000	00000000	00000000
Classe C	11000000	00000000	00000000	00000000
Classe D	11100000	00000000	00000000	00000000

La classe A 1.0.0.1 à 126.255.255.255
126 réseaux de 16 millions de machines.

La classe B : 128.0.0.1 à 191.255.255.255
16 000 réseaux de 65000 machines.

La classe C : 192.0.0.1 à 223.255.255.255
2 millions de réseaux de 254 machines.

La classe D : 224.0.0.1 à 239.255.255.255
utilisées pour le multicast (la diffusion). Adresse uniquement de destination.

C - Adresses IPv4 publiques, privées, particulières

Les adresses IPv4 sont de deux types publiques et privées.

Adresses publiques :

Elles permettent d'identifier de **manière unique** une machine **dans le monde entier** (comparable à une plaque d'immatriculation qui serait internationale). Elles sont délivrées par un FAI sous contrôle de l'IANA (Internet Assigned Numbers Authority) antérieurement par InterNIC.

Adresses privées :

Elles permettent d'identifier de **manière unique** une machine **dans un réseau privé** par exemple une entreprise (comparable à une plaque d'immatriculation qui serait valable dans l'entreprise uniquement). Elles ne peuvent évidemment pas servir sur le réseau international. Elles sont choisies de manière libre par le responsable du réseau privé.

Rôle du routeur :

Un routeur permet de relier deux réseaux différents qu'ils soient public/privé ou privé/privé.

C - 1 Plages d'adresses IPv4 privées :

Classe	Plage d'adresses internes RFC 1918
A	10.0.0.0 à 10.255.255.255
B	172.16.0.0 à 172.31.255.255
C	192.168.0.0 à 192.168.255.255

C - 2 Adresses IPv4 réservées ou particulières :

L'adresse **0.0.0.0** noté 0 est réservée pour identifier le réseau sur lequel on est. Cette adresse ne peut être utilisée par une station que durant une phase d'initialisation.

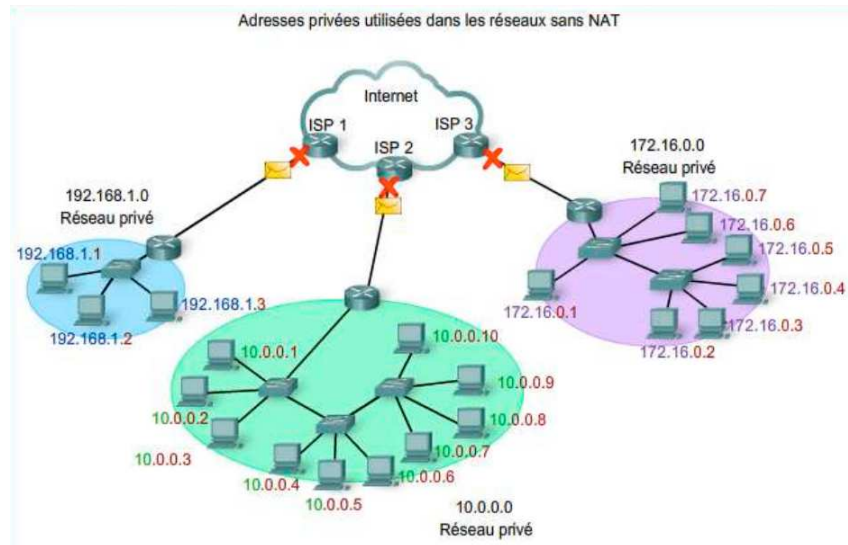
L'adresse **127.x.x.x** appelée adresse de boucle locale, est réservée pour identifier les communications dans la machine. C'est une adresse de test pour les programmes.

Adresse de réseau :

Lorsque tous les bits du champ HOST_ID sont à **zéro**, **l'adresse désigne le réseau**.

Adresse de broadcast ou de diffusion :

Lorsque tous les bits du champ HOST_ID sont à **un**, l'adresse désigne l'adresse de **broadcast** du réseau. Cette adresse permet de joindre tous les hôtes du réseau.



D - Masques d'adresses IPv4

Les masques permettent de calculer quel est l'adresse du réseau et l'adresse de la machine dans ce réseau.

D - 1 Masque selon les classes d'adressage :

Classe A	1.0.0.1	126.255.255.254	255.0.0.0
Classe B	128.0.0.1	191.255.255.254	255.255.0.0
Classe C	192.0.0.1	223.255.255.255	255.255.255.0

Exemple :

Adresse IPv4 : 172.21.88.53 netmask : 255.255.0.0

Recherche de l'adresse réseau

	128	64	32	16	8	4	2	1
172	1	0	1	0	1	1	0	0
21	0	0	0	1	0	1	0	1
88	0	1	0	1	1	0	0	0
53	0	0	1	1	0	1	0	1

	172	21	88	53
Adresse IP	10101100	00010101	01011000	00110101
netmask	11111111	11111111	00000000	00000000
on fait le produit bit à bit	10101100	00010101	00000000	00000000
Adresse réseau	172	21	0	0

Recherche du nombre de machines possibles pour ce réseau

	172	21	X	X
Adresse IP possibles	10101100	00010101	xxxxxxx	xxxxxxx
netmask inversé	00000000	00000000	11111111	11111111
on fait le produit bit à bit	00000000	00000000	xxxxxxx	xxxxxxx
Adresse réseau	0	0	X	X

Les valeurs des deux derniers octets peuvent varier de

0000 0000 0000 0000
 0000 0000 0000 0001
 0000 0000 0000 0010
 0000 0000 0000 0011

....

1111 1111 1111 1100
 1111 1111 1111 1110

1111 1111 1111 1111 soit $2^{16} = 2^8 * 2^8 = 256 * 256 = 65536$ possibilités

Il faut enlever la première valeur qui correspond à l'adresse réseau (0000 0000 0000 0000)

la dernière valeur qui correspond à l'adresse de broadcast du réseau (1111 1111 1111 1111)

Il reste donc **65534** machines adressables sur le réseau 172.21.0.0

Quand on refait ce calcul pour un réseau de classe C on trouve 253 machines adressables. Si Pour notre réseau d'entreprise nous devons adresser 20 000 machines par exemple en choisissant un réseau de classe B on perd la possibilité d'environ 45 000 adresses. Afin d'optimiser le choix des réseaux on va utiliser la notion de CIDR et de sous réseaux.

D - 2 CIDR (Classless Inter-Domain Routing) :

Cette notion a rendu obsolète la notion de classe de réseau en étendant le principe du masque de réseau. Les réseaux sont gérés directement par le CIDR ce qui permet de diminuer les tables de routage. Le masque à une longueur variable, le nombre de bits à 1 est donné par la valeur du CIDR.

Exemple :

Adresse IPv4 : 192.168.10.138/26

Recherche de l'adresse réseau

	192	168	10	138
Adresse IP	-----	-----	-----	10001010
netmask	11111111	11111111	11111111	11000000
on fait le produit bit à bit	-----	-----	-----	10000000
Adresse réseau	192	168	10	128

Recherche du nombre de machines possibles pour ce réseau

	192	168	10	138
Adresse IP possibles	-----	-----	-----	10xxxxxx
netmask inversé	00000000	00000000	00000000	00111111
on fait le produit bit à bit	-----	-----	-----	00xxxxxx
Adresse réseau	0	0	0	X

Les valeurs des 6 derniers bits peuvent varier de

00 0000
 00 0001
 00 0010
 00 0011

....

11 1100
 11 1110

11 1111 soit $2^6 = 64$ possibilités

Il faut enlever l'adresse du réseau et l'adresse de broadcast

Il reste 62 machines adressables sur ce réseau.

Attention : calcul de l'adresse de broadcast de ce réseau

	192	168	10	138
Adresse IP possibles	-----	-----	-----	10xxxxxx
netmask inversé	00000000	00000000	00000000	00111111
	192	168	10	10111111
Adresse de broadcast	192	168	10	191

E - Exercices

Calculer le masque correspondant à une adresse privée de classe A puis de classe B et enfin de classe C.

Q 1. Les adresses suivantes sont-elles des adresses IPv4 valides ? Pour chaque adresse valide, indiquez sa classe et écrivez la sous forme décimale pointée.

11001000100010001010100100011101

134.206.40.0

0xABCDEFFF

0xFEDCBA98

0xED.0xCB.0xA9.0x87

11110001.11001110.10000000.10101010

Q 2. Calculer le masque correspondant à une adresse privée de classe A puis de classe B et enfin de classe C.

Q 3. Soit l'adresse IP de réseau suivante : 172.206.160.0/19

De quelle classe est ce réseau ?

Cette adresse est-elle une adresse privée ?

Donnez la plus petite adresse IPv4 d'une machine sur ce réseau puis la plus grande et enfin l'adresse de diffusion (ou de broadcast)

Q 4. Nous voulons utiliser cette adresse IP pour définir 6 sous-réseaux. Comment définir les adresses de ces sous-réseaux ? Combien pourrions nous avoir de machines au maximum sur chacun de ces sous-réseaux ? Pour chacun des sous-réseaux, en notation CIDR, donnez l'adresse de sous-réseau, l'adresse IP mini et maxi d'une machine et l'adresse de diffusion.

Q 5. Déterminer la classe de l'adresse IP

156.45.200.2

172.16.20.35

8.8.8.8

200.200.200.200

222.222.222.222

128.1.1.1

Q 6. Combien de bits faut-il pour créer le masque de sous-réseau

72 sous-réseaux

15 sous-réseaux

2 sous-réseaux

165 sous-réseaux

Q 7. Donner le masque de sous réseau pour avoir le nombre d'hôtes demandé

réseau 10.10.10.10 72 hôtes

réseau 192.168.0.0 128 hôtes

réseau 172.16.128.0 1340 hôtes

Q 8. Calculer le sous réseau qui permet de prendre en compte le nombre de machines demandées ?

192.168.1.0

100 adresses de PC

192.168.1.128

30 adresses de PC

192.168.128.0

1024 adresses de PC

192.168.248.0

4000 adresses de PC

Q 9. Une entreprise souhaite refaire le plan d'adresses IP de ses machines qu'il faut regrouper selon les contraintes suivantes :

20 adresses pour la direction générale

200 adresses pour la production

76 adresses pour les services financiers

80 adresses pour la comptabilité

128 adresses pour la gestion des équipements

20 adresses pour la direction générale

Faites le plan d'adressage de cette entreprise.

F - Exercices révision (suite)

Q 1. Convertir les valeurs en décimal et en binaire, en hexadécimal

1001101
11
141
213.130.21.5

Q 2. Différencier les adresses suivantes, donner l'adresse de réseau et l'adresse de broadcast, la première adresse et la dernière adresse du (sous) réseau, donner le masque en CIDR et en décimal

10.10.10.4
172.20.255.254
138.138.138.138
192.168.10.231/20
10.10.10.14/30

Q 3. Différencier les adresses suivantes par leur classe.

8.8.8.8
192.168.168.2
138.138.138.138
240.0.0.1
230.230.0.230
169.254.0.1

Q 4. Donner le nombre d'adresses possibles pour les masques suivants

255.255.240.0
/28
255.255.184.0
255.255.255.224

Q 5. Calculer le sous réseau qui permet de prendre en compte le nombre de machines demandées ?

172.5.1.0	60 adresses de PC
192.168.59.32	30 adresses de PC
192.168.328.0	56 adresses de PC
192.168.144.0	1000 adresses de PC