

L'ADRESSAGE IP

Table des matières

L'adressage IP	1
I. pré requis	2
I. Les classes d'adresses IP	2
1. L'adressage IP	2
2. Notation	3
3. Adresse IP- classe d'adresses.....	3
4. Caractéristiques et relations entre netID et hostID	4
5. Représentation graphique.....	4
6. Méthode permettant de déterminer la classe d'un réseau :	5
7. Adresse de réseau – adresse de diffusion (broadcast).....	6
8. Masque de sous réseau.....	7
(a) Exemples.....	8
(b) Calcul de l'adresse de diffusion	8
9. Masque par défaut.....	9
10. Plage d'adresses et classes	9
11. Adresses réservées	9
12. Adresses spéciales.....	10
13. Quelques adresses réservées mais moins employées.....	10
14. Exercice corrigé (avec le diaporama)	11
II. Calculs adresses réseaux et diffusion	11
1. Sans le masque.....	11
2. Avec le masque.....	12
3. Autre méthode pour calculer l'@ de diffusion	13
III. Découpage en sous-réseaux	14
1. Utilité.....	14
2. Le masque de sous réseau	15
3. : Comment structurer le réseau	15
4. Exercices corrigés	15
(a) Exercice N°1	15
(b) Explications exercice 1	15
(c) Exercice N°2	16
(d) Explications exercice 2	17
(e) Exercice N°3	18
IV. Méthode « magic number »	18
1. Principe.....	18

2. Méthode.....	18
3. Exercice corrigé.....	18
V. Le futur d'IP	18
1. : Le futur d'IP	18
2. CIDR.....	18

Rappel : une **adresse IP** est le numéro qui identifie chaque ordinateur sur Internet, et plus généralement, l'interface avec le réseau de tout matériel informatique (routeur, imprimante) connecté à un réseau informatique utilisant le protocole Internet.

En 2006, la version 4 est la plus utilisée; le numéro est généralement noté avec quatre nombres compris entre 0 et 255, séparés par des points ; exemple : 212.85.150.133. Cette notation est appelée *notation décimale pointée*

I. PRE REQUIS

Décoder en binaire/décimal

1100 0000 1010 1000 0000 1011 (192.168.11)

171.62.59.26 (1010.1011 - 0011 1110- 0011 1011 – 0001 1010)

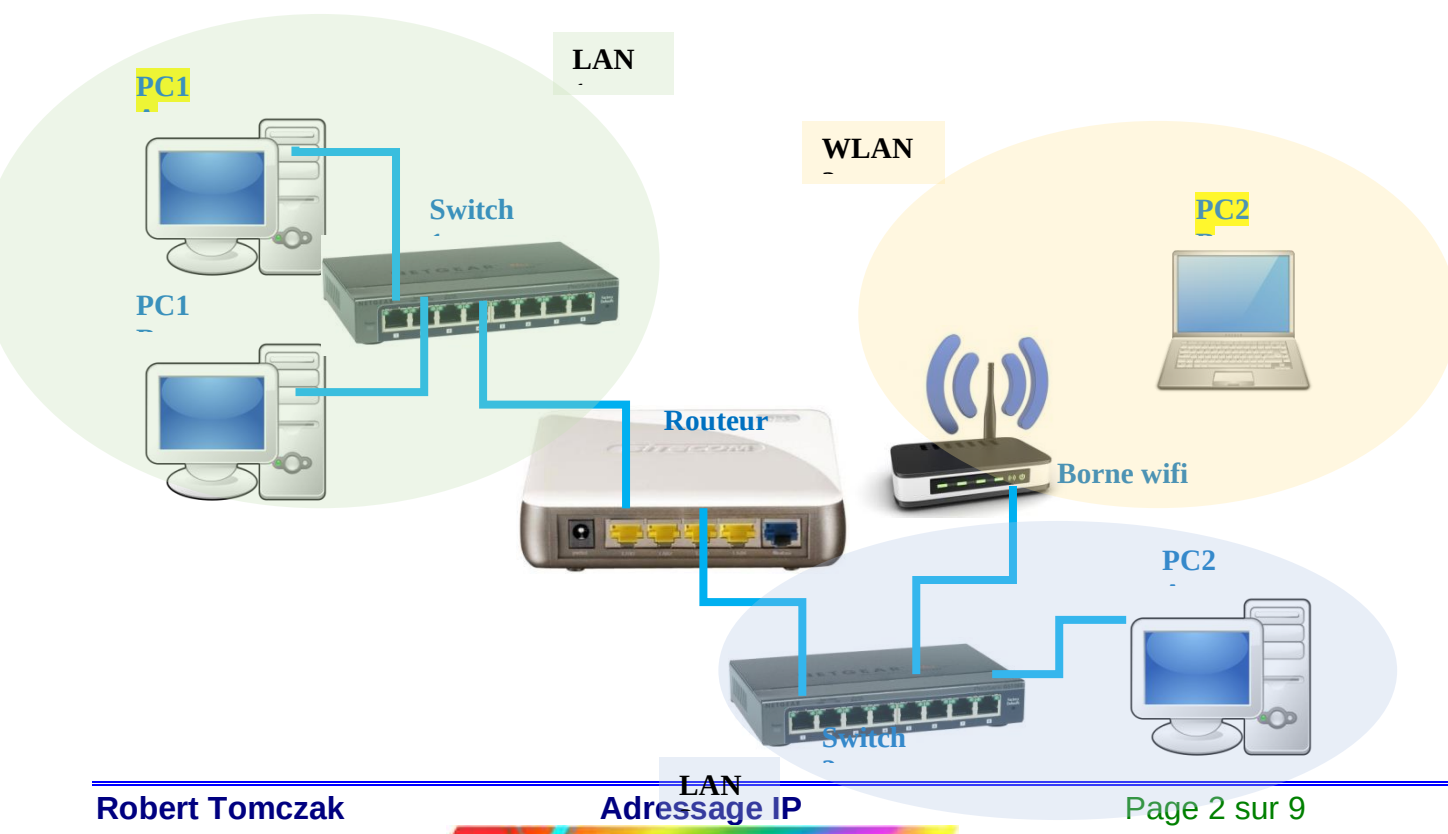
192.168.1.1 ET 255.255.0.0

171.62.59.26 ET 255.224.0.0 = 171.32.0.0

I. LES CLASSES D'ADRESSES IP

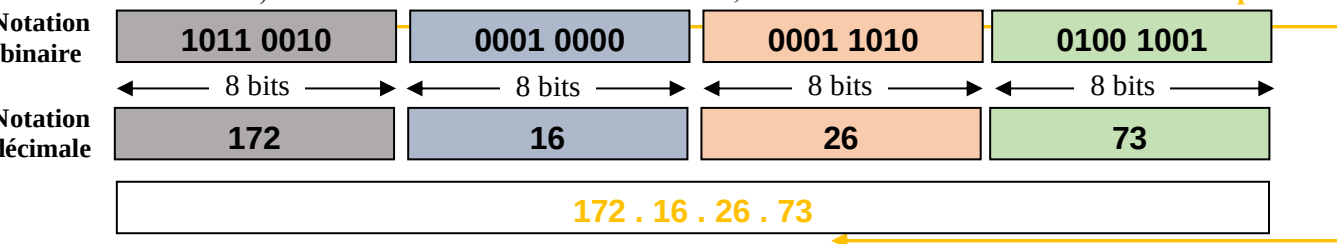
1. L'adressage IP

La communication entre deux ordinateurs peut être comparée à l'envoi d'un courrier postal entre un expéditeur et un destinataire. Dans les deux cas, il est nécessaire de connaître l'adresse. Si **PC1A** veut envoyer un message à **PC2B**, il a besoin d'une adresse réseau : l'adresse IP (Internet Protocol).



2. Notation

Une adresse IP est constituée de 4 octets (adresse IP de type IPv4) soit un nombre binaire de 32 bits (sachant que 1 octets = 8 bits). Pour faciliter la lecture de l'adresse IP, celle-ci est notée sous la forme **décimale pointée**.



3. Adresse IP- classe d'adresses

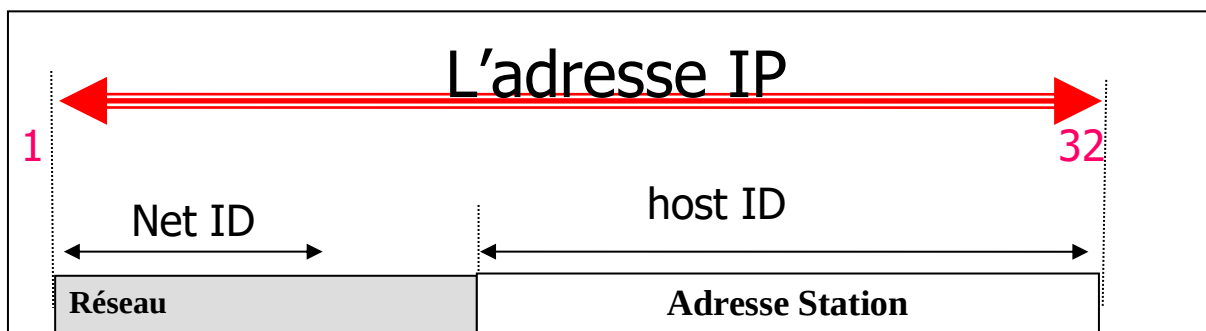


Figure 1 : adresse IP netID et hostID

Toute adresse IP est divisée en deux parties :

- le net ID,
 - l'host ID, *Identifiant de l'hôte* identifie une machine sur le réseau physique
- La partie **réseau** (Net ID) *Identifiant du réseau* identifie un réseau physique et est commune à l'ensemble des hôtes d'un même réseau,
 - La partie **hôte** (Host ID) *Identifiant de l'hôte* identifie une machine sur le réseau physique et est unique à l'intérieur d'un même réseau.

Remarque :

- **L'adresse de diffusion** (appelé broadcast) permet de communiquer avec tous les @IP et a comme particularité d'avoir la même partie réseau **mais** tous les bits hôte à 1

Exemple :

Adresse complète	192 . 168 . __ 1 . __ 1
Masque de réseau	255 . 255 . 255 . __ 0
Partie réseau	192 . 168 . __ 1 . __
Partie hôte	__ . __ . __ . __ 1
Adresse Réseau	192 . 168 . __ 1 . __ 0
Adresse de diffusion	192 . 168 . __ 1 . 255

4. Caractéristiques et relations entre netID et hostID

On peut dire que :

1. Tous les hôtes (machines) d'un même réseau ont le même *netID*.
2. Le *hostID* est unique pour chaque ID de réseau.
3. Une adresse IP permet d'identifier une machine de façon unique
4. Une adresse IP et un masque permettent de connaître le réseau sur lequel la machine se trouve

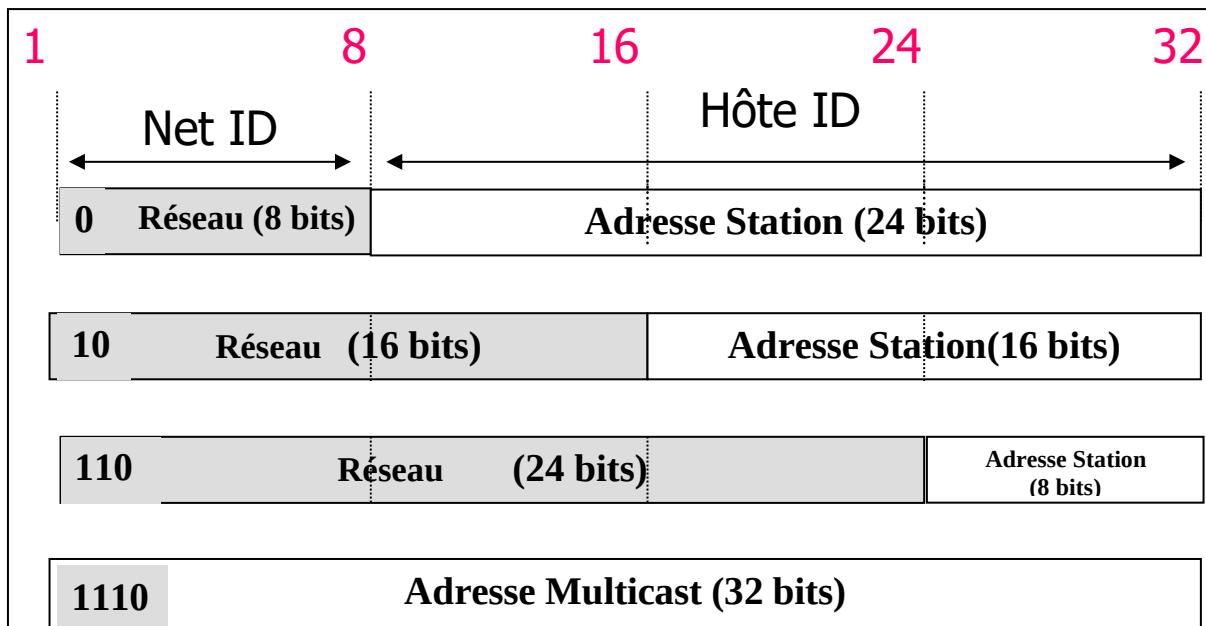
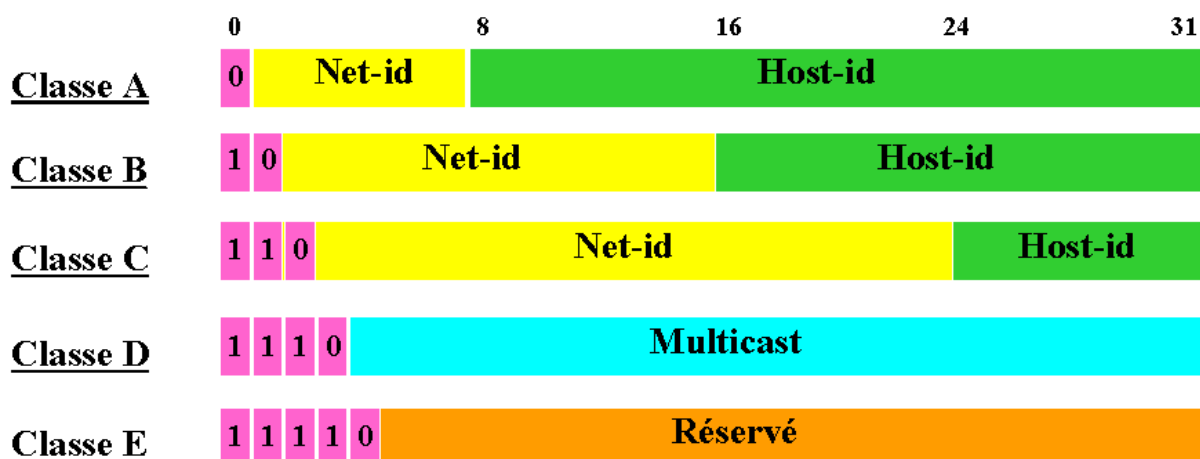


Figure 2 : les classes d'adresses



5. Représentation graphique

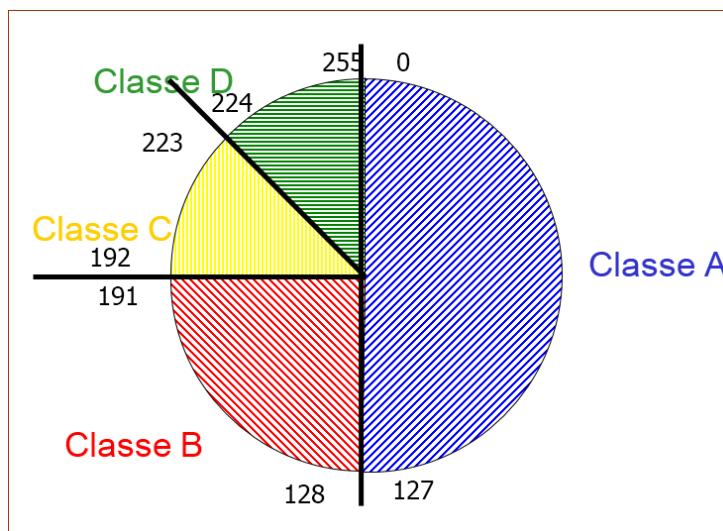


Figure 3 : répartition des adresse

6. Méthode permettant de déterminer la classe d'un réseau :

la position du premier « 0 » dans le premier octet de l'adresse *en binaire* donne la classe

1ère position **0**xxx xxxx correspond à la classe A

Ex : 12.10.2.3 On a $12 = 8 + 4 = 1.2^3 + 1.2^2 = 0000\ 1100$ en binaire

2ème position **10**xx xxxx pour la classe B

Ex : 131.2.3.15 ici $131 = 128 + 2 + 1 = 1.2^7 + 1.2^1 + 1.2^0$ soit **1000** 0011

3ème position **110**x xxxx pour la classe C.

Ex : 194.100.25.254 $194 = 128 + 64 + 2 = 1.2^7 + 1.2^6 + 1.2^1$ donc **1100** 0010

171.62.59.26

171 = **10**10.1011

Classe B

Exemples : Par exemple :

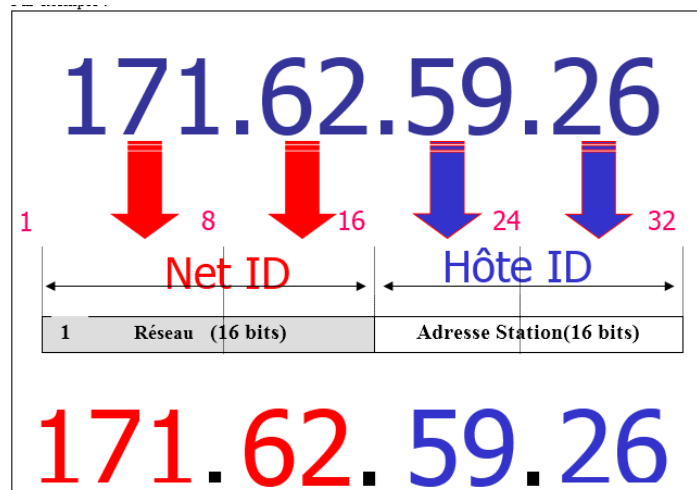


Figure 4 : exemple de classe B

7. Adresse de réseau – adresse de diffusion (broadcast)

Lorsque tous les bits de l'**hôte ID** sont à 0, c'est l'adresse du **réseau** qui est indiquée. Tandis que si tous les bits **hôte ID** sont à 1, c'est l'adresse de **diffusion**.

Par exemple, avec une classe C :

- 194.254.194.0 représente l'adresse du réseau
- 194.254.194.255 est l'adresse de diffusion.

Remarques :

194.254.194.0 peut être noté

- 194.254.194
- ou 194.254.194.X
- ou 194.254.194.0/24

Exemple :



Adresse IP :

ID réseau			ID hôte
11000000	10101000	00000001	00001011
192	168	1	11
CLASSE C			

ID réseau : 1100 0000 1010 1000 0000 0001 (192.168.1)	Adresse réseau : 1100 0000 1010 1000 0000 0001 00000000 (192.168.1.0)
ID hôte : 0000 1011 (11)	Adresse de diffusion : 1100 0000 1010 1000 0000 0001 11111111 (192.168.1.255)

8. Masque de sous réseau

Le masque de sous réseau est constitué de 4 octets. Il permet d'identifier dans une adresse IP la partie net-id et la partie host-id.

Pour cela, il est nécessaire d'effectuer une opération logique de type ET entre chaque bit de l'adresse IP et chaque bit du masque de sous-réseau.

Les masques de sous réseau sont par défaut :

- En classe A : 255.0.0.0
- En classe B : 255.255.0.0
- En classe C : 255.255.255.0

(a) Exemples

Exemple 1 : L'adresse IP de la machine est la suivante : 192.168.1.11
 Le masque est le suivant : 255.255.255.0
 L'opération ET logique bit à bit est donc la suivante :

Adresse IP	192	168	1	11
	1100 0000	1010 1000	0000 0001	0000 1011
Masque	255	255	255	0
	1111 1111	1111 1111	1111 1111	0000 0000
Résultat du ET	1100 0000	1010 1000	0000 0001	0000 0000
Soit l'adresse réseau	192	168	1	0

Exemple 2 : L'adresse IP de la machine est la suivante : 192.168.1.166
 Le masque est le suivant : 255.255.255.128
 L'opération ET logique bit à bit est donc la suivante :

Adresse IP	192	168	1	166
	1100 0000	1010 1000	0000 0001	1010 0110
Masque	255	255	255	128
	1111 1111	1111 1111	1111 1111	1000 0000
Résultat du ET	1100 0000	1010 1000	0000 0001	1000 0000
Soit l'adresse réseau	192	168	1	128

Il existe une notation qui permet d'écrire à la fois l'adresse IP et le masque. Il suffit d'indiquer à la fin de l'adresse IP le nombre de bits à 1 contenu dans le masque. Exemple :

- L'adresse IP de la machine est la suivante : 192.168.1.166
- Le masque est le suivant : 255.255.255.128 (soit 25 bits à 1)
- La notation est la suivante : 192.168.1.166 / 25

(b) Calcul de l'adresse de diffusion

Etapes :

1. Compléments à 1 du masque
2. Un OR (ou) entre l'adresse et le résultat du complément à 1

Par exemple soient l'adresse 171.62.59.26 et le masque 255.255.0.0, son complément à 1 (inversion des bits) est 0.0.255.255 et une opération ou avec l'adresse donne :

$$\begin{array}{r} 171. 62. 59. 26 \\ \text{OR (ou)} \quad 0. \quad 0. 255. 255 \\ \hline 171. 62. 255. 255 \end{array}$$

9. Masque par défaut

Dans le cas où le réseau n'est pas divisé (segment unique), le masque par défaut est en fonction de la classe par défaut :

- classe A : 255.0.0.0,
- classe B : 255.255.0.0,
- classe C : 255.255.255.0.

10. Plage d'adresses et classes

Complétez ce tableau

	Classe A	Classe B	Classe C	Classe D
Identifiant de la classe (bit de poids fort)	0	10	110	1110
Nombre de bits réseau	7	14	21	28
Nombre de bits stations	24	16	8	0
Plage d'adresses	1.0.0.0 à 127.255.255.255	128.0.0.0 à 191.255.255.255	192.0.0.0 à 223.255.255.0	224.0.0.0 à 239.255.255.255
Liste des adresses réseau	1.0.0.0 2.0.0.0 ... 126.0.0.0 127.0.0.0	128.0.0.0 128.1.0.0 ... 192.254.0 191.255.0.0	192.0.0.0 192.0.1.0 ... 223.255.254.0 223.255.255.0	/
Nombre total de réseaux	$2^7 = 128$	$2^{14} = 160\ 384$	$2^{21} = 2\ 097\ 152$	0
Nombre de stations par réseau	2^{24-2} = 16 777 214	2^{16-2} = 65 534	2^{8-2} = 254	2^{28-2} = 268 435 454

Remarques :

1.0.0.0 à 127.255.255.255	On commence à 1, car le réseau 0.0.0.0 n'est pas attribué
---	---

2^{24-2}	L'adresse de réseau ainsi que celle de diffusion est enlevée
------------------------------	--

126.0.0.0 étant une adresse réseau de classe A, il n'est pas nécessaire de mettre les 3 octets de poids faible. Aussi, il est possible d'écrire à la place 126.

De même 128.1.0.0 devient 128.1 et 192.0.1.0, 192.0.1

11. Adresses réservées

Différentes plages d'adresses n'ont pas été attribuées volontairement pour qu'elles puissent être utilisées au sein de réseaux privés (LAN):

- 1 réseau privé de classe A : 10.0.0.0 à 10.255.255.255
- 16 réseaux privés de classe B : 172.16.0.0 à 172.31.255.255
- 256 réseaux privés de classe C : 192.168.0.0 à 192.168.255.255

Ces adresses sont qualifiées de « non routable », elles ne peuvent pas être routées. Dès lors qu'un routeur (respectant strictement les normes RFC) reçoit une trame ayant comme adresse source ou destination une adresse réservée, ne la retransmet (pas à un autre réseau, un à autre routeur).

12. Adresses spéciales

Certaines adresses ont une signification bien particulière, elles sont appelées « adresses spéciales ».

L'adresse 127.0.0.1 représente la machine sur laquelle vous êtes (machine hôte). Le nom *localhost* est son synonyme (voir fichier *hosts*).

255.255.255.255 représente l'adresse diffusion générale à toutes les machines, mais on préfère utiliser la diffusion circonscrit à un seul réseau.

13. Quelques adresses réservées mais moins employées

- 0.0.0.0 permet également de s'adresser à la machine sur laquelle on agit. Cette adresse est rarement utilisée.
- 0.X.X.X permet de désigner une machine particulière se trouvant impérativement sur le réseau sur lequel on se trouve.
- X.X.1.1 permet l'émission d'un message broadcast sur certains réseaux.

Quelques fois, il est dit (et même écrit) que les sous-réseaux finissant par des 1 ou des 0 sont interdits. Cela était vrai avant 1986 mais depuis une norme les autorise. Néanmoins, il faut faire attention à ne pas les confondre avec l'adresse de réseau ou de diffusion.

(rfc 1878) ou 2^3-2 (rfc 1860)

Remarque : la RFC 1860 (remplacée par la RFC 1878) stipulait qu'un numéro de sous réseau ne peut être composé de bits tous positionnés à zéro ou tous positionnés à un.

Autrement dit, dans notre exemple, on ne pouvait pas utiliser le sous-réseau 0 et le sous-réseau 224. Le premier nous donnant une adresse de sous-réseau équivalente à l'adresse du réseau soit 200.100.40.0. Le deuxième nous donnant une adresse de sous-réseau dont l'adresse de diffusion se confondrait avec l'adresse de diffusion du réseau. Le nombre de sous-réseaux aurait alors été de seulement : $2^3-2 = 6$.

Il est donc important de savoir quelle RFC est utilisée par votre matériel pour savoir si les adresses de sous-réseau composées de bits tous positionnés à zéro ou tous positionnés à un sont prises en compte ou non.

Nombre de sous réseaux : **2 RFC s'appliquent:**

RFC 1860 : $2^n - 2$, n étant le nombre de bits à 1

RFC 1878 : 2^n

=> Adresse des sous réseaux

Exercice :

- L'adresse **192.44.77.79** appartient à quelle classe ?

14.Exercice corrigé (avec le diaporama)

Adresse IP : 10.0.100.51

II.CALCULS ADRESSES RESEAUX ET DIFFUSION

1. Sans le masque

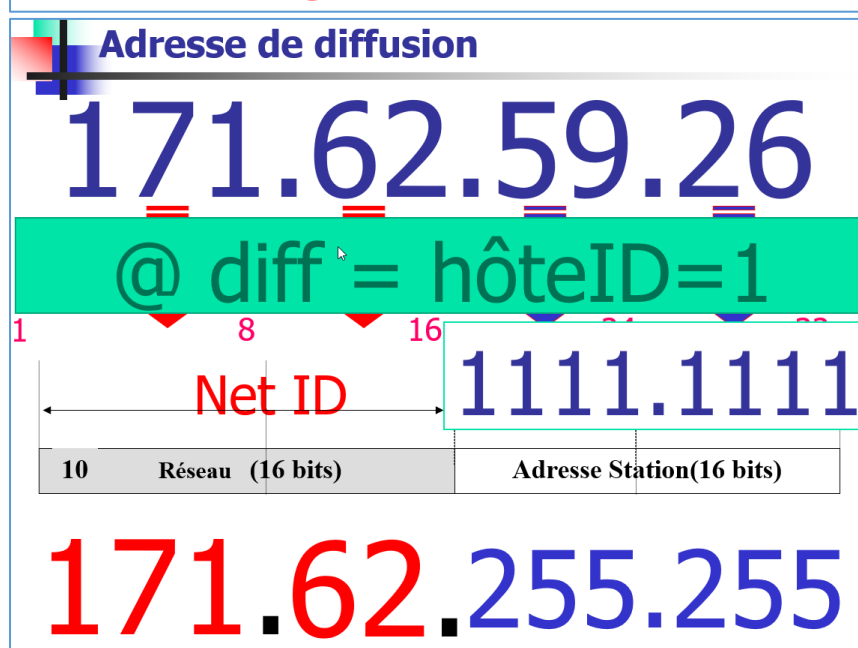
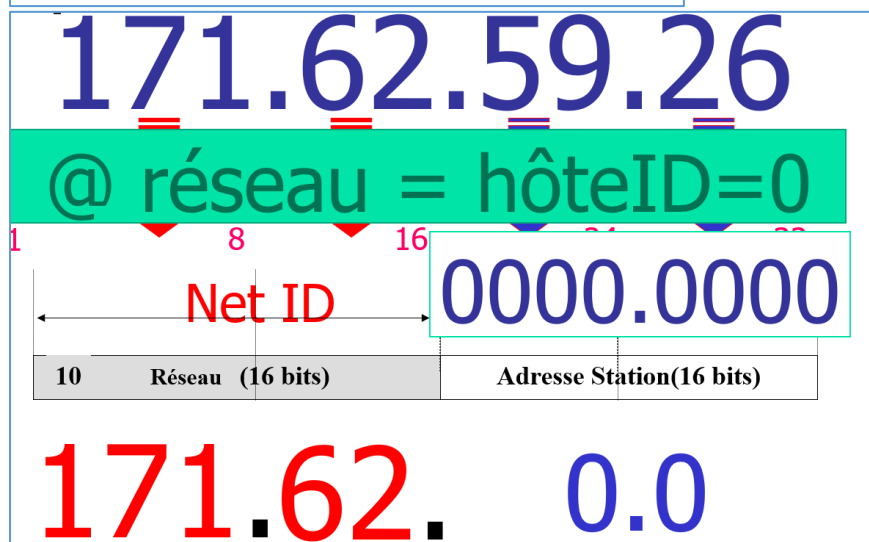
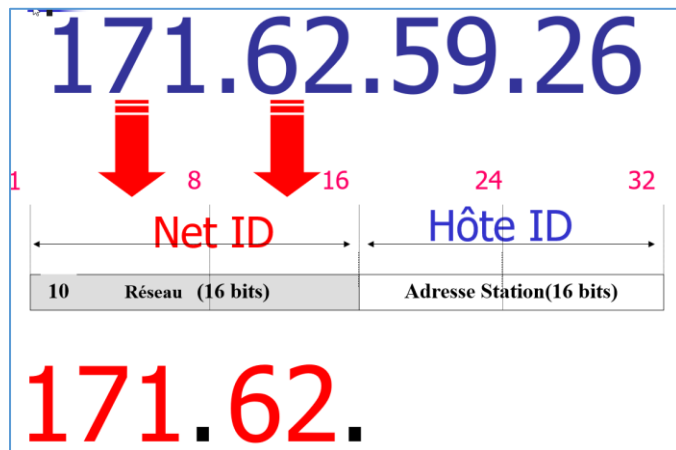
- Les premiers bits de 171 sont 10

171.62.59.26

171=**10**10.1011

Classe B

- Donc 2 octets de Net ID



2. Avec le masque

Avec le masque et un ET (AND)

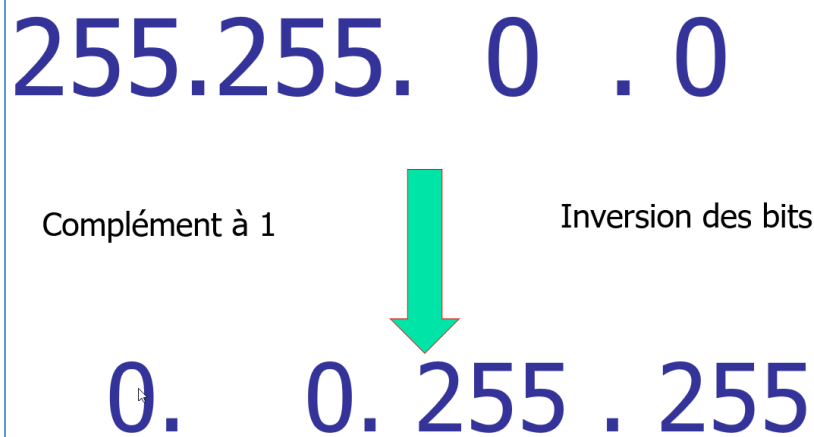
171.62 .59.26
 AND 255.255. 0 . 0
 Adresse réseau =
 171.62. 0.0

L'adresse de diffusion :

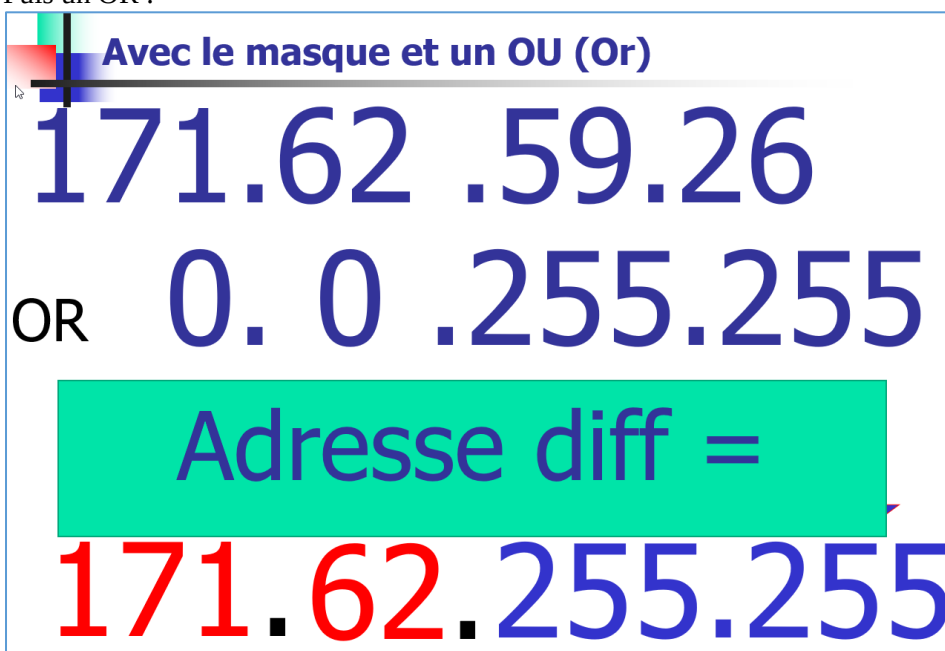
Adresse de diffusion
 @IP 171.62 Taille = 2*8bits
 @ diff = hôteID=1
 Mask 255.255. 0 . 0
 1111.1111
 171. 62. 0.0

3. Autre méthode pour calculer l'@ de diffusion

Complément à 1 du masque :



Puis un OR :



III.DECOUPAGE EN SOUS-RESEAUX

1. Utilité

Un Hôpital est composé de plusieurs services, tous connectés au réseau local de l'entreprise.

- un service d'imagerie (données volumineuses)
- un service administratif (faible volume mais disponibilité indispensable)

Un seul réseau

- Surcharge du réseaux
- Les images vont prendre toute la bande passante

Une solution serait de partager le réseau en deux.

Le découpage en sous-réseau consiste à diviser une classe de réseau en plusieurs petits réseaux.
Mais alors comment distingue les machines = masque de ss-réseaux

La partie de l'adresse Internet administrée localement (Host_id) peut être découpée en deux parties :
une adresse de sous réseau
une adresse de numéro de station.

2. Le masque de sous réseau

Toutes machines IP doit posséder un masque de sous-réseau. C'est une adresse sous le format décimal pointé (même format qu'une adresse IP).

Il est utilisé pour masquer une partie de l'adresse IP afin de distinguer le *net ID* du *host ID*. :

- les bits à 1 désignent la partie sous réseau de l'adresse,
- les bits à 0 correspondent à la partie numérotation des stations sur le sous réseau.

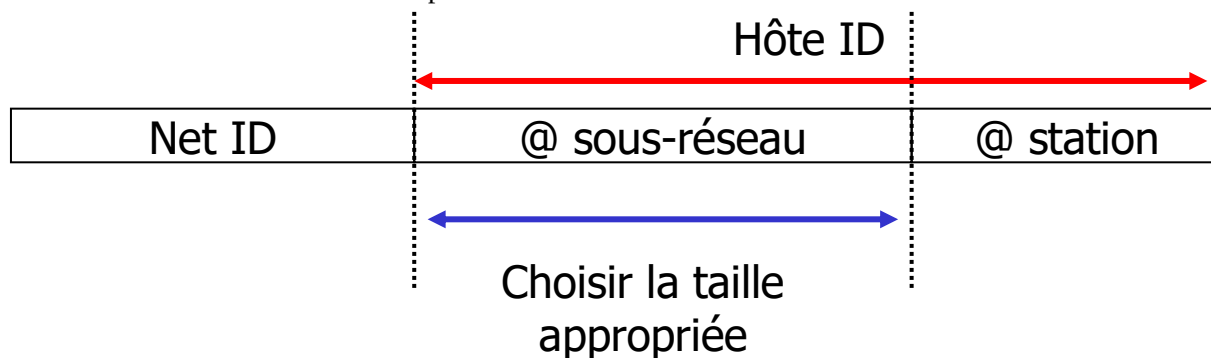
Le masque de sous réseau ("Netmask") sert à séparer localement deux sous réseaux correspondant à des entités différentes d'un réseau local (administration, services techniques,...). Ces sous réseaux sont invisibles de l'extérieur.

Lorsque le réseau est unique, le masque est celui appelé *masque par défaut*. Dans le cas où le réseau est subdivisé, il faut en définir un.

3. : Comment structurer le réseau

La solution :

- Diviser le Hôte ID en deux parties



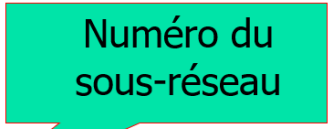
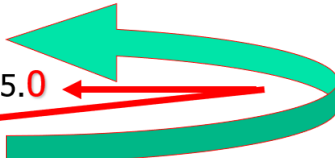
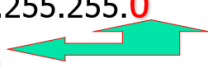
4. Exercices corrigés

(a) Exercice N°1

- @IP = 128 .21 .43 .17
- Masque = 255 .255 .255 .0
- Quels sont les valeurs de :
 - Numéro de sous-réseau
 - Numéro d'hôte
 - Adresse du sous-réseau
 - Adresse de diffusion

(b) Explications exercice 1

L'adresse IP est une classe B	■ @IP = 128 .21 .43 .17 ➢ Classe B 128 est compris entre 128 et 192
-------------------------------	--

Classe B : Donc l'@IP se trouve dans le réseau 128.21.0.0 Le masque est normalement : 255.255.0.0 Or il est 255.255.255.0	➤ Classe B -> 16 bits de NetID  Masque = 255 .255 .255 .0
L'octet en rouge est donc utilisé pour les sous-réseaux	NetID  .255 .0
Donc l'adresse IP se trouve dans le réseau 128.21.0.0 et dans le sous-réseau 128.21.43.0	➤ L'@ du sous-réseau = 128.21.43.0 128.21.43.17 - Masque = 255.255.255.0 
Et le numéro de l'hôte est	➤ Numéro d'hôte = 0.0.0.17 - Masque = 255.255.255.0 128.21.43.17 
Conclusion	➤ Adresse du sous-réseau - Que des 0 dans le champ de numéro de hôte ➤ Numéro d'hôte - Masque = 255.255.255.0 128.21.43.00  ➤ Adresse de diffusion - Que des 1 dans le champ de numéro de hôte ➤ Numéro d'hôte - Masque = 255.255.255.0 128.21.43.255 

(c) Exercice N°2

- @IP = 192 .75 .25 .170
- Masque = 255 .255 .255 .240
- Quels sont les valeurs de :
 - Numéro de sous-réseau
 - Numéro d'hôte
 - Adresse du sous-réseau
 - Adresse de diffusion

(d) Explications exercice 2

L'adresse IP est une classe C	@IP = 192 .75 .25 .170 ➤ Classe C
Classe C : Donc l'@IP se trouve dans le réseau 192.75.25.0 Le masque est normalement : 255.255.255.0 Or il est 255.255.255.240	➤ Classe C -> 24 bits de NetID Masque = 255 .255 .255 .240
Une partie du dernier octet est donc utilisé pour les sous-réseaux	.240
	➤ Les chiffres « un » dans un masque de sous-réseau correspondent à la position du NetID et du numéro de sous-réseau dans l'adresse IP
255 = 1111 1111 en binaire -> les trois premiers octets 255 correspondent au NetID (réseaux) 240 = 1111 0000 -> les 4 premiers bits correspondent au SubNetID (sous-réseaux)	Masque = 255 .255 .255 .240 Masque= 1111 1111 . 1111 1111 . 1111 1111 . 1111 0000
L'adresse du réseau = un ET entre @ip et le masque. Donc l'adresse IP se trouve dans le réseau 192.75.25.0 et dans le sous-réseau 192.75.25.160	@IP = 192. 75. 25. 170 = 1100 0000. 0100 1011. 0001 1001. 1010 1010 Masque= 1111 1111. 1111 1111 . 1111 1111 . 1111 0000 @IP AND mask @ = 1100 0000. 0100 1011. 0001 1001. 1010 0000 Ss-rézo= 192. 75. 25. 160
L'adresse de diffusion : tous les host_ID à 1	@ = 1100 0000. 0100 1011. 0001 1001. 1010 0000 Ss-rézo= 192. 75. 25. 160 @ = 1100 0000. 0100 1011. 0001 1001. 1010 1111 diff = 192. 75. 25. 175

(e) Exercice N°3

- @IP = 192 .75 .25 .170
- Masque = 255 .255 .255 .192
- Donnez :
 - Les adresses de tous les sous-réseaux
 - Les plages d'adresses pour ces sous-réseaux
 - Toutes les adresses de diffusion

IV.METHODE « MAGIC NUMBER »**1. Principe**

Le nombre magique = 256 – octet significatif (dans lequel il y a la séparation).

Dans 255.224.0.0, l'octet significatif est 224, donc nombre magique = 256 – 224 = 32.

Nous allons pouvoir calculer directement la première et dernière adresse de la plage.

2. Méthode

- 1) Écrire tous les multiples du nombre magique.
- 2) La première adresse du réseau est le multiple du nombre magique inférieur ou égal à l'octet correspondant dans l'adresse.
- 3) La dernière adresse est le multiple suivant -1.

3. Exercice corrigé

Soit une machine d'adresse IP 192.168.0.1 et de masque 255.224.0.0

Déterminez :

1. L'adresse du sous-réseau dans lequel se trouve cette machine

V.LE FUTUR D'IP**1. : Le futur d'IP**

Une pénurie d'adresses TCP/IP sur Internet.

Trop de classes C surcharge les routeurs

Solutions:

IP v6 : adressage sur 128 bits

CIDR :

mise en place d'un masquage plus facile

Allocation de larges bandes d'adresses

2. CIDR

Partant de ce constat, les organismes chargés d'allouer les adresses ont décidé d'abandonner ce découpage en classes et de proposer le CIDR (Classless Inter Domain Routing)

Par exemple : il vous faut un adressage pour 300 machines

Solution :

Une classe B 65535 entrées

deux classes C (2*254)

204.34.50.0 soit 254 hôtes

204.34.51.0 soit 254 hôtes

avec le masque de réseau : 255.255.254.0

Solution CIDR

La notation adoptée est 204.34.50.0/23.

adresse de réseau 204.34.50.0 avec un masque de sous réseau de 32 bits dont les 23 bits de poids fort sont à 1.

Les 9 bits de poids faibles sont utilisés pour numéroté les 510 hôtes.

Les adresses 204.34.50.0 et 204.34.51.255 étant réservées.

CIDR : allocation d'intervalle d'adresses

Dans le table de routage, les réseaux 195.0.0.0 à 195.255.255.255 ont chacune des entrées !!

CIDR propose d'allouer un chemin à une large bande d'adresses

Par exemple, 195.0.0.0 à 195.255.255.255 -> Europe

Notation : Masque 195.0.0.0/12