



*Exercices*  
**Adressage IPv4**

Description courte		
Auteur	Version - Date	Nom du fichier
G.VALET	Version 2.1 - Fév 2007	EXO-AdressageIP1.docx
Description plus complète		

## A. Introduction

Chaque exercice est suivi d'une ou plusieurs étoiles indiquant le niveau de difficulté :

- (\*) : Facile
- (\*\*) : Difficulté moyenne
- (\*\*\*) : Difficulté importante
- (\*\*\*\*) : Très difficile

## B. La numération et l'adresse IP

### B.1. Conversion binaire vers décimal (\*)

Convertir les nombres binaires suivants en décimal :

Binaire	Décimal
11001100	
10101010	
11100011	
10110011	

### B.2. Conversion décimal vers binaire (\*)

Convertir les nombres décimaux suivants en binaire :

Binaire	Décimal
	192
	83
	172
	206

### B.3. Conversion d'adresse IP (\*)

Convertissez les adresses IP de notation décimale vers binaire :

Décimal	Binaire
192.168.5.1	
83.206.23.134	
84.22.161.192	
213.41.120.195	

## B.4. Constitution d'une adresse IP : netId et hostId (\*)

En respectant les différentes règles sur les classes d'adresses, déterminez la classe et entourez, pour chacune des adresses suivantes, le numéro de réseau (netId) ou le numéro d'hôte (hostId):

Classe	Partie à entourer	Décimal
	NetId	1.102.45.177
	HostId	196.22.177.13
	NetId	133.156.55.102
	HostId	221.252.77.10
	NetId	123.12.45.77
	HostId	126.252.77.103
	NetId	13.1.255.102
	HostId	171.242.177.109

## C. L'adresse IP

### C.1. Adressage par classe (\*)

Parmi les adresses IP suivantes, précisez la classe et le masque associé et s'il s'agit d'adresses privées ou publiques :

Adresses	Masque	Classe A	Classe B	Classe C	Privée	Publique
172.14.13.45		<input type="checkbox"/>				
192.168.3.21		<input type="checkbox"/>				
10.45.12.56		<input type="checkbox"/>				
83.206.12.34		<input type="checkbox"/>				
10.10.34.56		<input type="checkbox"/>				
192.165.34.12		<input type="checkbox"/>				
172.24.45.19		<input type="checkbox"/>				
123.14.34.67		<input type="checkbox"/>				
192.16.1.24		<input type="checkbox"/>				
221.13.45.10		<input type="checkbox"/>				

### C.2. Conversion décimale > binaire (\*\*)

Pour cet exercice vous devez :

- Traduire l'adresse et le masque associé
- Faire un ET logique entre l'adresse et le masque :

		Adresse/masque	Binaire (4 octets)			
1	ET	191.34.26.12	10111111	00100010	00011010	00001100
		255.255.0.0	11111111	11111111	00000000	00000000
	=	191.34.0.0	10111111	00100010	00000000	00000000

		Adresse/masque	Binaire (4 octets)			
2	ET	191.34.26.24	10111111	00100010	00011010	00011000
		255.255.128.0	11111111	11111111	10000000	00000000
	=	191.34.0.0	10111111	00100010	00000000	00000000

		Adresse/masque	Binaire (4 octets)			
3	ET	191.34.154.24	10111111	00100010	10011010	00011000
		255.255.128.0	11111111	11111111	10000000	00000000
	=	191.34.128.0	10111111	00100010	10000000	00000000

		Adresse/masque	Binaire (4 octets)			
4	ET	191.74.154.70	10111111	01001010	10011010	01001010
		255.255.128.0	11111111	11111111	10000000	00000000
	=	191.74.128.0	10111111	01001010	10000000	00000000

D'après ces résultats, quelles sont les adresses des hôtes qui pourront communiquer ensemble :

	1	2	3	4
1		X		
2	X			
3				
4				

### C.3. Caractéristiques d'un réseau logique (\*\*)

Pour chaque adresse IP, vous devez trouver :

- La classe d'adresse standard
- Le masque de sous-réseaux
- L'adresse IP du réseau logique
- L'adresse IP de « broadcast »
- Le numéro de réseau
- Le numéro de l'hôte

Adresse IP	192.168.4.27	172.16.1.32	10.10.32.14	83.206.12.14	167.23.45.12
Classe	C	B	A	A	B
Masque	/24	/16	/8	/8	/16
Réseau logique	192.168.4.0	172.16.0.0	10.0.0.0	83.0.0.0	167.23.0.0
Broadcast	192.168.4.255	172.16.255.255	10.255.255.255	83.255.255.255	167.23.255.255
N° réseau	192.168.4	172.16	10.	83.	167.23
N° hôtes	27	1.32	10.32.14	206.12.14	45.12

## D. Les masques de sous réseaux

### D.1. Créer 6 sous réseaux (\*\*)

On souhaite scinder le réseau principal 172.16.0.0 / 16 en 6 sous-réseaux distincts. Indiquez, pour chaque sous réseaux :

- Le masque de sous-réseaux
- La 1<sup>ère</sup> et la dernière adresse
- L'adresse de broadcast
- L'adresse du sous-réseau

Sous réseau 1	Binaire	Décimal
<b>Masque</b>	11111111. 11111111.11100000.00000000	255.255.224.0
<b>1<sup>ère</sup> adresse</b>	10101100. 00010000.00100000.00000001	172.16.32.1
<b>Dernière adresse</b>	10101100. 00010000.00111111.11111110	172.16.63.254
<b>Adresse du réseau</b>	10101100. 00010000.00100000.00000000	172.16.32.0 / 19
<b>Adresse de broadcast</b>	10101100. 00010000.00111111.11111111	172.16.63.255

Sous réseau 2	Binaire	Décimal
<b>Masque</b>	_____ . _____ . _____ . _____	255.255.224.0
<b>1<sup>ère</sup> adresse</b>	_____ . _____ . _____ . _____	172.16.64.1
<b>Dernière adresse</b>	_____ . _____ . _____ . _____	172.16.95.254
<b>Adresse du réseau</b>	_____ . _____ . _____ . _____	172.16.64.0/19
<b>Adresse de broadcast</b>	_____ . _____ . _____ . _____	172.16.95.255

Sous réseau 3	Binaire	Décimal
<b>Masque</b>	_____ . _____ . _____ . _____	255.255.224.0
<b>1<sup>ère</sup> adresse</b>	_____ . _____ . _____ . _____	172.16.96.1
<b>Dernière adresse</b>	_____ . _____ . _____ . _____	172.16.127.254
<b>Adresse du réseau</b>	_____ . _____ . _____ . _____	172.16.96.0/19
<b>Adresse de broadcast</b>	_____ . _____ . _____ . _____	172.16.127.255

Sous réseau 4	Binaire	Décimal
Masque	_____ . _____ . _____ . _____	255.255.224.0
1 <sup>ère</sup> adresse	_____ . _____ . _____ . _____	172.16.128.1
Dernière adresse	_____ . _____ . _____ . _____	172.16.159.254
Adresse du réseau	_____ . _____ . _____ . _____	172.16.128.0/19
Adresse de broadcast	_____ . _____ . _____ . _____	172.16.159.255

Sous réseau 5	Binaire	Décimal
Masque	_____ . _____ . _____ . _____	255.255.224.0
1 <sup>ère</sup> adresse	_____ . _____ . _____ . _____	172.16.160.1
Dernière adresse	_____ . _____ . _____ . _____	172.16.191.254
Adresse du réseau	_____ . _____ . _____ . _____	172.16.160.0/19
Adresse de broadcast	_____ . _____ . _____ . _____	172.16.191.255

Sous réseau 6	Binaire	Décimal
Masque	_____ . _____ . _____ . _____	255.255.224.0
1 <sup>ère</sup> adresse	_____ . _____ . _____ . _____	172.16.192.1
Dernière adresse	_____ . _____ . _____ . _____	172.16.223.254
Adresse du réseau	_____ . _____ . _____ . _____	172.16.192.0/19
Adresse de broadcast	_____ . _____ . _____ . _____	172.16.223.255

## D.2. Nombre de sous réseaux (\*)

Afin de disposer de sous réseaux on utilise le masque de 255.255.240.0 avec une adresse de réseau de classe B :

- Combien d'hôtes pourra-t-il y avoir par sous réseau ?  $2^{12} - 2 = 4094$
- quel est le nombre de sous réseaux disponibles ?  $2^4 = 16$

## D.3. Problème de sous-réseaux (\*)

Une entreprise veut utiliser l'adresse réseau **192.168.90.0** pour **4 sous réseaux**.

Le nombre maximum d'hôtes par sous réseau étant de 25, quel masque de sous réseau utiliseriez vous pour résoudre ce problème ?

Pour 25 hôtes, 5 bits sont nécessaires pour le n° d'hôtes. Il reste donc 3 bits pour le n° de sous réseaux. Donc un masque avec  $24+3 = 27$  . Le masque choisi sera donc 255.255.255.224

## D.4. Utilisation des sous-réseaux (\*\*)

On vous affecte le réseau suivant : 173.16.0.0/16

Vous devez scinder ce réseau en sous réseaux devant contenir chacun au moins 2000 adresses disponibles.

**a. Combien de bits doivent être réservés au numéro d'hôte ?**

11 bits car  $2^{11} = 2048$

**b. Combien y aura-t-il de sous réseaux disponibles ?**

Il restera 5 bits pour le numéro de sous-réseau, donc  $2^5 = 32$  sous réseaux dispo

**c. Quel sera l'adresse du 1<sup>er</sup> et du dernier sous réseau ?**

1<sup>er</sup> : 172.16.8.0 /21 , Dernier : 172.16.240.0 /21

## E. Le « surnetting »

Le surnetting est une technique qui consiste à créer une « agrégation » de plusieurs réseaux d'une classe donnée afin d'obtenir un nombre plus importants d'adresses disponibles.

### E.1. Petit rappel

Prenons l'exemple d'un réseau de classe C dont vous devez compléter les caractéristiques suivantes :

Réseau de classe C			
Nb bits « netid »	Nb bits du « hostid »	Masque	nb d'hôtes
24	8	255.255.255.0	254

### E.2. Le principe

Supposons maintenant que l'on souhaite obtenir un réseau contenant **plus d'adresses que ne peut nous en fournir un classe C** (400 adresses par exemple). La 1<sup>ère</sup> solution consistait à prendre directement un classe B. Or, un classe B nous propose :

- $2^{16} - 2 = 65534$  adresses
- $2^{16} - 2 = 65534$  réseaux disponibles
- Soit un gâchis de  $65534 - 400 = 65134$  adresses !!!!

Devant ce constat, une 2<sup>ème</sup> solution s'impose : créer un sur-réseau de classe C

Nous allons donc **utiliser une partie des bits réservés au « netid » pour les dédier au « hostid »**.

### E.3. Cahier des charges

On souhaite créer un réseau ayant les caractéristiques suivantes :

- 400 adresses minimum
- Adresse du réseau : 195.170.206.0

### E.4. Comment faire ?

Nous savons qu'il nous faut 400 adresses minimum.

**a. Quelle est la puissance de 2 dont le résultat est supérieur et le plus proche de 400 ?**

Réponse :	$2^9=512$
-----------	-----------

**b. Combien de bits minimum seront-ils donc nécessaires pour numéroter 400 ces postes ?**

Réponse :	9 bits
-----------	--------

**c. Quel sera donc le masque de sur-réseaux ?**

Masque :	255.255.254.0
----------	---------------

**d. Complétez alors le tableau suivant :**

	Binaire	Décimal
Masque	_____ . _____ . _____ . _____	255.255.254.0
1 <sup>�re</sup> adresse	_____ . _____ . _____ . _____	195.170.206.1
Dernière adresse	_____ . _____ . _____ . _____	195.170.207.254
Nombre total d'adresses	510	

## F. Adressage CIDR

### F.1. Pool d'IP donné par un FAI

Votre fournisseur d'accès vous donne un « pool » d'adresses IP avec la référence suivante en adressage CIDR :

- 83.203.12.176 / 29
- Le routeur fourni par votre FAI aura l'adresse 83.203.12.182

Déterminez les caractéristiques IP de votre adressage :

Masque de sous-réseaux	255.255.255.248
Adresse du réseau	83.203.12.176
Adresse de « broadcast »	83.203.12.183
Nombre d'adresses disponibles	$2^3 - 2 = 6$
Nombre d'adresses utilisables	5 en réalité car une est occupée par le routeur du FAI
Listes des adresses utilisables	177 178 179 180 181

### F.2. Cas réel d'adressage CIDR (\*\*\*)

Le but de cet exercice est de rechercher certaines informations concernant l'adressage IP **du réseau de l'Elysée**. Nous partons du nom de domaine « elysee.fr » pour rechercher l'adresse IP.

#### a. Recherche de l'adresse IP

A l'aide d'un ordinateur connecté à Internet, essayez d'obtenir l'adresse IP correspondant au domaine « elysees.fr »

Adresse IP trouvée : 213.186.33.24

#### b. Recherche RIPE

L'organisme qui gère l'adresse IP au niveau européen (RIPE : Réseaux IP Européens) tient à jour une base de données des propriétaires d'adresses IP. Cette base de données est publique et tout le monde peut effectuer des requêtes.

L'adresse suivante vous permettra d'effectuer une requête avec l'adresse IP trouvée précédemment :

- <http://www.ripe.net/fcgi-bin/whois>

Vous devrez trouver le pool d'adresses IP affecté à l'Elysée et en déduire certaines informations :

- L'adresse du réseau
- Le masque CIDR utilisé
- Le nombre d'adresses disponibles dans ce pool
- Le nom de l'opérateur télécom qui a donné ce pool à l'Elysée
- L'adresse du réseau dédié à cet opérateur sur ce segment
- Le nombre d'adresses IP dont dispose cette opérateur sur ce segment

<b>Adresse du réseau</b>	213.186.33.0
<b>Le masque CIDR</b>	/24
<b>Le nombre d'adresses disponibles</b>	
<b>Le nom de l'opérateur</b>	OVH
<b>Adresse du réseau opérateur</b>	213.186.32.0/19
<b>Le nombre d'adresses IP de l'opérateur</b>	8190 adresses pour ce réseau

## Énoncé

Pour les adresses suivantes :

1. 172.24.245.25/16
2. 212.122.148.49/24

Donnez :

1. L'adresse réseau.
2. Le masque modifié si les réseaux comportent respectivement (1) 200 et (2) 20 machines.
3. L'adresse du sous-réseau
4. Les intervalles d'adresses utilisables pour les trois premiers sous-réseaux.

## Solution

### Pour l'adresse 172.24.245.25/16

1. Pour trouver l'adresse réseau par défaut, nous allons appliquer le masque réseau par défaut à l'adresse IP au travers d'une fonction "et".

Adresse : 10101100.00011000.11110101. 00011001

Masque 11111111.11111111.00000000.00000000

Resultat : 10101100.00011000.00000000.00000000 = 172.24.0.0

2. Pour obtenir 200 machines dans le sous-réseau, nous devons avoir 8 bits dédiés aux machines. En effet,  $2^8$  donne 256 qui est le plus petit exposant de 2 supérieur à 200. Nous devons donc avoir 32 bits – 8 bits soit 24 bits pour le masque de sous-réseau. Le masque de sous-réseau sera donc 255.255.255.0 (/24). Nous aurons en binaire : 11111111.11111111.11111111.00000000.
3. Pour trouver l'adresse de sous-réseau, nous allons appliquer le masque de sous-réseau à l'adresse IP au travers d'une fonction "et".

Adresse : 10101100.00011000.11110101. 00011001

Masque 11111111.11111111.11111111.00000000

Resultat : 10101100.00011000.11110101.00000000 = 172.24.245.0

4. Pour déterminer les adresses des sous-réseaux, nous allons faire varier les 8 bits de sous-réseau de 00000000 à 11111111. Dans chaque sous-réseau, pour déterminer toutes les adresses utilisables, nous allons faire varier les 8 bits de machine de 00000001 à 11111110. Nous aurons :

Adresse réseau :	1 <sup>re</sup> adresse utilisable :	Dernière adresse utilisable :
172.24.0.0	172.24.0.1	172.24.0.254
172.24.1.0	172.24.1.1	172.24.1.254
172.24.2.0	172.24.2.1	172.24.2.254

## Pour l'adresse 212.122.148.49/24

1. Pour trouver l'adresse réseau par défaut, nous allons appliquer le masque réseau par défaut à l'adresse IP au travers d'une fonction "et".

Adresse : 11010100. 01111010. 10010100. 00110001

Masque 11111111.11111111.11111111.00000000

Resultat : 11010100. 01111010. 10010100.00000000 = 212.122.148.0

2. Pour obtenir 20 machines dans le sous-réseau, nous devons avoir 5 bits dédiés aux machines. En effet,  $2^5$  donne 32 qui est le plus petit exposant de 2 supérieur à 20. Nous devons donc avoir 32 bits – 5 bits soit 27 bits pour le masque de sous-réseau. Le masque de sous-réseau sera donc 255.255.255.224 (/27). Nous aurons en binaire : 11111111.11111111.11111111.11100000.
3. Pour trouver l'adresse de sous-réseau, nous allons appliquer le masque de sous-réseau à l'adresse IP au travers d'une fonction "et".

Adresse : 11010100. 01111010. 10010100. 00110001

Masque 11111111.11111111.11111111.11100000

Resultat : 11010100. 01111010. 10010100.00100000= 212.122.148.32

4. Pour déterminer les adresses des sous-réseaux, nous allons faire varier les 3 bits de sous-réseau de 000 à 111. Dans chaque sous-réseau, pour déterminer toutes les adresses utilisables, nous allons faire varier les 5 bits de machine de 00001 à 11110. Nous aurons :

<b>Adresse réseau :</b>	<b>1<sup>ère</sup> adresse utilisable :</b>	<b>Dernière adresse utilisable :</b>
212.122.148.0	212.122.148.1	212.122.148.30
212.122.148.32	212.122.148.33	212.122.148.62
212.122.148.64	212.122.148.65	212.122.148.94

## Énoncé

Parmi les adresses suivantes, lesquelles sont dans le même réseau ?

- a. 10.30.210.10 et 10.30.210.201, masque 255.255.255.0
- b. 10.30.210.10 et 10.30.14.201, masque 255.255.0.0
- c. 10.30.26.10 et 10.30.32.67, masque 255.255.240.0

## Solution

a. 10.30.210.10 et 10.30.210.201, masque 255.255.255.0

	128	64	32	16	8	4	2	1	128	64	32	16	8	4	2	1	
10.30.	1	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	10.30.210.10
255.255	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	255.255.255.0
10.30	1	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10.30.210.0
10.30	1	1	0	1	0	0	1	0	1	1	0	0	1	0	0	1	10.30.210.201
255.255	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	255.255.255.0
10.30	1	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10.30.210.0

b. 10.30.210.10 et 10.30.14.201, masque 255.255.0.0

	128	64	32	16	8	4	2	1	128	64	32	16	8	4	2	1	
10.30.	1	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	10.30.210.10
255.255	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	255.255.0.0
10.30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10.30.0.0
10.30	1	1	0	1	0	0	1	0	1	1	0	0	1	0	0	1	10.30.210.201
255.255	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	255.255.0.0
10.30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10.30.0.0

c. 10.30.26.10 et 10.30.32.67, masque 255.255.240.0

	128	64	32	16	8	4	2	1	128	64	32	16	8	4	2	1	
10.30.	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	10.30.26.10
255.255	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	255.255.240.0
10.30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10.30.0.0
10.30	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	10.30.32.67
255.255	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	255.255.240.0
10.30	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10.30.32.0

d. 10.30.26.10 et 10.30.17.237, masque /20

	128	64	32	16	8	4	2	1	128	64	32	16	8	4	2	1	
10.30.	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	10.30.26.10
255.255	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	255.255.240.0
10.30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10.30.0.0
10.30	0	0	0	0	1	0	0	1	1	1	1	0	1	1	0	1	10.30.17.237
255.255	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	255.255.240.0
10.30	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10.30.0.0

e. 10.30.27.34 et 10.30.27.68, masque /26

	128	64	32	16	8	4	2	1	128	64	32	16	8	4	2	1	
10.30.	0	0	0	1	1	0	1	1	0	0	1	0	0	0	1	0	10.30.27.34
255.255	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	255.255.255.94
10.30	0	0	0	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	10.30.27.0
10.30	0	0	0	1	1	0	1	1	0	1	0	0	0	1	0	0	10.30.27.68
255.255	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	255.255.255.94
10.30	0	0	0	1	1	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	10.30.27.64

f. 192.168.1.27 et 192.168.1.34 , masque 255.255.255.224

	128	64	32	16	8	4	2	1	128	64	32	16	8	4	2	1	
192.168	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0	1	1	192.168.1.27
255.255	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	255.255.255.224
192.168	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	192.168.1.0
192.168	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	192.168.1.34
255.255	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	255.255.255.224
192.168	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	192.168.1.32

## Énoncé

On a le réseau 132.45.0.0/16. Il faut redécouper ce réseau en 8 sous-réseaux.

1. Combien de bits supplémentaires sont nécessaires pour définir huit sous-réseaux ?
2. Quel est le masque réseau qui permet la création de huit sous-réseaux ?
3. Quelle est l'adresse réseau de chacun des huit sous-réseaux ainsi définis ?
4. Quelle est la plage des adresses utilisables du sous-réseau numéro 3 ?
5. Quelle est l'adresse de diffusion du sous-réseau numéro 4 ?

## Solution

Adresse: 132.45.0.0                    10000100.00101101. 00000000.00000000  
 Masque : 255.255.0.0 = 16            11111111.11111111. 00000000.00000000

1. Pour découper l'adresse réseau de départ en huit sous-réseaux, 3 bits supplémentaires sont nécessaires ( $2^3 = 8$ ).

2. Le nouveau masque réseau est 255.255.224.0

Adresse: 132.45.0.0                    10000100.00101101.000 00000.00000000  
 Masque : 255.255.224.0 = 19        11111111.11111111.111 00000.00000000

3. Pour obtenir la liste des huit adresses de sous-réseaux, on construit la table des combinaisons binaires sur les 3 bits supplémentaires du masque réseau.

Numéro 0 : 10000100.00101101.**000** 00000.00000000 soit 132.45.0.0

Numéro 1 : 10000100.00101101.**001** 00000.00000000 soit 132.45.32.0

Numéro 2 : 10000100.00101101.**010** 00000.00000000 soit 132.45.64.0

Numéro 3 : 10000100.00101101.**011** 00000.00000000 soit 132.45.96.0

Numéro 4 : 10000100.00101101.**100** 00000.00000000 soit 132.45.128.0

Numéro 5 : 10000100.00101101.**101** 00000.00000000 soit 132.45.160.0

Numéro 6 : 10000100.00101101.**110** 00000.00000000 soit 132.45.192.0

Numéro 7 : 10000100.00101101.**111** 00000.00000000 soit 132.45.224.0

4. Adresse du sous-réseau numéro 3 : 132.45.96.0

Réseau: 132.45.96.0/19                10000100.00101101.011 00000.00000000  
 Hôte début: 132.45.96.1              10000100.00101101.011 00000.00000001  
 Hôte fin: 132.45.127.254            10000100.00101101.011 11111.11111110

5. Adresse de diffusion du sous-réseau numéro 4 : 132.45.159.255

Réseau: 132.45.128.0/19              10000100.00101101.100 00000.00000000  
 Hôte début: 132.45.128.1            10000100.00101101.100 00000.00000001  
 Hôte fin: 132.45.159.254            10000100.00101101.100 11111.11111110  
 Diffusion: 132.45.159.255            10000100.00101101.100 11111.11111111

## Énoncé

On a le réseau 200.35.1.0/24. Il faut définir un masque réseau étendu qui permette de placer 20 hôtes dans chaque sous-réseau.

1. Combien de bits sont nécessaires sur la partie hôte de l'adresse attribuée pour accueillir au moins 20 hôtes ?
2. Quel est le nombre maximum d'adresses d'hôte utilisables dans chaque sous-réseau ?
3. Quel est le nombre maximum de sous-réseaux définis ?
4. Quelles sont les adresses de tous les sous-réseaux définis ?
5. Quelle est l'adresse de diffusion du sous-réseau numéro 2 ?

## Solution

- 1- Pour avoir au moins 20 hôtes il faut réserver 5 bits ( $14(2^4 - 2) < 20 < 30(2^5 - 2)$ )  
Donc on a 27 bits pour le partie sous réseau et 5 bits pour la partie hôtes ce qui donne un masque de la forme :  
11111111.11111111.11111111.11100000
- 2- La relation entre le nombre de bits (n) de la partie hôte d'une adresse IPv4 et le nombre d'adresses utilisables est :  $2^n - 2$ . Les deux combinaisons retirées sont l'adresse de réseau (tous les bits de la partie hôte à 0) et l'adresse de diffusion (tous les bits de la partie hôte à 1).  
Dans le cas présent, avec 5 bits d'adresses pour la partie hôte, le nombre d'adresses utilisables est 30 ( $2^5 - 2 = 30$ ).
- 3- Le masque du réseau attribué occupe 24 bits et le masque étendu 27 bits (voir question précédente). Le codage des adresses de sous-réseau utilise donc 3 bits. Avec 3 bits, on peut coder 8 ( $2^3$ ) combinaisons binaires soit 8 sous-réseaux.
- 4- Pour obtenir la liste des huit adresses de sous-réseaux, on construit la table des combinaisons binaires sur les 3 bits supplémentaires du masque réseau
 

Numéro 0 :	11001000.00100011.00000001.000	00000	soit	200.35.1.0
Numéro 1 :	11001000.00100011.00000001.001	00000	soit	200.35.1.32
Numéro 2 :	11001000.00100011.00000001.010	00000	soit	200.35.1.64
Numéro 3 :	11001000.00100011.00000001.011	00000	soit	200.35.1.96
Numéro 4 :	11001000.00100011.00000001.100	00000	soit	200.35.1.128
Numéro 5 :	11001000.00100011.00000001.101	00000	soit	200.35.1.160
Numéro 6 :	11001000.00100011.00000001.110	00000	soit	200.35.1.192
- 5- L'adresse de diffusion du sous-réseau numéro 2 correspond à la combinaison binaire pour laquelle tous les bits de la partie hôte sont à 1 et l'adresse réseau 200.35.1.64.
 

Adresse:	200.35.1.64	11001000.00100011.00000001.010	00000
Masque:	255.255.255.224 = 27	11111111.11111111.11111111.111	00000
Diffusion:	200.35.1.95	11001000.00100011.00000001.010	11111

## Énoncé

Découpez en 16 sous-réseaux le réseau 150.27.0.0 de masque 255.255.0.0 Indiquez pour chaque sous-réseau la liste des adresses attribuables à une machine ainsi que l'adresse de diffusion.

## Solution

L'ancien masque 255.255.0.0 comporte 16 bits à 1.

On découpe en  $16=2^4$ . On rajoute donc 4 bits à 1 au masque.

La masque de chaque sous-réseau est donc 255.255.(1111 0000).0 soit 255.255.240.0

Les adresses des sous-réseaux sont donc :

- 0- 150.27.(0000 0000).0 soit 150.27.0.0
- 1- 150.27.(0001 0000).0 soit 150.27.16.0
- 2- 150.27.(0010 0000).0 soit 150.27.32.0
- 3- 150.27.(0011 0000).0 soit 150.27.48.0
- 4- 150.27.(0100 0000).0 soit 150.27.64.0
- 5- 150.27.(0101 0000).0 soit 150.27.80.0
- 6- 150.27.(0110 0000).0 soit 150.27.96.0
- 7- 150.27.(0111 0000).0 soit 150.27.112.0
- 8- 150.27.(1000 0000).0 soit 150.27.128.0
- 9- 150.27.(1001 0000).0 soit 150.27.144.0
- 10-150.27.(1010 0000).0 soit 150.27.160.0
- 11- 150.27.(1011 0000).0 soit 150.27.176.0
- 12-150.27.(1100 0000).0 soit 150.27.192.0
- 13-150.27.(1101 0000).0 soit 150.27.208.0
- 14- 150.27.(1110 0000).0 soit 150.27.224.0
- 15- 150.27.(1111 0000).0 soit 150.27.240.0

L'adresse de broadcast est obtenue en mettant à 1 tous les bits du host-id.

Les adresses de broadcast sont donc :

- 0-150.27.(0000 1111).255 soit 150.27.15.255
- 2-150.27.(0001 1111).255 soit 150.27.31.255
- 3-150.27.(0010 1111).255 soit 150.27.47.255
- 4-150.27.(0011 1111).255 soit 150.27.63.255
- 5-150.27.(0100 1111).255 soit 150.27.79.255
- 6-150.27.(0101 1111).255 soit 150.27.95.255
- 7-150.27.(0110 1111).255 soit 150.27.111.255
- 8-150.27.(0111 1111).255 soit 150.27.127.255
- 9-150.27.(1000 1111).255 soit 150.27.143.255
- 10-150.27.(1001 1111).255 soit 150.27.159.255
- 11-150.27.(1010 1111).255 soit 150.27.175.255
- 12-150.27.(1011 1111).255 soit 150.27.191.255

13-150.27.(1100 1111).255 soit 150.27.207.255  
14-150.27.(1101 1111).255 soit 150.27.223.255  
15-150.27.(1110 1111).255 soit 150.27.239.255  
16-150.27.(1111 1111).255 soit 150.27.255.255

Le host-id peut prendre n'importe quelle valeur sauf celle comportant que des 0 ou que des 1. Pour chaque sous-réseau, on peut donc attribuer une machine les adresses :

de 150.27.(0000 0000).1 soit 150.27.0.1 à 150.27.(0000 1111).254 soit 150.27.15.254  
de 150.27.(0001 0000).1 soit 150.27.16.1 à 150.27.(0001 1111).254 soit 150.27.31.254  
de 150.27.(0010 0000).1 soit 150.27.32.1 à 150.27.(0010 1111).254 soit 150.27.47.254  
de 150.27.(0011 0000).1 soit 150.27.48.1 à 150.27.(0011 1111).254 soit 150.27.63.254  
de 150.27.(0100 0000).1 soit 150.27.64.1 à 150.27.(0100 1111).254 soit 150.27.79.254  
de 150.27.(0101 0000).1 soit 150.27.80.1 à 150.27.(0101 1111).254 soit 150.27.95.254  
de 150.27.(0110 0000).1 soit 150.27.96.1 à 150.27.(0110 1111).254 soit 150.27.111.254  
de 150.27.(0111 0000).1 soit 150.27.112.1 à 150.27.(0111 1111).254 soit 150.27.127.254  
de 150.27.(1000 0000).1 soit 150.27.128.1 à 150.27.(1000 1111).254 soit 150.27.143.254  
de 150.27.(1001 0000).1 soit 150.27.144.1 à 150.27.(1001 1111).254 soit 150.27.159.254  
de 150.27.(1010 0000).1 soit 150.27.160.1 à 150.27.(1010 1111).254 soit 150.27.175.254  
de 150.27.(1011 0000).1 soit 150.27.176.1 à 150.27.(1011 1111).254 soit 150.27.191.254  
de 150.27.(1100 0000).1 soit 150.27.192.1 à 150.27.(1100 1111).254 soit 150.27.207.254  
de 150.27.(1101 0000).1 soit 150.27.208.1 à 150.27.(1101 1111).254 soit 150.27.223.254  
de 150.27.(1110 0000).1 soit 150.27.224.1 à 150.27.(1110 1111).254 soit 150.27.239.254  
de 150.27.(1111 0000).1 soit 150.27.240.1 à 150.27.(1111 1111).254 soit 150.27.255.254

## TD2 : CORRECTION

### I. connaître son environnement réseau

- a. Quelle est l'adresse IPv4 de votre PC ? l'adresse IPv6 ?

```
ipconfig :  
Adresse IPv4. . . . . : 192.168.1.13  
Masque de sous-réseau. . . : 255.255.255.0  
Passerelle par défaut. . . . . : 192.168.1.1
```

- b. Quelle est l'adresse du réseau local ? Quelle est la classe du réseau local ? Combien de machines au total peuvent être connectées sur le réseau local de l'école ?

```
Avec ipconfig, on voit que le masque est 255.255.255.0 donc seuls les 8 derniers octets C'est une adresse de classe C. Elle encode les numéros de machine => 2^8=256.  
Le réseau a donc pour adresse 192.168.1.0 et l'adresse de broadcast est 192.168.1..255  
Il reste 254 numéros d'adresses IP disponibles. Les machines sont susceptibles d'aller de 192.168.1.1 à 192.168.1.254  
C'est une adresse de réseau privé.
```

### II. Routage

Pour découvrir le réseau, nous allons envoyer une requête hors du réseau local à google et observer le chemin qu'elle prend via des appels à la commande ping.

- a. Quel protocole implémente la commande ping ?

```
ICMP (Internet Control Message Protocol)
```

- b. Effectuer la commande :ping -r 1 -i 1 www.google.fr

```
PING www-cctld.l.google.com (74.125.230.248) 56(84) bytes of data.  
From r-epu.polytech.upmc.fr (134.157.105.254) icmp_seq=1 Time to live exceeded  
  
--- www-cctld.l.google.com ping statistics ---  
1 packets transmitted, 0 received, +1 errors, 100% packet loss, time 0ms
```

- c. A quoi correspondent les deux options de la commande ?

```
Option n 1 : n'envoie qu'une seule requête et s'arrête.  
Option i 2 : TTL de chaque paquet = 1
```

- d. Effectuer successivement plusieurs commandes ping en augmentant le ttl à chaque fois. Combien faut-il de sauts avant d'entrer dans le réseau de google ?

- Ca dépend du réseau local...

### Exercice 1 :

1. Quel est l'avantage de la séparation de l'adressage en deux parties dans l'adressage Internet ?

2. Pourquoi l'adresse IP ne peut-elle pas être affectée à un périphérique réseau par son fabricant ?

**Correction :**

- a) Le fait de séparer l'adresse en deux parties permet de réduire la taille mémoire des routeurs, qui ne conservent que l'adresse des (sous-)réseaux et celles des stations des (sous-)réseaux directement rattachées. En effet, la séparation entre l'adresse du réseau et celle de la station attachée au réseau permet un routage effectif dans les routeurs uniquement d'après l'adresse du réseau. L'adresse complète n'est utilisée qu'une fois le paquet arrivé dans le routeur connecté au réseau destinataire.
- b) L'adresse IP doit non seulement être unique mais elle doit aussi refléter la structure de l'interconnexion. La partie réseau de l'adresse dépend donc du réseau auquel est connectée la station : toutes les machines connectées au même réseau physique ont le même préfixe réseau.

**Exercice 2 :**

Quelles sont les classes des adresses réseaux suivantes ? Combien d'adresses machines peuvent être utilisées par chacune ?

- 204.160.241.93;
- 138.96.32.3;
- 18.181.0.31;

**Correction :**

204.160.241.93;

204 = 11001100 => Classe C => 28-2 adresses machines possibles (-2 à cause de l'adresse de diffusion 204.160.241.255 et de l'adresse du réseau 204.160.241.0) = 254 id machines

- 138.96.32.3 ;

138 = 10001010 => Classe B => 216-2 = 65 534 id machines

- 18.181.0.31 ;

18 = 00010010 => Classe A => 224-2 = 16777214 id machines

**Exercice 3 :**

A et B sont deux utilisateurs de la même entreprise. L'utilisateur A a pour adresse 143.27.102.101 et lit dans le fichier de configuration de son poste (commande ipconfig ou ifconfig, par exemple) : masque de sous-réseau : 255.255.192.0 et adresse routeur par défaut : 143.27.105.1.

- a) Quelle est l'adresse du sous-réseau auquel appartient A ?
- b) Quelle est l'adresse de diffusion sur ce sous-réseau ?

L'utilisateur B a pour adresse 143.27.172.101 et lit de même : masque de sous-réseau : 255.255.192.0 .

- c) B est-il sur le même sous-réseau que A ?
- d) Peut-il utiliser la même adresse de routeur par défaut que A ?

**Correction :**

- a) 143 = 10001111 de classe B. Adresse de réseau sur 2 octets. Donc A est dans le réseau 143.27.0.0.

On effectue un ET logique entre les nombres 102 et 192 écrits sur 8 bits soit 01100110 ET 11000000. Le résultat donne :01000000=64. Donc A est dans le sous-réseau 143.27.64.0 et il y a 2 bits pour définir les sous-réseaux.

- b) L'adresse de diffusion dans ce sous-réseau est 143.27.127.255 (on obtient 127.255 en remplaçant les 14 bits prévus pour l'identifiant de machine par des 1)
- c) L'utilisateur B est dans le réseau 143.27.0.0 mais pas dans le même sous-réseau (il est dans le sous-réseau 143.27.128.0).
- d) Il ne peut donc pas utiliser la même adresse de routeur par défaut (le routeur par défaut est obligatoirement dans le sous-réseau de l'utilisateur)

#### Exercice 4 :

Supposez qu'au lieu d'utiliser 16 bits pour la partie réseau d'une adresse IP de classe B on utilise 22.

- Combien de sous-réseaux est-il alors possible de définir ?
- Donnez le masque de sous-réseaux correspondant

#### Correction :

- Combien de sous-réseaux est-il alors possible de définir ?  
partie réseau = 22 au lieu de 16 => 6 bits sont utilisés pour la partie sous-réseau  
=> nombre de sous-réseaux possibles =  $2^6 = 62$  (par convention on n'a pas le droit d'utiliser 000000 et 111111 à cause des risques de confusion que cela peut entraîner, d'où le -2)
- Donnez le masque de sous-réseaux correspondant.  
partie réseau + partie sous-réseau = 22 bits => masque de sous-réseau contient 22 bits à 1 et le reste (10 bits) à 0  
=> 11111111.11111111.11111100.00000000 = 255.255.252.0

#### Exercice 5 :

1. Une société veut se raccorder à Internet. Pour cela, elle demande une adresse réseau de classe B afin de contrôler ses 2 853 machines installées en France. Une adresse réseau de classe B sera-t-elle suffisante ?
2. L'organisme chargé de l'affectation des adresses réseau lui alloue plusieurs adresses de classe C consécutives au lieu d'une adresse de classe B . Combien d'adresses de classe C faut-il allouer à cette société pour qu'elle puisse gérer tous ses terminaux installés ?
3. Finalement, la société a pu obtenir une adresse réseau de classe B. L'administrateur du réseau choisit de découper le réseau pour refléter la structure de la société, c'est-à-dire qu'il crée autant de sous-réseaux que la société compte de services différents. L'administrateur a donc prévu 12 sous-réseaux, numérotés de 1 à 12. Proposez le masque de sous-réseau utilisé dans l'un des services de la société. Combien reste-t-il de bits pour identifier les machines de chaque service ? Combien de machines peut-on identifier dans chaque service ?
4. L'adresse réseau de la société est : 139.47.0.0. Indiquez l'adresse réseau du sous-réseau 9.
5. Dans le sous-réseau choisi, donnez l'adresse IP complète de la machine ayant comme identifiant de machine 7.48.
6. Donnez les adresses réseau et les adresses de diffusion du sous-réseau 12.

### Correction :

- 1) Oui, car une adresse de classe B permet d'adresser  $2^{16}-2$  (65 534 machines), soit largement plus que le nombre de machines installées.
- 2) Une adresse de classe C permet d'adresser 254 machines. Il faut 12 adresses de classe C pour adresser tous les terminaux.
- 3) Il faut 4 bits pour identifier 12 sous-réseaux. Le masque vaut donc : 255.255.240.0.
- 4) Il reste 12 bits, c'est-à-dire qu'on peut adresser  $2^{12}-2$  machines soit 4 094 machines par sous-réseau.
- 5) Le sous-réseau 1 a pour adresse 139.47.16.0 (les 4 bits de sous-réseau valent 0001 soit 1 en décimal) donc le sous-réseau 9 aura pour adresse réseau : 139.47.144.0 (les 4 bits de sous-réseau valent 1001 soit 9 en décimal)
- 6) La machine 7.48 du sous-réseau 139.47.144.0 a pour adresse IP 139.47.151.48.
- 7) Adresse réseau du sous-réseau 12 : 139.47.192.0; son adresse de diffusion vaut :139.47.207.255.

### Exercice 6 : Analyse de paquet IP

Décoder l'en-tête du paquet IPv4 suivant (en hexadécimal) et en extraire toutes les informations possibles.

```
45 00 00 50 20 61 00 00 80 01 C5 64 C7 F5 B4 0A C7 F5 B4 09
08 00 00 1C 01 02 03 04 05 06 07 08 09 0A 0B 0C 0D 0E 0F 10
11 12 13 14 15 16 17 18 19 1A 1B 1C 1D 1E 1F 20 21 22 23 24
25 26 27 28 29 2A 2B 2C 2D 2E 2F 30 31 32 33 34 35 36 37 38
```

### Correction :

45→4 = protocole IP version 4 ; 5 = longueur de l'en-tête du datagramme =  $5*4 = 20$  octets = longueur par défaut d'un en-tête sans option.

00→Type Of Service = 0 = pas de service particulier (en fait avec IPv4, il n'y a pas de service particulier. Ce champ est donc toujours nul !).

00 50→longueur totale =  $0*4096 + 0*256 + 5*16 + 0*1 = 80$  octets donc la longueur du contenu du champ de données est de  $80 - 20 = 60$  octets.

20 61→identificateur du datagramme (ne sera utile que s'il est fragmenté).

00 00→drapeaux et déplacement = tout à zéro = datagramme non fragmenté.

80→durée de vie =  $80 = 8*16 + 0*1 = 128$  routeurs que le datagramme pourrait encore traverser.

01→protocole transporté dans le datagramme : 1 = code du protocole ICMP.

C5 64→Bloc de contrôle d'erreur de l'en-tête.

C7 F5 B4 0A→adresse IP émetteur = 199.245.180.10

C7 F5 B4 09→adresse IP destinataire =199.245.180.9

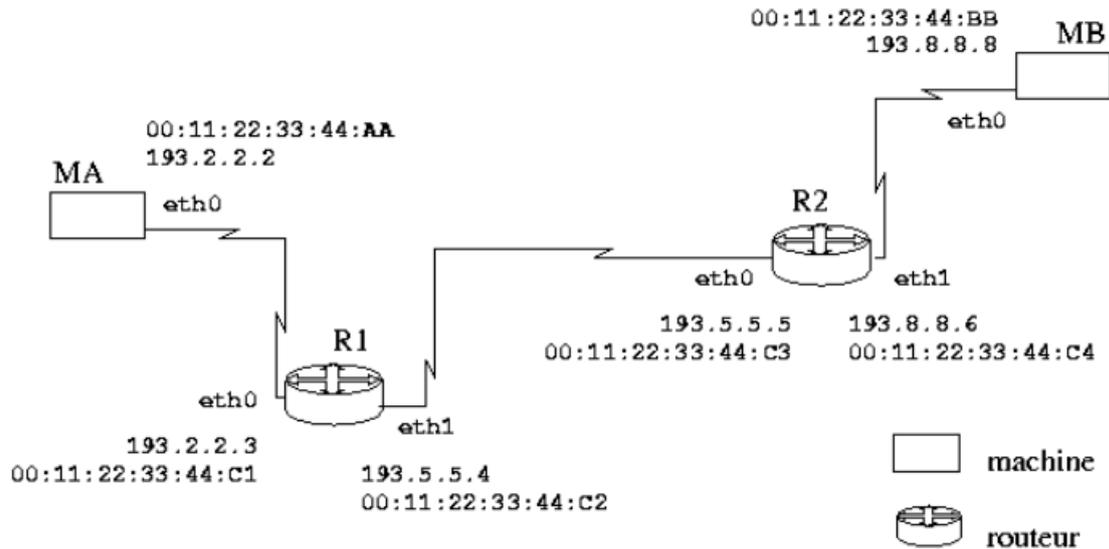
Les deux machines sont dans le même réseau de classe C, le réseau 199.245.180.0

### Exercice 7 :

On considère le réseau, représenté par la figure 1, où la machine MA souhaite envoyer un datagramme à la machine MB. Les deux machines n'étant pas sur le même sous-réseau, le datagramme va donc devoir être routé via les deux routeurs R1 et R2. Ce réseau Internet est supporté par trois réseaux physiques Ethernet dont les adresses Internet, de classe C et de masque 255.255.255.0, sont 193.2.2.0, 193.5.5.0 et 193.8.8.0.

1. Donnez les adresses source et destination du paquet IP prêt à être envoyé préparé sur MA

- Donnez les tables de routage initiales les plus simples (minimales), sur chaque machine (MA, R1, R2 et MB), permettant l'acheminement du paquet de MA vers MB.
- Donnez les étapes successives nécessaires à cet acheminement, en précisant les adresses utilisées dans les en-têtes des trames Ethernet envoyées pour transporter le paquet ci-dessus



**Correction :**

- 1) @IP\_src = @IP\_MA = 193.2.2.2 et @IP\_dest = @IP\_MB = 193.8.8.8
- 2) MA :

Destinataire	Coût	Masque	Prochain routeur	Interface
192.2.2.0	0	255.255.255.0	-	eth0
Default	-	0.0.0.0	192.2.2.3	eth0

R1 :

Destinataire	Coût	Masque	Prochain routeur	Interface
192.2.2.0	0	255.255.255.0	-	eth0
192.5.5	0	255.255.255.0	-	eth1
192.8.8.0	1	255.255.255.0	192.5.5.5	eth1

R2 :

Destinataire	Coût	Masque	Prochain routeur	Interface
192.5.5.0	0	255.255.255.0	-	eth0
192.8.8.0	0	255.255.255.0	-	eth1
192.2.2.0	1	255.255.255.0	192.5.5.4	eth0

MB :

Destinataire	Coût	Masque	Prochain routeur	Interface
192.8.8.0	0	255.255.255.0	-	eth0
default	-	0.0.0.0	192.8.8.6	eth0

3) On suppose que chaque machine connaît l'@MAC des machines de son réseau local (pas d'échanges ARP). Même si ce n'est pas le cas, on omet l'étape de résolution d'adresses.

1. MA détermine si MB est sur le même réseau (sous-réseau ou LAN) qu'elle en comparant : @IP\_MA && masque et @IP\_MB && masque. Le résultat est négatif (les deux machines ne sont pas sur le même réseau (193.2.2.0 pour MA et 193.8.8.0 pour MB). MA consulte sa table de routage et conclut qu'il faut passer par son routeur (R1).

2. MA encapsule le paquet destiné à MB dans une trame envoyée à R1. On a:

- @MAC\_src = @MAC\_MA = 00:11:22:33:44:AA
- @MAC\_dest = @MAC\_R1 = 00:11:22:33:44:C1
- @IP\_src = @IP\_MA = 192.2.2.2
- @IP\_dest = @IP\_MB = 192.8.8.8

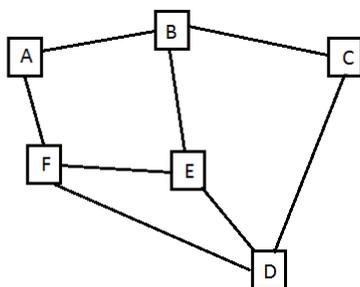
3. R1 reçoit la trame et décapsule le paquet IP. Il constate que le paquet ne lui est pas destiné et consulte sa table de routage pour savoir où il faut le transmettre. D'après, sa table de routage le réseau du destinataire est accessible par son interface eth1 mais il faut passer par le routeur R2.

4. R1 encapsule le paquet destiné à MB dans une trame envoyée à R2. On a:

- @MAC\_src = @MAC\_R1 = 00:11:22:33:44:C2
- @MAC\_dest = @MAC\_R2 = 00:11:22:33:44:C3
- @IP\_src = @IP\_MA = 192.2.2.2
- @IP\_dest = @IP\_MB = 192.8.8.8

5. R2 reçoit la trame et décapsule le paquet IP. Il constate que le paquet ne lui est pas destiné et consulte sa table de routage pour savoir où il faut le transmettre. D'après, sa table de routage le réseau du destinataire est accessible directement (sans intermédiaire) par son interface eth1.

### Exercice 8:



Établissez la table de routage du nœud E de ce réseau, en minimisant le coût des liaisons. Vous supposerez que la topologie entière du réseau est connue.

### Correction

La table de routage du nœud E peut être, par exemple :  $\text{routage}(E) = [(A,B) ; (B,B) ; (C,B) ; (D,D) ; (E,-) ; (F,F)]$  où le couple (A,B) signifie : pour aller à A, il faut passer par B. Il y a deux chemins de longueur 2 pour aller de E à A, celui qui passe par B et celui qui passe par F.

Nous avons retenu celui qui correspond à la plus petite lettre dans l'ordre alphabétique.

De même pour le chemin de E à C.

### Exercice 9 :

Soit une connexion TCP identifiée par son quadruplet :< adresse IP 123.45.67.89, port 12006, adresse IP 12.34.56.78, port 80 >.À quoi correspond cette connexion ? Traverse-t-elle un ou plusieurs routeurs ?

**Correction :**

La machine qui a ouvert la connexion est un client (grand numéro de port) qui s'est connecté à un serveur Web (port 80). Les deux machines ont des adresses IP de classe A et appartiennent à des réseaux différents. La connexion traverse donc au moins un routeur

**Exercice 10:**

Décodé les informations sur la connexion et les numéros de séquence du segment TCP ci-après, donné en hexadécimal :

```
00 15 0F 87 9C CB 7E 01 27 E3 EA 01 50 12 10 00 DF 3D 00 00
```

**Correction :**

00 15→port source, ici 21 donc serveur FTP

0F 87→port destination 3975, port quelconque du client.

9C CB 7E 01→Numéro de séquence (numéro du 1<sup>er</sup> octet émis).

27 E3 EA 01→Numéro de séquence (numéro du 1<sup>er</sup> octet attendu en réception)

**Exercice 11 :**

Soit deux réseaux (notés 1 et 2) distants l'un de l'autre et interconnectés par internet, possédant chacun un routeur (R1 et R2). L'architecture de protocoles utilisée est TCP/IP. Le poste PC1 du premier réseau communique avec le poste PC2 du second réseau qui est un serveur offrant deux services : Web et FTP.

1. Le logiciel TCP est-il implémenté au niveau du routeur R1? Du routeur R2 ? Des deux routeurs ?
2. PC1 a déjà une connexion TCP établie avec PC2 pour le service Web. Peut-il établir une seconde connexion pour le service FTP ? Si oui, comment TCP différencie-t-il les deux connexions ?
3. PC1 a terminé le téléchargement et fermé sa connexion avec le service FTP. La connexion avec le service Web est brutalement interrompue et PC1 en démarre une nouvelle (toujours avec le même serveur PC2). Est-il possible que des segments de la première connexion interfèrent avec ceux de la seconde ?

**Correction :**

- 1) Le logiciel TCP n'existe que dans les postes des utilisateurs (clients ou serveurs). Les routeurs ont la couche IP comme couche de niveau supérieur.
- 2) TCP a la capacité de gérer plusieurs connexions simultanément. PC1 peut donc avoir plusieurs connexions avec PC2. Ces connexions diffèrent par le numéro de port local et par le numéro de port distant, donc pas de confusion possible. Les deux connexions valent respectivement :<adresse IP-PC1, port x, adresse IP-PC2, port 80> et <adresse IP-PC1, port y , adresse IP-PC2, port 21>
- 3) La nouvelle connexion avec le service Web utilise des numéros de séquence pour les octets du flot de données échangées qui sont différents de la connexion précédente, puisque le numéro de séquence initial est tiré au sort pour la nouvelle connexion. Il n'y a donc aucun risque que des segments interfèrent.