



## Fiche TD6 : exercices 1,2,4

---

Olivier GLÜCK

Université LYON 1 / Département Informatique

Olivier.Gluck@univ-lyon1.fr

<http://perso.univ-lyon1.fr/olivier.gluck>



# 1. Masque de sous-réseaux

---

Une entreprise a relié 4 stations sur un segment Ethernet avec la configuration suivante :

<u>station</u>	<u>@IP</u>	<u>netmask</u>
A	150.150.1.28	255.255.254.0
B	150.150.1.57	255.255.255.0
C	150.150.2.28	255.255.252.0
D	150.150.2.57	255.255.254.0

- Aucune machine n'est configurée en tant que routeur sur le segment
- Des utilisateurs se plaignent de ne pas pouvoir communiquer entre eux
- Expliquez lesquels et pourquoi... Que faudrait-il changer dans la configuration actuelle ?



# 1. Masque de sous-réseaux

<u>station</u>	<u>@IP</u>	<u>netmask</u>
A	150.150.1.28	255.255.254.0
B	150.150.1.57	255.255.255.0
C	150.150.2.28	255.255.252.0
D	150.150.2.57	255.255.254.0

- Quand on configure une carte réseau, on lui attribue une @IP et un netmask. Le netmask donne la taille du réseau dans lequel est la station donc le nb de machines qu'il peut contenir.
- Il permet de déterminer l'adresse du réseau dans lequel se trouve la station en faisant un & logique entre l'@IP de la station et son netmask.
- Une ligne est alors ajoutée dans la table de routage de la station pour joindre toutes les stations appartenant au même sous-réseau. Mais il est impossible d'envoyer un paquet à une station qui se trouverait dans un autre sous-réseau sans passer par un routeur.

# 1. Masque de sous-réseaux

<u>station</u>	<u>@IP</u>	<u>netmask</u>
A	150.150.1.28	255.255.254.0 =/23
B	150.150.1.57	255.255.255.0 =/24
C	150.150.2.28	255.255.252.0 =/22
D	150.150.2.57	255.255.254.0 =/23

Pour chaque station, il faut donc déterminer l'adresse du sous-réseau de la station et l'ensemble des stations appartenant à ce sous-réseau (SR) :

■ SRA = 150.150.0.0/23

En effet, /23 signifie que le bit de poids faible (le plus à droite) dans la partie réseau de l'adresse est le bit  $2^1=2$  dans le 3<sup>ème</sup> octet :

8 bits + 8 bits + 7 bits pour le réseau | 9 bits pour les machines

/23 = 255 . 255 .  $2^7$   $2^6$   $2^5$   $2^4$   $2^3$   $2^2$   $2^1$   $2^0$  . 0

Donc en /23, les SR sont les multiples de 2 dans le 3<sup>ème</sup> octet.  
Dans le 3<sup>ème</sup> octet, SRA est le multiple de 2  $\leq$  à 1 soit 0

# 1. Masque de sous-réseaux

<u>station</u>	<u>@IP</u>	<u>netmask</u>
A	150.150.1.28	255.255.254.0 =/23

■ SRA = 150.150.0.0/23

Donc en /23, les SR sont les multiples de 2 dans le 3<sup>ème</sup> octet.  
Dans le 3<sup>ème</sup> octet, SRA est le multiple de 2 inférieur à 1 soit 0.  
Les deux premiers octets restent 150.150 d'où 150.150.0.0/23  
Cette méthode permet de faire le & logique entre l'@IP de la station et son netmask sans écrire en binaire.

$$\begin{array}{r} 150 . 150 . 1 . 28 \\ \& 255 . 255 . 254 . 0 \\ \hline 150 . 150 . 0 . 0 \end{array}$$

En /23, comme il y a 9 bits pour les machines,  
SRA contient  $2^9 - 2 = 512 - 2$  machines. On enlève l'@ du sous-réseau et l'adresse de diffusion qui ne sont pas attribuables à une machine.



# 1. Masque de sous-réseaux

<u>station</u>	<u>@IP</u>	<u>netmask</u>
A	150.150.1.28	255.255.254.0 =/23

- SRA = 150.150.0.0/23 Dans ce SR :

La 1<sup>ère</sup> machine est 150.150.0.1

Le SR suivant est 150.150.2.0/23 (le multiple de 2 après 0 dans le 3<sup>ème</sup> octet)

La diffusion est 150.150.1.255 (@SR suivant – 1)

La dernière machine est 150.150.1.254 (@diffusion – 1)

La configuration de A ne permet de joindre que les stations dont l'adresse est entre 150.150.0.1 et 150.150.1.254

La table de routage de A contient uniquement la ligne

Destination/masque	Prochain saut ou Interface
150.150.0.0/23	eth0 (Interface de A)

# 1. Masque de sous-réseaux

<u>station</u>	<u>@IP</u>	<u>netmask</u>
B	150.150.1.57	255.255.255.0 =/24

■ SRB = 150.150.1.0/24

En effet, /24 signifie que le bit de poids faible (le plus à droite) dans la partie réseau de l'adresse est le bit  $2^0=1$  dans le 3<sup>ème</sup> octet :

8 bits + 8 bits + 8 bits pour le réseau

/24 = 255 . 255 .  $2^7$   $2^6$   $2^5$   $2^4$   $2^3$   $2^2$   $2^1$   $2^0$  . 0

8 bits

Donc en /24, les SR sont les multiples de 1 dans le 3<sup>ème</sup> octet.

Dans le 3<sup>ème</sup> octet, SRB est le multiple de 1  $\leq$  à 1 soit 1

@1<sup>ère</sup> machine = @SRB + 1 = 150.150.1.1

@SR suivant = 150.150.2.0/24

@diffusion = @SR suivant - 1 = 150.150.1.255

@dernière machine = @diffusion - 1 = 150.150.1.254

La configuration de B ne permet de joindre que les stations dont l'adresse est entre 150.150.1.1 et 150.150.1.254

# 1. Masque de sous-réseaux

<u>station</u>	<u>@IP</u>	<u>netmask</u>
C	150.150.2.28	255.255.252.0 =/22

■ SRC = 150.150.0.0/22

En effet, /22 signifie que le bit de poids faible (le plus à droite) dans la partie réseau de l'adresse est le bit  $2^2=4$  dans le 3<sup>ème</sup> octet :

8 bits + 8 bits + 6 bits pour le réseau 10 bits

/22 = 255 . 255 .  $2^7$   $2^6$   $2^5$   $2^4$   $2^3$   $2^2$   $2^1$   $2^0$  . 0

Donc en /22, les SR sont les multiples de 4 dans le 3<sup>ème</sup> octet.

Dans le 3<sup>ème</sup> octet, SRC est le multiple de 4  $\leq$  à 2 soit 0

@1<sup>ère</sup> machine = @SRC + 1 = 150.150.0.1

@SR suivant = 150.150.4.0/22

@diffusion = @SR suivant - 1 = 150.150.3.255

@dernière machine = @diffusion - 1 = 150.150.3.254

La configuration de C ne permet de joindre que les stations dont l'adresse est entre 150.150.0.1 et 150.150.3.254



# 1. Masque de sous-réseaux

<u>station</u>	<u>@IP</u>	<u>netmask</u>
D	150.150.2.57	255.255.254.0 =/23

■ SRD = 150.150.2.0/23

En effet, /23 signifie que le bit de poids faible (le plus à droite) dans la partie réseau de l'adresse est le bit  $2^1=2$  dans le 3<sup>ème</sup> octet :

8 bits + 8 bits + 7 bits pour le réseau | 9 bits pour les machines

**/23** = 255 . 255 .  $2^7$   $2^6$   $2^5$   $2^4$   $2^3$   $2^2$   **$2^1$**   $2^0$  . 0

Donc en /23, les SR sont les multiples de 2 dans le 3<sup>ème</sup> octet.

Dans le 3<sup>ème</sup> octet, SRD est le multiple de 2  $\leq$  à 2 soit 2

@1<sup>ère</sup> machine = @SRD + 1 = 150.150.2.1

@SR suivant = 150.150.4.0/23

@diffusion = @SR suivant - 1 = 150.150.3.255

@dernière machine = @diffusion - 1 = 150.150.3.254

La configuration de D ne permet de joindre que les stations dont l'adresse est entre 150.150.2.1 et 150.150.3.254

# 1. Masque de sous-réseaux

<u>station</u>	<u>@SR</u>	<u>@Station</u>	<u>@1<sup>ère</sup></u>	<u>@dernière</u>	<u>Nb stations</u>
A	150.150.0.0/23	1.28	0.1	1.254	510
B	150.150.1.0/24	1.57	1.1	1.254	254
C	150.150.0.0/22	2.28	0.1	3.254	1022
D	150.150.2.0/23	2.57	2.1	3.254	510

	A	B	C	D
A	Oui	Oui	Non	Non
B	Oui	Oui	Non	Non
C	Oui	Oui	Oui	Oui
D	Non	Non	Oui	Oui

Tableau qui récapitule, pour chaque ping émis depuis la machine en ligne vers la machine en colonne, si le paquet ICMP peut être envoyé (car la destination est connue dans la table de routage) ou Non

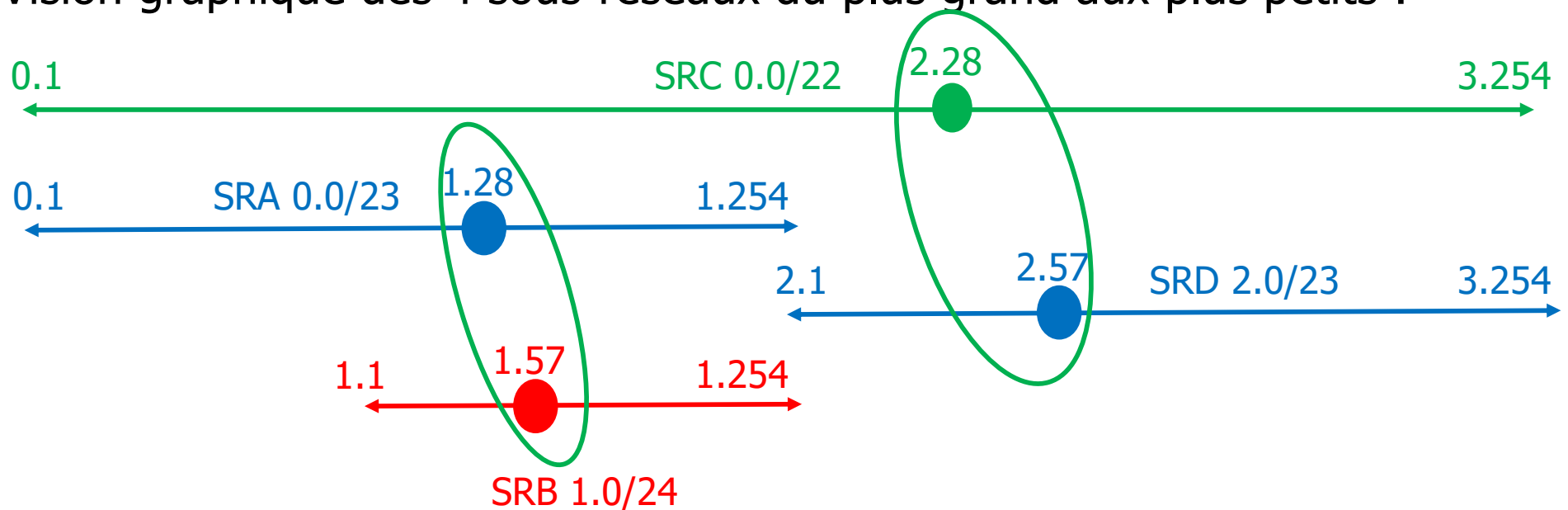
Pour qu'un ping fonctionne, il faut que l'aller et le retour puisse se faire donc il faut un « Oui » de manière symétrique

Donc seuls les ping entre A et B mais aussi C et D fonctionnent.

# 1. Masque de sous-réseaux

<u>station</u>	<u>@SR</u>	<u>@Station</u>	<u>@1<sup>ère</sup></u>	<u>@dernière</u>	<u>Nb stations</u>
A	150.150.0.0/23	1.28	0.1	1.254	510
B	150.150.1.0/24	1.57	1.1	1.254	254
C	150.150.0.0/22	2.28	0.1	3.254	1022
D	150.150.2.0/23	2.57	2.1	3.254	510

Vision graphique des 4 sous-réseaux du plus grand aux plus petits :





## 2. Découpage en sous-réseaux

---

Une entreprise composée de 10 départements se voit affecter l'adresse IP 196.179.110.0

L'administrateur souhaite affecter un sous-réseau à chaque département

- De quelle classe d'adressage s'agit-il ? Combien de machines cela permet-il d'adresser ?
- En supposant que le nombre de départements de l'entreprise ne va pas tellement évoluer, quel est le masque de sous-réseau optimal ?
- Combien de départements peuvent être ajoutés ? Combien de machines chaque département peut-il comporter ?
- Quelle est l'adresse de *broadcast* du 3<sup>ème</sup> sous-réseau ?
- Comment faire 2 départements avec 30 machines et 8 départements avec 14 machines ?



## 2. Découpage en sous-réseaux

- De quelle classe d'adressage s'agit-il ? Combien de machines cela permet-il d'adresser ?

196.179.110.0 est une adresse de classe C car les deux premiers bits de l'adresse sont à 1 ( $196 \geq 192$ ) donc le masque est  $/24 = 255.255.255.0$  Il y a 8 bits pour les machines donc  $2^8 - 2 = 254$  machines

- En supposant que le nombre de départements de l'entreprise ne va pas tellement évoluer, quel est le masque de sous-réseau optimal ?

Pour faire 10 départements, il faut 4 bits car  $2^3 \leq 10 \leq 2^4$

Le masque des SR est donc  $/24 + 4 = /28$  soit 255.255.255.240

- Combien de départements peuvent être ajoutés ?

Avec 4 bits, il est possible de faire  $2^4 = 16$  SR au maximum donc il est possible de faire 6 départements supplémentaires

- Combien de machines chaque département peut-il comporter ?

Il reste  $32 - 28 = 4$  bits pour les machines donc  $2^4 - 2 = 14$  machines

## 2. Découpage en sous-réseaux

- Quelle est l'adresse de *broadcast* du 3<sup>ème</sup> sous-réseau ?

Il faut d'abord lister les SR. Pour cela, déterminons le pas de numérotation des SR. /28 signifie que le bit de poids faible (le plus à droite) dans la partie réseau de l'adresse est le bit  $2^4=16$  dans le 4<sup>ème</sup> octet :

$$\text{/28} = 255 . 255 . 255 . \overset{8 \text{ bits}}{2^7} \overset{8}{2^6} \overset{8}{2^5} \boxed{\overset{4 \text{ bits réseaux}}{2^4}} \overset{4 \text{ bits}}{2^3} 2^2 2^1 2^0$$

Donc en /28, les SR sont les multiples de 16 dans le 4<sup>ème</sup> octet.

SR1 = 196.179.110.0/28	SR6 = 196.179.110.80/28
SR2 = 196.179.110.16/28	SR7 = 196.179.110.96/28
SR3 = 196.179.110.32/28	SR8 = 196.179.110.112/28
SR4 = 196.179.110.48/28	SR9 = 196.179.110.128/28
SR5 = 196.179.110.64/28	SR10 = 196.179.110.144/28

@diffusion SR3 = @SR4 -1 = 196.179.110.47

Dans SR3, il y a 14 machines de .33 à .46



## 2. Découpage en sous-réseaux

- Comment faire 2 départements avec 30 machines et 8 départements avec 14 machines ?

Pour faire 30 machines, il faut 5 bits machines car  $2^4 \leq 30 \leq 2^5$

Le masque du SR est donc  $/32-5=/27$  soit 255.255.255.224

Avec  $/27$ , les SR sont les multiples de  $2^5=32$  dans le 4<sup>ème</sup> octet.

Pour faire 14 machines, le masque reste  $/28$  donc les SR sont

SR1 = 196.179.110.0/27      SR6 = 196.179.110.112/28

SR2 = 196.179.110.32/27      SR7 = 196.179.110.128/28

SR3 = 196.179.110.64/28      SR8 = 196.179.110.144/28

SR4 = 196.179.110.80/28      SR9 = 196.179.110.160/28

SR5 = 196.179.110.96/28      SR10 = 196.179.110.176/28

Le nouveau SR1 est l'agrégation des anciens SR1 et SR2. Il est deux fois plus grand. Idem pour le nouveau SR2 qui agrège les anciens SR3 et SR4. On pourrait ajouter 4 SR de taille  $/28$  :

SR11=.192/28    SR12=.208/28    SR13=.224/28    SR14=.240/28



## 4. Table de routage

- Commentez la table de routage suivante et faites un schéma de ce qu'elle vous apprend du réseau

Destination	Masque	Passerelle	Option	Périphérique
10.124.0.0	255.255.0.0	0.0.0.0	U	eth0
10.125.0.0	255.255.0.0	0.0.0.0	U	eth1
10.126.0.0	255.255.0.0	10.125.31.1	UG	eth1
10.124.12.5	255.255.255.255	0.0.0.0	UH	ppp0
0.0.0.0	0.0.0.0	10.124.25.1	UG	eth0

U signifie « used », G « gateway » et H « host ».

Ce routeur possède 3 interfaces : eth0, eth1 et ppp0.

Les lignes avec Passerelle = 0.0.0.0 n'ont pas de prochain saut et correspondent au sous-réseau de chaque interface.

Chaque ligne avec « gateway » permet d'atteindre une autre destination en passant par la Passerelle indiquée.

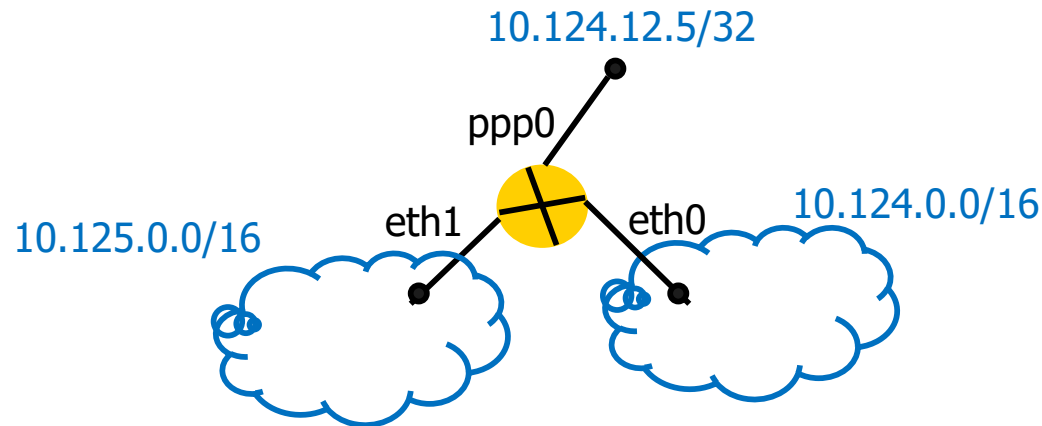
0.0.0.0/0 est la route par défaut qui représente tout l'Internet. Cette ligne est utilisée en dernier recours si toutes les autres lignes ne permettent pas d'atteindre la destination recherchée.



## 4. Table de routage

Destination	Masque	Passerelle	Option	Périphérique
10.124.0.0	255.255.0.0	0.0.0.0	U	eth0
10.125.0.0	255.255.0.0	0.0.0.0	U	eth1
10.126.0.0	255.255.0.0	10.125.31.1	UG	eth1
10.124.12.5	255.255.255.255	0.0.0.0	UH	ppp0
0.0.0.0	0.0.0.0	10.124.25.1	UG	eth0

On commence par dessiner le routeur et ses trois interfaces :

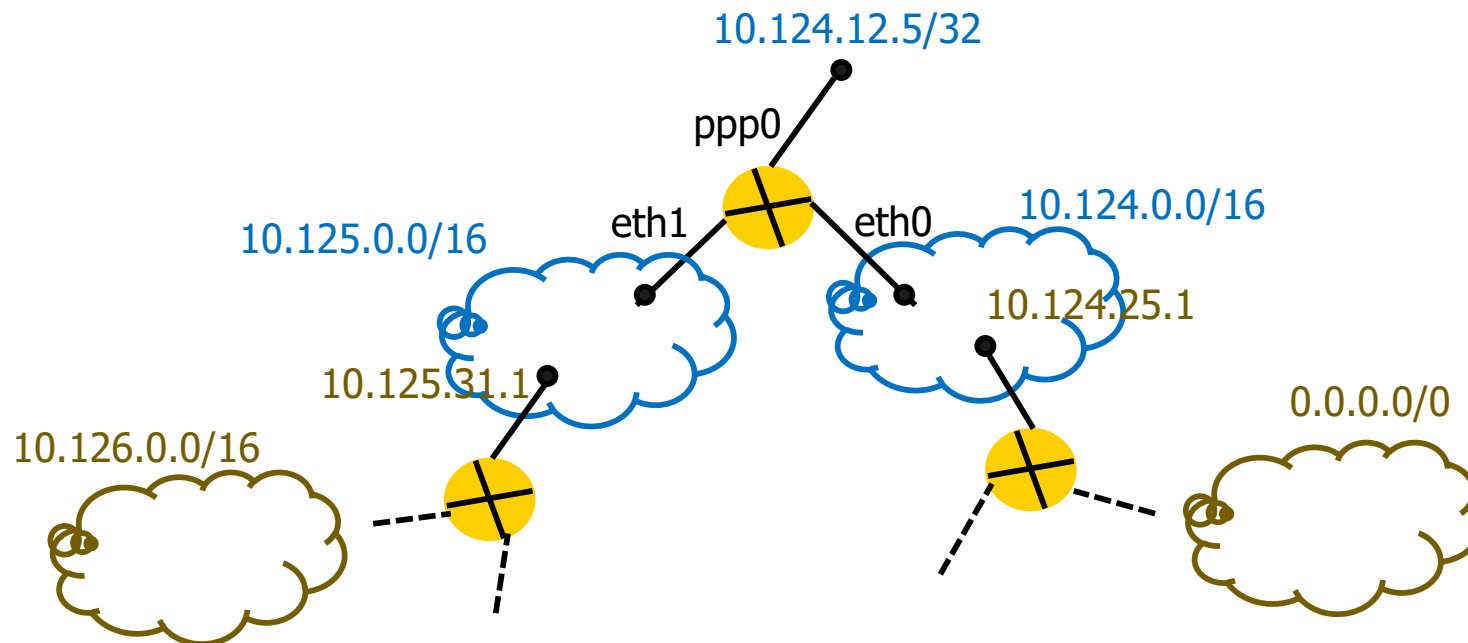


La table de routage ne donne pas l'@IP de chacune des interfaces du routeur. Elle indique uniquement l'@ des SR de chaque interface. Le sous-réseau dans lequel est ppp0 contient une seule machine.

## 4. Table de routage

Destination	Masque	Passerelle	Option	Périphérique
10.124.0.0	255.255.0.0	0.0.0.0	U	eth0
10.125.0.0	255.255.0.0	0.0.0.0	U	eth1
10.126.0.0	255.255.0.0	10.125.31.1	UG	eth1
10.124.12.5	255.255.255.255	0.0.0.0	UH	ppp0
0.0.0.0	0.0.0.0	10.124.25.1	UG	eth0

On ajoute les deux destinations avec « Passerelle » (G) :



On ne peut pas savoir ce qu'il se passe après le prochain saut...