

Réseaux IP

TD 2 - Adressage IPv4 - Interconnexion de réseaux IPv4

1 Adressage IPv4

1. On suppose qu'on utilise le modèle *classfull* d'IPv4. Pour chaque adresse IP présentée ci-dessous, donnez l'adresse réseau associée :

- 17.2.12.4
- 130.79.91.2
- 239.254.3.4
- 192.168.1.1

```
17.0.0.0      (Class A)
130.79.0.0    (Class B)
239.254.3.4   (Class D)
192.168.1.0   (Class C)
```

2. On suppose qu'on utilise le modèle *classless* d'IPv4. Pour chaque couple adresse IP / masque présenté ci-dessous, donnez l'adresse réseau associée :

- 17.2.12.4/12
- 130.79.91.2/23
- 239.254.3.4 255.224.0.0
- 192.168.1.1 255.255.254.0

```
17.0.0.0
130.79.90.0
239.224.0.0
192.168.0.0
```

3. Pour chaque couple adresse IP / masque (ou préfixe) présenté ci-dessous, indiquez si on peut l'utiliser dans la configuration d'un poste (client ou serveur) destiné à être joignable sur Internet. Pour chaque cas négatif, veuillez indiquer la raison.

- 17.2.12.0/12
- 192.168.1.1 255.255.254.0
- 99.34.12.255/14

```
17.2.12.0/12 => oui
192.168.1.1 255.255.254.0 => non car adressage privé
99.34.12.255/14 => oui
```

2 Plan d'adressage

1. On suppose qu'on dispose de la plage IPv4 12.2.0.0/15. Avec une telle plage :
- (a) combien d'hôtes peut-on adresser au maximum ?
 - (b) combien de sous-réseaux pouvant accueillir 512 machines (ou 510 si on ne compte pas l'adresse de diffusion et l'adresse du réseau) peut-on créer ?

- (a) On peut adresser $2^{32-15} = 2^{17} = 131072$ hôtes au maximum.
 (b) On peut créer $512 = 2^9 \Rightarrow 2^{32-15-9} = 2^8 = 256$ réseaux de 512 hôtes

2. On suppose qu'à partir de la plage 12.2.0.0/15 on crée un premier sous-réseau ayant pour adresse 12.2.0.0/21. Quelle est l'adresse de diffusion de ce sous-réseau ? Lorsqu'un paquet IPv4 est envoyé vers cette adresse, représentez l'adresse de destination (en hexadécimal) de la trame Ethernet qui encapsule un tel paquet.

L'adresse de diffusion est 12.2.7.255

L'adresse de destination MAC sera l'adresse de diffusion (broadcast) ff:ff:ff:ff:ff:ff

3. On souhaite créer les sous-réseaux supplémentaires suivants (en plus du sous-réseau 12.2.0.0/21) :
- un sous-réseau pouvant accueillir 65000 hôtes ;
 - un sous-réseau pouvant accueillir 8000 hôtes ;
 - deux sous-réseaux pouvant accueillir 2000 hôtes chacun ;

Pour chacun des 4 sous-réseaux ci-dessus, indiquez l'adresse réseau, le masque de sous-réseau associé, et la plage d'adresses (sous la forme *adresse de début - adresse de fin*).

| #hôtes | @réseau | masque | plage |
|--------|-----------|---------------|-------------------------|
| 65000 | 12.3.0.0 | 255.255.0.0 | 12.3.0.0 - 12.3.255.255 |
| 8000 | 12.2.32.0 | 255.255.224.0 | 12.2.32.0 - 12.2.63.255 |
| 2000 | 12.2.8.0 | 255.255.248.0 | 12.2.8.0 - 12.2.15.255 |
| 2000 | 12.2.16.0 | 255.255.248.0 | 12.2.16.0 - 12.2.23.255 |

3 Configuration IP

On considère le réseau IP illustré sur la figure 1. Pour adresser ce réseau IP on dispose de la plage IPv4 33.88.0.0/13.

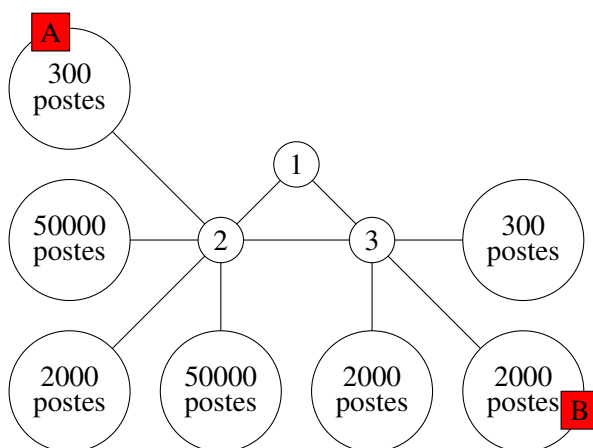


FIGURE 1 – topologie du réseau

1. À partir de la plage 33.88.0.0/13, combien de postes peut-on adresser ?

Avec un /13, il reste $32 - 13 = 19$ bits pour les identifiants, donc on peut adresser $2^{19} = 524288$ postes

2. À partir de la plage 33.88.0.0/13, on souhaite créer 10 sous-réseaux :

- 3 sous-réseaux dans lesquels il n'y aura que 2 postes (les sous-réseaux entre les routeurs sur la figure 1);
- 3 sous-réseaux dans lesquels il y aura environ 2000 postes;
- 2 sous-réseaux dans lesquels il y aura environ 300 postes;
- 2 sous-réseaux dans lesquels il y aura environ 50 000 postes;

Proposez un plan d'adressage pour réaliser ce découpage (adresses réseaux et masques de sous-réseau associés) au plus juste, c'est-à-dire qui utilise le moins d'espace possible dans la plage initiale.

| #hôtes | @réseau/lg_préfix |
|--------|-------------------|
| 50 000 | 33.88.0.0/16 |
| 50 000 | 33.89.0.0/16 |
| 2000 | 33.90.0.0/21 |
| 2000 | 33.90.8.0/21 |
| 2000 | 33.90.16.0/21 |
| 300 | 33.90.24.0/23 |
| 300 | 33.90.26.0/23 |
| 2 | 33.90.28.0/30 |
| 2 | 33.90.28.4/30 |
| 2 | 33.90.28.8/30 |

3. On suppose qu'un poste *A* se trouve dans l'un des sous-réseaux qui comporte environ 300 postes et qu'une machine *B* se trouve dans l'un des sous-réseaux qui comporte environ 2000 postes (cf. figure 1). Donnez les configurations IP complète des machines *A* et *B* ainsi que celles des différentes interfaces des routeurs.

| hôte | adresse IP | adresse diffusion | route |
|------|----------------------------------|----------------------------|--|
| A | 33.90.24.1/23 | 33.90.25.255 | 33.90.24.0/23 local default via 33.90.25.254 (R2) |
| B | 33.90.0.1/21 | 33.90.7.255 | 33.90.0.0/21 local default via 33.90.7.254 (R3) |
| R2 | 33.90.25.254/23 33.90.28.1/30 | 33.90.25.255 33.90.28.3 | 33.90.24.0/23 local 33.90.28.0/30 local 33.90.0.0/21 via 33.90.28.2 (R3) |
| R3 | 33.90.28.2/30 33.90.7.254/21 | 33.90.28.3 33.90.7.255 | 33.90.28.0/30 local 33.90.0.0/21 local 33.90.24.0/23 via 33.90.28.1 (R2) |

4. La machine *A* souhaite envoyer un paquet IP à la machine *B*. Détaillez à chaque étape comment est encapsulé ce paquet IP et quelles sont les adresses utilisées au niveau 3 et au niveau 2. On suppose que le protocole de communication utilisé au niveau 2 est Ethernet.

A construit le paquet IP à destination de B :

```
-----
| IP_src=33.90.24.1 | IP_dst=33.90.0.1 | ...
-----
```

Ce paquet ne sera jamais modifié (sauf le champ TTL) jusqu'à son arrivée sur B. A détermine que B n'est pas joignable directement (autre réseau IP). Il doit donc passer par un intermédiaire. Il dispose d'une route par défaut qui passe par l'adresse IP 33.90.24.254 (R2). On suppose qu'il ne s'agit pas de la première transmission de A et par conséquent il connaît déjà (via une requête ARP) l'adresse de niveau 2 de R2 (interface 1). Le paquet IP est donc encapsulé dans la trame Ethernet suivante :

|@dst=mac_R21|@src=mac_A|type=0x0800|paquet_ip|CRC|

Cette trame est envoyée sur le réseau et arrive naturellement jusqu'au routeur R2. Ce dernier accepte la trame car l'adresse destination correspond à son adresse. N'étant pas le destinataire IP, il doit retransmettre ce paquet vers la destination IP. La meilleure route dont il dispose consiste à passer par R3. R2 encapsule donc le paquet dans une trame Ethernet à destination de R3.

|@dst=mac_R31|@src=mac_R22|type=0x0800|paquet_ip|CRC|

Cette trame est envoyée sur le réseau et arrive naturellement jusqu'au routeur R3. Ce dernier accepte la trame car l'adresse destination correspond à son adresse. N'étant pas le destinataire IP, il doit retransmettre ce paquet vers la destination IP. R3 dispose d'une interface dans le réseau de destination du paquet, il peut donc joindre la destination IP du paquet directement. On suppose qu'il possède déjà une entrée pour B dans sa table ARP, donc il connaît l'adresse MAC de B. Il peut donc encapsuler le paquet IP dans une trame Ethernet à destination de B.

|@dst=mac_B|@src=mac_R32|type=0x0800|paquet_ip|CRC|

Cette trame est envoyée sur le réseau et arrive naturellement jusqu'à B qui accepte la trame ainsi que le paquet IP car les adresses destinations correspondent à ses adresses.

5. Donnez les tables de routage des routeurs 1, 2 et 3. On suppose que les routeurs ne supportent pas l'agrégation de routes.

| Routeur | destination | prochain saut |
|---------|---------------|------------------|
| R1 | 33.88.0.0/16 | 33.90.28.6 (R2) |
| | 33.89.0.0/16 | 33.90.28.6 (R2) |
| | 33.90.0.0/21 | 33.90.28.10 (R3) |
| | 33.90.8.0/21 | 33.90.28.10 (R3) |
| | 33.90.16.0/21 | 33.90.28.6 (R2) |
| | 33.90.24.0/23 | 33.90.28.6 (R2) |
| | 33.90.26.0/23 | 33.90.28.10 (R3) |
| | 33.90.28.0/30 | 33.90.28.6 (R2) |
| | 33.90.28.4/30 | local |
| | 33.90.28.8/30 | local |
| R2 | 33.88.0.0/16 | local |
| | 33.89.0.0/16 | local |
| | 33.90.0.0/21 | 33.90.28.2 (R3) |
| | 33.90.8.0/21 | 33.90.28.2 (R3) |
| | 33.90.16.0/21 | local |
| | 33.90.24.0/23 | local |
| | 33.90.26.0/23 | 33.90.28.2 (R3) |
| | 33.90.28.0/30 | local |
| | 33.90.28.4/30 | local |
| | 33.90.28.8/30 | 33.90.28.5 (R1) |
| R3 | 33.88.0.0/16 | 33.90.28.1 (R2) |
| | 33.89.0.0/16 | 33.90.28.1 (R2) |
| | 33.90.0.0/21 | local |
| | 33.90.8.0/21 | local |
| | 33.90.16.0/21 | 33.90.28.1 (R2) |
| | 33.90.24.0/23 | 33.90.28.1 (R2) |
| | 33.90.26.0/23 | local |
| | 33.90.28.0/30 | local |
| | 33.90.28.4/30 | 33.90.28.9 (R1) |
| | 33.90.28.8/30 | local |

6. Retraavaillez votre plan d'adressage pour minimiser le nombre d'entrées dans les différentes tables de routage (agrégation de route). Présentez votre nouveau plan d'adressage ainsi que les nouvelles tables de routage des routeurs 1, 2 et 3.

On peut découper le /13 en deux /14 pour attribuer un /14 à R2 et un /14 à R3 afin d'agréger les différentes routes :

| #hôtes | @réseau/lg_préfix |
|--------|-------------------|
| 50 000 | 33.88.0.0/16 |
| 50 000 | 33.89.0.0/16 |
| 2000 | 33.90.0.0/21 |
| 300 | 33.90.8.0/23 |
| 2 | 33.90.10.0/30 |
| 2000 | 33.92.0.0/21 |
| 2000 | 33.92.8.0/21 |
| 300 | 33.93.0.0/23 |
| 2 | 33.93.2.0/30 |
| 2 | 33.93.2.4/30 |

Ce qui donne les tables de routage suivantes :

| Routeur | destination | prochain saut |
|---------|---------------|-----------------|
| R1 | 33.88.0.0/14 | 33.90.10.2 (R2) |
| | 33.92.0.0/14 | 33.93.2.2 (R3) |
| | 33.90.10.0/30 | local |
| | 33.93.2.0/30 | local |
| R2 | 33.88.0.0/16 | local |
| | 33.89.0.0/16 | local |
| | 33.90.0.0/21 | local |
| | 33.90.8.0/23 | local |
| | 33.90.10.0/30 | local |
| | 33.93.2.4/30 | local |
| | 33.92.0.0/14 | 33.93.2.6 (R3) |
| R3 | 33.92.0.0/21 | local |
| | 33.92.8.0/21 | local |
| | 33.93.0.0/23 | local |
| | 33.93.2.0/30 | local |
| | 33.93.2.4/30 | local |
| | 33.88.0.0/14 | 33.93.2.5 (R2) |