

## IP : fragmentation et routage

### 1. Fragmentation des paquets IP

Soit un réseau constitué de 5 routeurs IP (R1 ... R5) et de trois stations A, B et C qui doivent communiquer (Figure 1).

Chaque liaison entre hôtes (station ou routeur) est étiquetée par son MTU (Maximum Transmission Unit). Le MTU définit la taille maximale d'un paquet IP qui peut être véhiculé dans les trames d'un réseau physique particulier. Ce paramètre est rattaché à une interface réseau du hôte (de numéro  $p_i$  et d'adresse IP de classe B) pour fragmenter les données avant leur transmission sur la liaison.

On suppose que A doit émettre 1520 octets de données vers B.

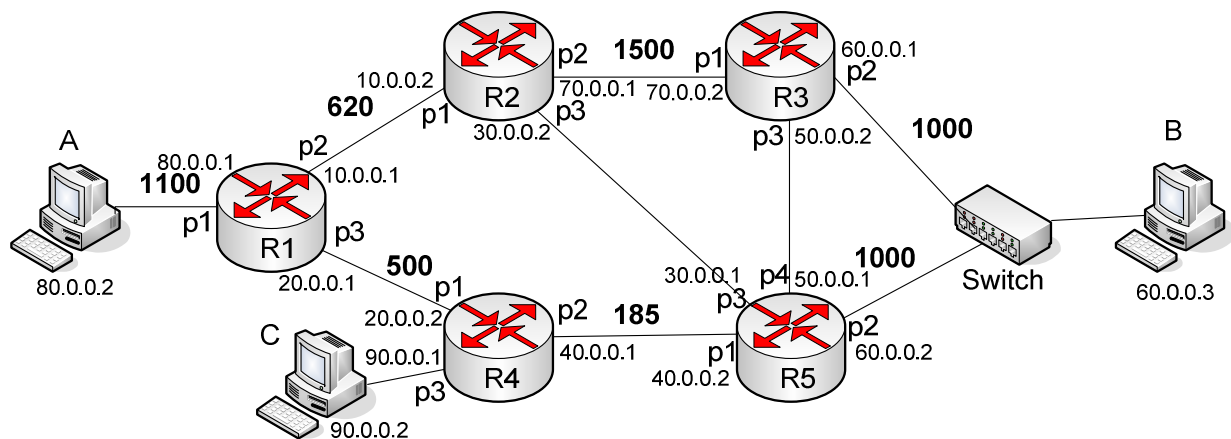


Figure 1 – Architecture de réseau

**1.1** Décrivez les fragmentations réalisées pour la transmission d'un paquet IP émis par A à destination de B, en supposant que le routeur R1 transmet alternativement les trames qu'il reçoit vers R2-R3 puis vers R4-R5. Précisez pour chaque fragment de paquet, les valeurs des champs (Identification, More Fragment Flag, Offset). On supposera que la valeur initiale de l'Identifiant du paquet est 71.

**1.2** Justifiez le fait que la régénération des paquets fragmentés n'a lieu que sur la station destinataire et non sur les routeurs.

### 2. Routage des paquets IP

Soit le réseau de la Figure 1 (question 1 ci-dessus). A chaque liaison, supposée symétrique, est associée une distance égale à 1. On supposera que les routeurs mettent en œuvre un protocole de routage de type vecteur de distance avec l'algorithme Bellman-Ford.

**2.1** Quelle est la longueur maximale d'une route dans un réseau IP utilisant le protocole de routage RIP ?  
Comment s'assurer qu'un paquet IP ne ?

La route la plus longue traverse au maximum 16 routeurs. Les paquets IP transmis par une source sont initialisés avec le champ TTL (Time To Live) égal à 16. A chaque passage dans un routeur, le champ TTL du paquet est décrémenté de 1. Lorsqu'un paquet arrive dans un routeur avec une valeur TTL égale à 1, le routeur détruit ce paquet, limitant les routes à 16 nœuds traversés au maximum.

**2.2** On supposera que le réseau vient d'être mis en service par l'administrateur et que chaque routeur n'a qu'une connaissance locale de la topologie du réseau (il ne connaît que ses routeurs voisins et ses sous-réseaux voisins). Donner les tables de routage initiales des différents routeurs telles que configurées par l'administrateur, en suivant le format de table ci-dessous.

| Adresse IP du réseau destination | adresse IP du prochain routeur | numéro de l'interface | Métrique (Hop Count)<br>nbre de sauts |
|----------------------------------|--------------------------------|-----------------------|---------------------------------------|
|                                  |                                |                       |                                       |

**2.3** Donner le vecteur de distance du routeur R1, que l'on notera VR1.

**2.4** On considèrera la séquence d'échange de vecteurs de distance suivante:

| <u>Instant</u> | <u>Evénement</u>                                 |
|----------------|--|
| T <sub>1</sub> | R2, R4 reçoivent VR1 (vecteur de distance de R1) |
| T <sub>2</sub> | R1, R3, R5 reçoivent VR2                         |

Donnez la table de routage des routeurs suite à l'échange des vecteurs de distances VR1 et VR2.

**2.5** Pourquoi et au bout de combien de temps une route est elle considérée comme non valide puis supprimée de la table d'un routeur ?.

**2.6** Travaux pratiques : RIP

2.6.1 - Visualiser la table de routage sur le serveur et sur le client, avec la commande : **route**

La commande **route**, tout comme **ifconfig** sert à la fois à connaître l'état de la table de routage de l'hôte et à configurer de nouvelles routes statiques au besoin.

2.6.2 – Sur le serveur ajouter une route vers le client au moyen de la commande ci-dessous, et visualiser la nouvelle table:

**route add -net 192.168.119.0 netmask 255.255.255.0 eth0**

**Exercice 3. Table de routage IP : Jeu des 7 erreurs**

**Rappels :**

- On peut adresser directement tout poste connecté physiquement à son réseau et partageant la même adresse réseau au niveau IP.
- Un poste qui émet un paquet à destination d'un autre réseau IP, utilise une passerelle (routeur) qui se trouve sur son réseau.
- Les adresses de diffusion générale (255.255.255.255) ne passent pas les routeurs.
- L'adresse 0.0.0.0 est l'adresse par défaut (default sous unix), elle signifie "ailleurs", dans le sens où on utilise cette ligne de table pour router les paquets dont l'adresse de destination ne correspond à aucune adresse de la table de routage.
- L'adresse 127.0.0.1 est l'adresse de loopback, elle permet à un poste de "s'auto adresser".
- Chaque ligne de la table de routage se lit de la façon suivante : Pour atteindre l'adresse réseau (colonne 2) de masque réseau (colonne 3), je passerai par la passerelle (colonne 4) en utilisant la carte réseau d'adresse IP (colonne 5).

Question : sept erreurs se sont glissées dans la table de routage suivante, saurez vous les retrouver ?

| Numéro de ligne | Adresse réseau  | Masque réseau   | Adresse passerelle | Interface    |
|-----------------|-----------------|-----------------|--------------------|--------------|
| 1               | 0.0.0.0         | 0.0.0.0         | 127.0.0.1          | 127.0.0.1    |
| 2               | 200.100.40.0    | 255.255.255.0   | 200.100.40.2       | 200.100.40.1 |
| 3               | 200.100.40.1    | 255.255.255.255 | 127.0.0.1          | 127.0.0.1    |
| 4               | 200.100.40.255  | 255.255.255.255 | 200.100.40.2       | 200.100.40.1 |
| 5               | 200.100.50.0    | 255.255.255.0   | 200.100.50.1       | 200.100.50.1 |
| 6               | 200.100.50.1    | 255.255.255.255 | 127.0.0.1          | 127.0.0.1    |
| 7               | 200.100.50.255  | 255.255.255.255 | 200.100.50.1       | 200.100.50.1 |
| 8               | 200.100.60.0    | 255.255.255.0   | 200.100.60.1       | 200.100.40.1 |
| 9               | 200.100.70.0    | 255.255.255.0   | 200.100.40.2       | 200.100.40.1 |
| 10              | 200.100.80.0    | 255.255.255.0   | 200.100.40.2       | 200.100.50.1 |
| 11              | 200.100.90.32   | 255.255.255.224 | 200.100.40.2       | 200.100.40.1 |
| 12              | 200.100.90.64   | 255.255.255.224 | 200.100.40.2       | 200.100.40.1 |
| 13              | 200.100.90.128  | 255.255.255.0   | 200.100.40.2       | 200.100.40.1 |
| 14              | 201.0.91.0      | 255.255.255.0   | 200.100.50.2       | 200.100.50.1 |
| 15              | 201.0.91.255    | 255.255.255.255 | 200.100.50.2       | 200.100.50.1 |
| 16              | 255.255.255.255 | 255.255.255.255 | 200.100.50.2       | 200.100.50.1 |