

2ème année 2014-2015

Routage IP

Décembre 2014

Objectifs

Sous-réseaux : Nous utiliserons ici la notion de sous-réseau IP pour partitionner notre réseau de sorte à pouvoir mettre en place un routage simple entre les différents sous-réseaux.

Routage : Nous allons voir comment réseaux locaux traditionnels et réseaux virtuels peuvent coexister au sein d'un même inter réseau mixant à la fois réseaux physiques et réseaux virtuels, routeurs logiciels et routeurs matériels.

Réseaux virtuels : La norme IEEE 802.1Q permet de mettre en place, sur un réseau local tel qu'Ethernet, un mécanisme de réseaux virtuels offrant une grande souplesse.

1 Les sous-réseaux

IP est un outil d'interconnexion très efficace. Il réalise cette interconnexion au niveau 3 du modèle de référence grâce à un équipement nommé *routeur*.

IP définit également pour cela un mécanisme d'adressage unique permettant de désigner chaque entité de façon unique sur le réseau.

Chaque paquet reçu par un routeur est *routé* en fonction de son adresse de destination grâce à une table, la *table de routage*. Il est ensuite commuté de l'interface par laquelle il est arrivé vers l'interface par laquelle il doit repartir (cette interface est également fournie par la table de routage).

La table de routage fournit donc des informations permettant d'acheminer les paquets de proche en proche. Ces informations sont obtenues en fonction d'une destination. Cette destination peut être décrite par une adresse IP classique (de la même façon qu'un commutateur Ethernet), mais peut également être décrite par une plage d'adresses. Une plage d'adresses est reconnaissable au fait que les bits machine sont nuls ; le nombre d'adresse qu'elle recouvre se déduit de sa classe, donnée par son premier octet.

Le routage élémentaire, tel que nous venons de le voir, nécessite donc une adresse réseau pour chaque réseau local impliqué. Ceci augmente le coût (en termes d'adresses réseau consommées et en volume des tables de routage, comme nous le verrons).

Pourtant, s'il s'agit par exemple d'interconnecter 4 réseaux contenant chacun quelques dizaines de machines, un réseau de classe C (presque 256 adresses) peut suffire.

Pour cela, le mécanisme de "subnet" (sous-réseau) vient au secours de l'administrateur réseau. Il permet en effet de créer plusieurs (sous-)réseaux IP grâce à une seule adresse réseau.

La subdivision d'un réseau en sous-réseaux est définie par un "netmask" (masque de réseau) qui est simplement une adresse IP dans laquelle chaque bit à 1 représente un bit d'adresse qui fait partie de l'adresse du sous-réseau, et un bit à 0 un bit qui fait partie de l'adresse de la machine dans le réseau.

▷ Exercice 1 : Plan d'adressage

Définissez clairement un plan d'adressage (fondé sur un réseau de classe C) pouvant être utilisé sur votre réseau. ■

Une telle découpe d'un réseau doit bien entendu être intégrée dans la configuration des routeurs qui les desservent.

2 Routage

Un routeur IP peut être une simple machine possédant plusieurs cartes réseau (plusieurs cartes Ethernet dans le cas de la salle de TP) ou un matériel dédié (routeur fourni par les constructeurs, tels que Cisco, 3Com, ...).

Dans cette partie du TP, nous effectuons différentes manipulations permettant de mettre en jeu ces différents types de routeurs.

2.1 Routage entre deux sous-réseaux IP

Nous allons dans un premier temps mettre en place un routeur dans l'environnement le plus simple, c'est-à-dire entre deux sous-réseaux IP élémentaires, comme illustré par la figure 1.

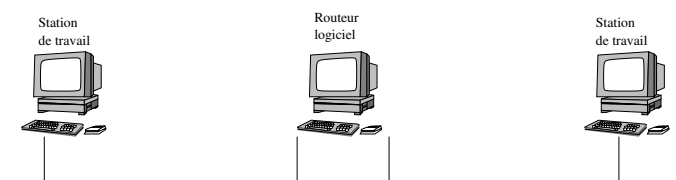


FIGURE 1 – Routage entre deux sous-réseaux.

L'unique nouveauté, par rapport à la mise en place d'un routeur vue lors de la séance précédente, est que les deux réseaux impliqués sont en fait des réseaux virtuels.

▷ Exercice 2 : Mise en place des réseaux

Configurez (virtuellement) votre réseau pour en faire deux nouveaux réseaux. Choisissez notamment une machine qui sera votre routeur et qui devra donc posséder deux cartes ethernet et être ainsi connectée aux deux réseaux. ■

Notons que le système que nous utilisons (Linux) est capable de se comporter comme un routeur IP. Cependant, cette fonctionnalité est optionnelle, il est donc nécessaire de s'assurer qu'elle est validée.

Pour cela, on peut regarder le contenu d'un fichier spécial :

```
# cat /proc/sys/net/ipv4/ip_forward  
0  
#
```

La valeur 0 montre que le mode n'est pas validé, la valeur 1 qu'il l'est. On peut basculer simplement d'un mode à l'autre, sans rebooter, de la façon suivante :

```
# echo 1 > /proc/sys/net/ipv4/ip_forward  
#
```

On remarquera que ce qui est effectivement validé (ou non) par ce fichier est bel et bien la commutation (*forward*) et non le routage. En effet, même sur une machine d'extrémité, le routage est toujours actif, même si la table de routage se résume généralement dans ce cas à deux routes (réseau local et défaut).

▷ **Exercice 3 : Configuration du routeur**

De la même façon que lors du TP1, configurez chaque interface Ethernet du routeur. ■

La configuration logicielle des machines est donc exactement la même que celle déjà effectuée, elle ne devrait donc poser aucun problème.

▷ **Exercice 4 : Configuration des stations de travail**

Configurez vos machines pour leur faire utiliser le routeur.

Validez bien sûr les manipulations que vous venez de faire en constatant bien que chaque machine d'un réseau IP peut dialoguer avec n'importe quelle machine de l'autre réseau IP. ■

2.2 Routage entre plus de deux réseaux IP

L'interconnexion de nombreux réseaux IP est (tout au moins dans son principe) une simple généralisation du routage tel que nous l'avons observé dans les sections précédentes.

Une telle interconnexion soulève cependant différents problèmes tels que l'éventuelle existence de plusieurs routes possibles entre deux stations, la gestion des tables de routage et la taille importante que peuvent avoir ces dernières.

La figure 2 nous donne la topologie de niveau 3 d'un tel réseau.

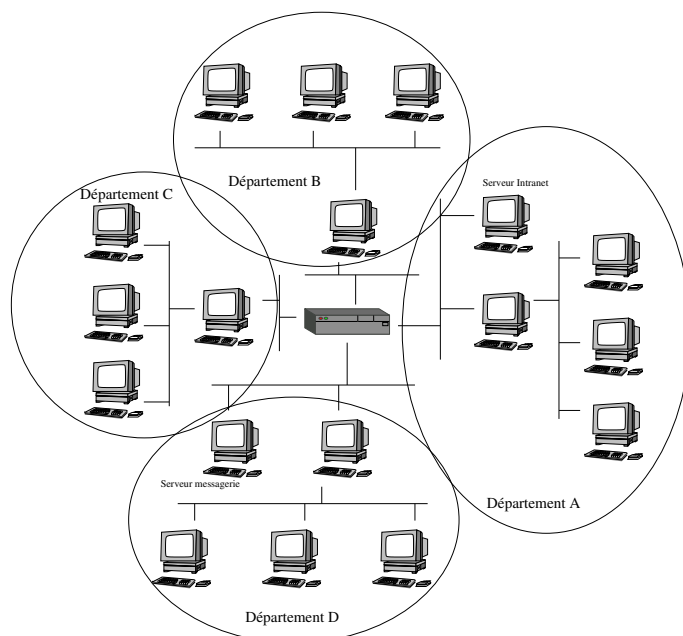


FIGURE 2 – Plusieurs niveaux de routage, vue de niveau 3.

Notons que certaines communications nécessitent la traversée de trois routeurs consécutifs.

▷ **Exercice 5 : Reconfiguration de l'architecture**

Recablez les différents réseaux de façon à avoir une topologie réseau telle celle de la figure 2.

■

Une fois l'architecture physique en place, comme d'habitude, il faut configurer les routeurs. Dans un premier temps, on peut simplement configurer chaque routeur pour qu'il permette les communications entre les réseaux qu'il connecte.

La nouveauté ici est la nécessité de configurer sur chaque routeur des routes vers des réseaux situés au delà de sa visibilité, c'est-à-dire derrière un autre routeur.

▷ **Exercice 6 : Configuration du routage**

Configurer tous les routeurs de façon à permettre la communication entre tous les réseaux. ■

Enfin, les stations doivent prendre en compte l'existence de certaines routes.

▷ **Exercice 7 : Configuration des stations**

Configurez les stations de travail non routeurs de façon à ce qu'elles puissent toutes dialoguer entre elles.

Ceci nécessite bien sûr la modification de la table de routage par la commande `route`. ■

3 Les réseaux virtuels 802.1Q

Nous avons déjà observé que la notion de réseau virtuel nous permettait de construire, grâce à un commutateur unique, une architecture telle que celle de la figure 3, dans laquelle un routeur permet d'interconnecter au niveau 3 les deux réseaux séparés au niveau 2.

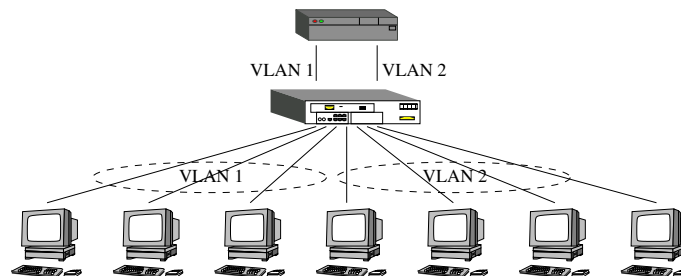


FIGURE 3 – Routage entre deux VLAN.

Il est cependant également possible, grâce aux VLAN et à leur normalisation, de donner à notre réseau la structure de la figure 4.

La différence peut paraître subtile, mais elle est relativement importante si l'on pense en particulier à la souplesse d'administration offerte, en particulier vis-à-vis du matériel (et notamment le câblage).

Pour pouvoir mettre en place une telle structure, les systèmes gérant les réseaux virtuels (dont Linux fait partie) permettent la définition d'interfaces IP virtuelles.

Une telle interface est parfaitement comparable à une carte ethernet, si ce n'est qu'elle est virtuelle (logicielle). Elle vient se greffer sur une interface IP réelle pourvu que cette dernière soit physiquement reliée à un équipement lui aussi capable de gérer les réseaux virtuels.

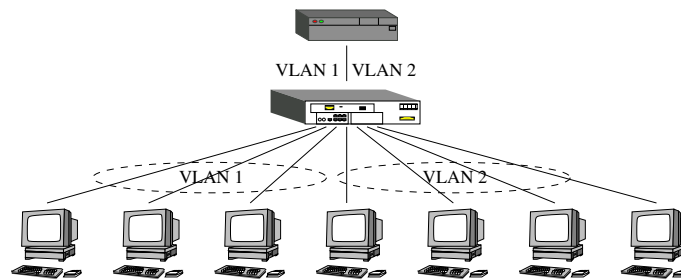


FIGURE 4 – Routage via la notion de VLAN.

Sous Linux, la commande suivante permet de créer une interface virtuelle sur la carte ethernet `eth0` et faisant partie du VLAN 4 :

```
# vconfig add eth0 4
```

L'interface virtuelle ainsi créée se nommera alors `eth0.4` ou `vlan4`, suivant la configuration du noyau. Elle pourra être configurée comme n'importe quelle interface.

Dans l'environnement Cisco, l'ajout d'une interface virtuelle est réalisée de la façon suivante (cette interface est ici aussi dans le VLAN 4) :

```
Router# configure
Router(config)# interface fastethernet0/0.4
Router(config-if)# encapsulation dot1q 4
```

La configuration de cette interface se poursuit alors comme celle d'une interface réelle. Notons que le nom de l'interface est ici choisie par l'utilisateur et que ce nom ne dépend donc pas du VLAN.

▷ Exercice 8 : Configuration du routeur

Reconfigurez votre routeur, et éventuellement le switch, afin d'utiliser la gestion des VLAN pour router entre vos deux sous-réseaux.

Utilisez la commande `ethereal` pour observer les trames appartenant aux différents réseaux virtuels et reçues par la carte ethernet du routeur. ■

La norme 802.1Q se fonde sur un mécanisme simple pour identifier le VLAN auquel appartient une trame Ethernet : 14 bits sont utilisés pour cela.

▷ Exercice 9 : Observation des identifiants de VLAN

Observez à nouveau les trames échangées lors de la communication entre deux machines au travers d'un routeur. ■