

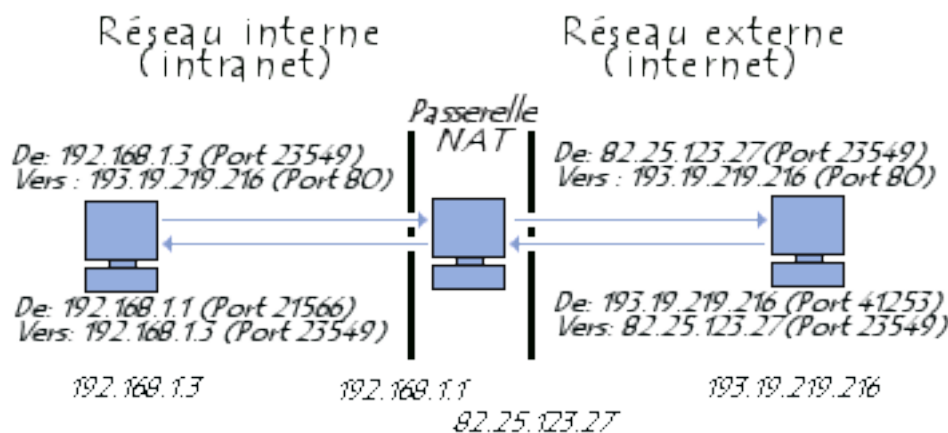
TD 3

Adressage IP

1. La translation d'adresses

Le mécanisme de translation d'adresses (en anglais *Network Address Translation* noté NAT) a été mis au point afin de répondre à la pénurie d'adresses IP avec le protocole IPv4. En effet, le nombre d'adresses IP routables (donc uniques sur la planète) n'est pas suffisant pour permettre à toutes les machines nécessitant d'être connectées à Internet de l'être.

Le principe du NAT consiste donc à utiliser une adresse IP routable (ou un nombre limité d'adresses IP) pour connecter l'ensemble des machines du réseau en réalisant, au niveau de la passerelle de connexion à internet, une translation (littéralement une « traduction ») entre l'adresse interne (non routable) de la machine souhaitant se connecter et l'adresse IP de la passerelle.



Outre l'économie d'adresses, le mécanisme de translation d'adresses permet de sécuriser le réseau interne étant donné qu'il camoufle complètement l'adressage interne. En effet, pour un observateur externe au réseau, toutes les requêtes semblent provenir de la même adresse IP.

L'organisme gérant l'espace d'adressage public (adresses IP routables) a alors défini un espace d'adressage privé permettant à toute organisation d'attribuer des adresses IP aux machines de son réseau interne sans risque d'entrer en conflit avec une adresse IP publique allouée par l'IANA. Ces adresses dites non-routables correspondent aux plages d'adresses suivantes :

- Classe A : plage de 10.0.0.0 à 10.255.255.255 ;
- Classe B : plage de 172.16.0.0 à 172.31.255.255 ;
- Classe C : plage de 192.168.0.0 à 192.168.255.255 ;

Toutes les machines d'un réseau interne, connectées à internet par l'intermédiaire d'un routeur et ne possédant pas d'adresse IP publique doivent utiliser une adresse contenue dans l'une de ces plages. Pour les petits réseaux domestiques, la plage d'adresses de 192.168.0.1 à 192.168.0.255 est généralement utilisée.

Le NAT dynamique permet de partager une adresse IP routable (ou un nombre réduit d'adresses IP routables) entre plusieurs machines en adressage privé. Ainsi, toutes les machines du réseau interne possèdent virtuellement, vu de l'extérieur, la même adresse IP. C'est la raison pour laquelle le terme de « mascarade IP » (en anglais *IP masquerading*) est parfois utilisé pour désigner le mécanisme de translation d'adresse dynamique.

Afin de pouvoir « multiplexer » (partager) les différentes adresses IP sur une ou plusieurs adresses IP routables le NAT dynamique utilise le mécanisme de translation de port (PAT - *Port Address Translation*), c'est-à-dire l'affectation d'un port source différent à chaque requête de telle

manière à pouvoir maintenir une correspondance entre les requêtes provenant du réseau interne et les réponses des machines sur Internet, toutes adressées à l'adresse IP du routeur.

Exercice 1

Donner un schéma (de la même forme que le schéma ci-dessus) décrivant un transfert de fichier par FTP d'une machine 192.168.0.1 vers une autre machine 192.168.0.1

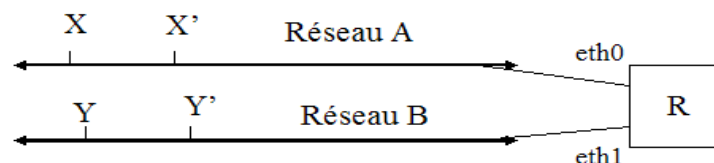
2. Le Routage IP

Pour interconnecter des réseaux IP, on utilise des routeurs IP. Les routeurs sont des boîtiers dédiés possédant un certain nombre d'interfaces (ethernet, liaison série, ...) permettant la communication entre les machines des différents réseaux. Pour que toutes les machines puissent envoyer un datagramme IP à n'importe quelle autre, il faut configurer chaque machine et chaque routeur. Pour cela, il faudra notamment configurer la table de routage de chaque routeur et chaque machine. On parle alors de routage IP.

Philosophie du routage IP :

- Aucune machine ni aucun routeur ne connaît le plan complet du réseau.
- Chaque machine et chaque routeur possède une table de routage : lorsqu'une machine veut envoyer un datagramme IP à une autre, elle regarde sa table de routage qui lui dit :
 - si le destinataire est directement accessible grâce à une interface
 - sinon l'adresse IP du routeur auquel il faut envoyer le datagramme. Ce routeur doit être directement accessible
- On indique à chaque étape le routeur suivant : on parle de "next hop routing".

Un premier exemple



8

Sur ce premier exemple d'interconnexion, 2 réseaux Ethernet A et B, comportant chacun deux machines (X et X' pour A et Y et Y' pour B), sont reliés par un routeur R. Lors de l'envoi d'un message, deux cas sont alors possibles :

- Lorsque X veut envoyer un datagramme à X', X va envoyer ce datagramme directement sur sa carte Ethernet sans passer par le routeur : on parle alors de remise directe.
- Lorsque X veut envoyer un datagramme IP à Y, X va envoyer ce datagramme à R qui le retransmettra à Y : on parle alors de remise indirecte.

Supposons maintenant les adresses IP suivantes pour les différentes entités du réseau :

- Sur le réseau A, on utilise les adresses IP du réseau 200.50.60.0 de masque 255.255.255.0.
- Sur le réseau B, on utilise les adresses IP du réseau 200.50.61.0 de masque 255.255.255.0.
- Machine X : une interface eth0 d'adresse IP 200.50.60.1
- Machine X' : une interface eth0 d'adresse IP 200.50.60.2
- Machine Y : une interface eth1 d'adresse IP 200.50.61.1
- Machine Y' : une interface eth1 d'adresse IP 200.50.61.2
- Le routeur R a 2 interfaces et il aura donc 2 adresses IP :
 - eth0 d'adresse IP 200.50.60.3
 - eth1 d'adresse IP 200.50.61.3

Une table de routage est constituée de lignes comportant des quadruplets : adresse, masque, passerelle, et interface permettant de savoir comment envoyer (quelle passerelle et interface utiliser) un message à une unité du réseau correspondant aux champs adresse et masque.

Dans notre exemple, la table de routage de la machine X est la suivante :

| Adresse | Masque | Passerelle | Interface |
|-------------|---------------|-------------|-------------|
| 200.50.60.0 | 255.255.255.0 | 200.50.60.1 | 200.50.60.1 |
| 200.50.61.0 | 255.255.255.0 | 200.50.60.3 | 200.50.60.1 |

- Dans la première ligne, la passerelle est égale à l'interface : cela signifie que pour envoyer un datagramme à une machine du réseau 200.50.60.0 de masque 255.255.255.0, X peut remettre directement ce datagramme au destinataire grâce à son interface 200.50.60.1.
- Dans la deuxième ligne, la passerelle est différente de l'interface : cela signifie que pour envoyer un datagramme à une machine du réseau 200.50.61.0 de masque 255.255.255.0, la remise est indirecte et X doit envoyer ce datagramme au routeur 200.50.60.3 grâce à son interface 200.50.60.1.

Exercice 2

Pour l'exemple de réseau ci-dessus, donner les tables de routage des machines X' Y, Y' et du routeur R.

Exercice 3

Décrire ce qu'il se passe lorsque la machine X veut envoyer un datagramme IP à la machine Y.

2.1. Route par défaut

La table de X aurait pu alternativement s'écrire de cette façon :

| Adresse | Masque | Passerelle | Interface |
|-------------|---------------|-------------|-------------|
| 200.50.60.0 | 255.255.255.0 | 200.50.60.1 | 200.50.60.1 |
| 0.0.0.0 | 0.0.0.0 | 200.50.60.3 | 200.50.60.1 |

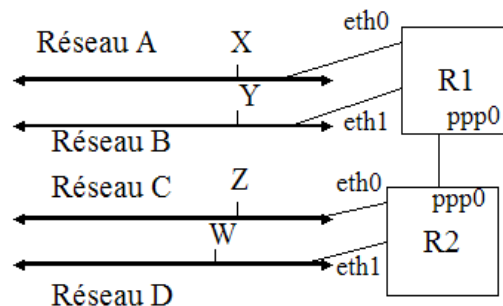
On a alors défini une route par défaut :

- Si X doit envoyer un datagramme IP à une machine du réseau 200.50.60.0, X doit envoyer directement ce datagramme sur son interface 200.50.60.1.
- Pour toutes les autres adresses IP (c'est la signification de 0.0.0.0 / 0.0.0.0), X envoie ce datagramme à l'adresse IP 200.50.60.3
- L'adresse IP 200.50.60.3 s'appelle la passerelle par défaut de X

Exercice 4

Donner les passerelles par défaut pour les machines X', Y et Y'.

Deuxième exemple



20

Sur ce deuxième exemple d'interconnexion, 4 réseaux Ethernet A, B, C et D sont reliés par deux routeurs R1 et R2, A et B sont reliés à R1 et C et D à R2. Supposons les adresses IP suivantes:

- Adresses IP des réseaux
 - Le réseau A utilise les adresses IP 200.50.60.0 de masque 255.255.255.0
 - Le réseau B utilise les adresses IP 200.50.61.0 de masque 255.255.255.0
 - Le réseau C utilise les adresses IP 200.50.62.0 de masque 255.255.255.0
 - Le réseau D utilise les adresses IP 200.50.63.0 de masque 255.255.255.0
- Adresses des machines
 - X possède une interface eth0 d'adresse IP 200.50.60.1
 - Y possède une interface eth0 d'adresse IP 200.50.61.1
 - Z possède une interface eth0 d'adresse IP 200.50.62.1
 - W possède une interface eth0 d'adresse IP 200.50.63.1
- Adresses IP des routeurs
 - R1 possède 3 interfaces : eth0 d'adresse IP 200.50.60.2, eth1 d'adresse IP 200.50.61.2 et ppp0 d'adresse IP 200.50.64.1.
 - R2 possède 3 interfaces : eth0 d'adresse IP 200.50.62.2, eth1 d'adresse IP 200.50.63.2 et ppp0 d'adresse IP 200.50.64.2.

Exercice 5

Donner les tables de routage pour les différentes entités X, Y, Z, W, R1 et R2