

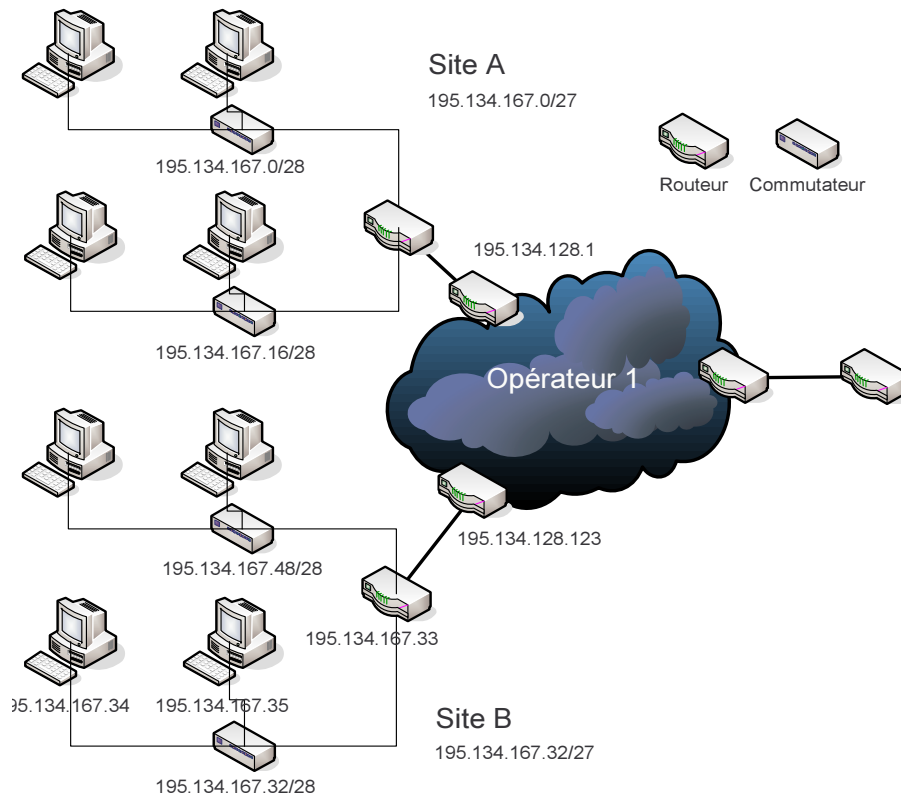
Éléments de solution: Routage et Encapsulation

1 Construction d'un réseau IP

1.1 Construction du réseau

Un premier point est que nous allons devoir interconnecter les deux sites au travers du réseau de l'opérateur. En effet les deux sites étant assez éloignés, ils ne peuvent être interconnectés au travers de hubs.

Le figure ci-dessous donne l'architecture du réseau.



Regardons maintenant les objectifs les uns après les autres:

- Limiter les collisions au niveau de chaque site. Les hubs bien que peu onéreux ne sont pas une solution pour ce problème car ils ne permettent pas d'éviter de collisions. La solution la plus immédiate serait si les distances ne sont pas trop importantes d'interconnecter tous les équipements d'un site au travers d'un seul commutateur. Nous aurions cependant besoin d'un routeur pour interconnecter ce réseau au reste d'Internet. Une architecture un peu plus complexe serait soit d'utiliser un commutateur pour chaque service soit d'utiliser 2 routeurs (6 ports libres) pour chaque service et interconnecter les deux services au moyen d'un autre routeur.
- Empêcher un utilisateur de voir le trafic généré par l'utilisateur d'un autre service. Les hubs et commutateurs permettent soit à tout le trafic (hub) soit à une partie de celui-ci (commutateur) d'être vu des autres équipements qui leur sont connectés. La seule solution est donc de connecter les deux services au moyen d'un routeur.

- Limiter le coût de l'installation. On cherche donc limiter le nombre de routeurs dans le réseau.

Une solution est donc d'utiliser:

- a. Un routeur pour interconnecter les deux services et connecter chaque site au réseau de l'opérateur.
- b. Un commutateur pour interconnecter les équipements d'un service.

1.2 Adressage

Pour commencer, nous constatons que chaque site est connecté au reste de l'Internet par un routeur. Chaque segment de réseau connecté au port d'un routeur constitue un réseau IP. Nous avons donc besoin d'un identifiant réseau pour chacun. Regardons maintenant combien d'adresses sont nécessaires dans chacun de ces réseaux vis-à-vis de l'architecture précédente:

- 4 équipements pour le service commercial sur le site *A* et un routeur dont un port est utilisé. Soit 5 adresses.
- 4 équipements pour le service RH sur le site *A* et un routeur dont un port est utilisé. Soit 5 adresses.
- 3 équipements pour le service commercial sur le site *B* et un routeur dont un port est utilisé. Soit 4 adresses.
- 3 équipements pour le service RH sur le site *B* et un routeur dont un port est utilisé. Soit 4 adresses.

Par ailleurs dans tout réseau IP, deux adresses sont réservées et correspondent à l'adresse de broadcast. Pour laisser un peu de marge aux deux sites en terme d'ajout de machines, on peut supposer 16 adresses d'équipements pour chaque service. Nous allons donc utiliser 4 ($16 = 2^4$) bits pour coder les adresses d'équipements pour les réseaux des services et donc $32 - 4 = 28$ bits pour coder l'identifiant réseau.

Comme nous avons besoin de quatre réseaux pour les quatre services ceci nous amène aux identifiants suivants dans lesquels le dernier chiffre décimal est représenté en binaire:

- **195.134.167.00000000/28** pour le service commercial sur le site *A* (195.134.167.0/28).
- **195.134.167.00010000/28** pour le service RH sur le site *A* (195.134.167.16/28).
- **195.134.167.00100000/28** pour le service commercial sur le site *B* (195.134.167.32/28).
- **195.134.167.00110000/28** pour le service RH sur le site *B* (195.134.167.48/28).

A l'intérieur du service commercial sur le site *B* nous aurons donc les adresses suivantes pour les équipements:

- 195.134.167.00100001 pour le routeur (195.134.167.33).
- 195.134.167.00100010 pour le PC1 (195.134.167.34).
- 195.134.167.00100011 pour le PC2 (195.134.167.35).
- 195.134.167.00100100 pour le PC3 (195.134.167.36).
- 195.134.167.00101111 et 195.134.167.00100000 représentent les adresses de broadcast.

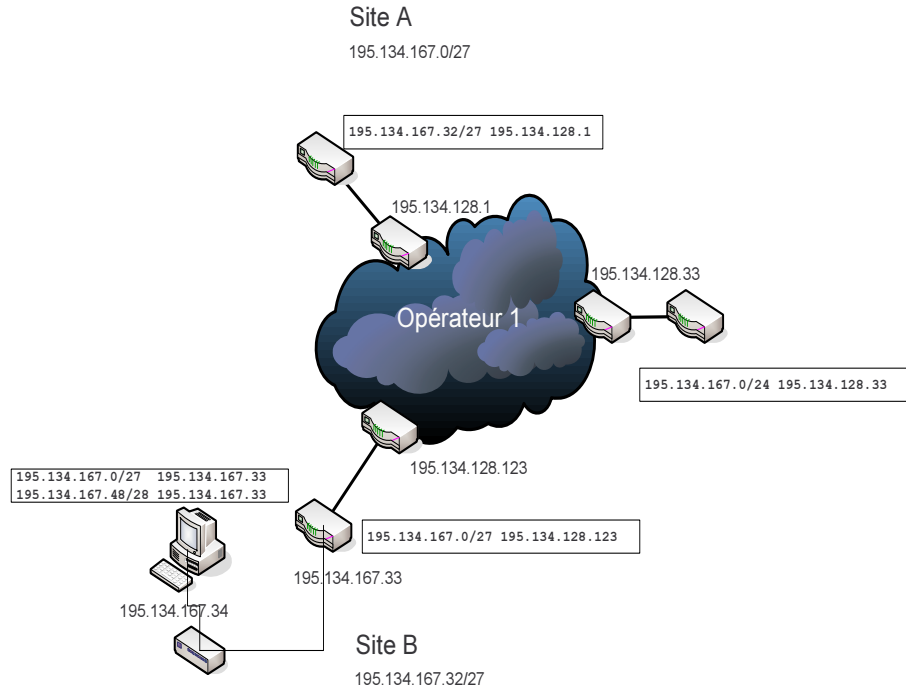
Sur chaque site nous avons deux réseaux. Les deux identifiants peuvent être agrégés en dehors des sites *A* et *B*:

- **195.134.167.00000000/27** pour le site *A* en dehors de *A* (195.134.167.0/27).
- **195.134.167.00100000/27** pour le site *B* en dehors de *B* (195.134.167.32/27).

L'entreprise a ainsi de la marge pour ajouter de nouveaux réseaux (6) à l'intérieur de l'espace d'adressage qui lui a été attribué.

1.3 Routage

La figure ci-dessous donne les tables de routage.



On peut construire les tables de routage de la façon suivante:

- Un équipement du service commercial du site *B*. Cet équipement peut avoir besoin de communiquer avec les équipements du site *B* ou avec les équipements du site *A*. Cependant cet équipement peut faire du routage direct avec tous les équipements qui sont dans le même réseau que lui (195.134.167.32/28). Il faut donc indiquer une route plus précise que 195.134.167.32/27 pour communiquer avec les autres équipements du réseau 195.134.167.32/27 de telle sorte à ne pas faire du routage indirect vers des équipements accessibles directement. La première route est utile pour communiquer avec le site *A*.
- Les routeurs connectant chaque site à l'opérateur. Ces routeurs peuvent faire du routage direct vers les équipements qui leurs sont directement attachés. Ils ont donc uniquement besoin d'une route vers l'autre site.
- Le routeur connectant l'opérateur *P* à l'opérateur *O*. Ce routeur n'a pas besoin de savoir comment le routage est réalisé à l'intérieur du réseau de l'opérateur *O*. Le chemin vers les deux réseaux étant le même, une seule route est nécessaire.

2 Encapsulation

2.1 Communication à l'intérieur d'un réseau IP

Si on observe ce paquet à son arrivée en *Ac2*, le paquet aura les valeurs suivantes:

- l'adresse IP destination du paquet: 195.134.167.11.
- l'adresse IP source du paquet: 195.134.167.10.
- le TTL: 255. Les deux équipements étant dans le même réseau IP, la source fait du routage direct vers la destination. On ne passe donc pas par un routeur intermédiaire. Le TTL n'est donc pas décrémenté.
- l'adresse Ethernet source de la trame: 00–03–47–*FA*–*F8*–*F6*. Comme on ne passe pas par un routeur, il s'agit de l'adresse de l'entité Ethernet de la source.
- l'adresse Ethernet destination de la trame: 00–03–47–*FA*–*F8*–*F7*. Comme on ne passe pas par un routeur, il s'agit de l'adresse de l'entité Ethernet de la destination.
- le champ protocole de la trame: 0x0800.

La suite de chiffres hexadécimaux suivants montre le format d'un tel paquet IP dans le cas de l'utilisation de l'utilitaire ping:

```
00 03 47 fa f8 f7 00 03 47 fa f8 f6 08 00 45 00
00 3c 35 32 00 00 ff 01 02 18 c3 86 a7 0a c3 86
a7 0b 08 00 4a 5c 02 00 01 00 61 62 63 64 65 66
67 68 69 6a 6b 6c 6d 6e 6f 70 71 72 73 74 75 76
77 61 62 63 64 65 66 67 68 69
```

2.2 Communication entre réseaux IP

Si on observe ce paquet à son arrivée en *Bc1*, le paquet aura les valeurs suivantes:

- l'adresse IP destination du paquet: 195.134.167.34.
- l'adresse IP source du paquet: 195.134.167.10.
- le TTL: 248. Le TTL étant décrémenté de 1 au passage de chaque routeur.
- l'adresse Ethernet source de la trame: 00–03–47–*FA*–*F9*–*F8*. Il s'agit en effet de l'adresse de l'entité Ethernet la plus proche de la destination.
- l'adresse Ethernet destination de la trame: 00–03–47–*FA*–*F9*–*F7*. Il s'agit en effet de l'adresse de l'entité Ethernet de la destination.
- le champ protocole de la trame: 0x0800.

La suite de chiffres hexadécimaux suivants montre le format d'un tel paquet IP dans le cas de l'utilisation de l'utilitaire ping:

```
00 03 47 fa f9 f7 00 03 47 fa f9 f8 08 00 45 00
00 3c 35 37 00 00 f8 01 01 e9 c3 86 a7 0a c3 86
a7 22 08 00 46 5c 02 00 05 00 61 62 63 64 65 66
67 68 69 6a 6b 6c 6d 6e 6f 70 71 72 73 74 75 76
77 61 62 63 64 65 66 67 68 69
```