

## Protocoles réseaux

### TD n° 3 : Protocoles de couche réseau (plan de données)

#### Exercice 1 : question naïves

1. Il y a  $2^{32}$  soit plus de 4 milliards d'adresses IPv4. Depuis février 2011, l'IANA ne dispose plus d'adresses IPv4 à allouer. Pourquoi? Il n'y avait quand même pas 4 milliards de nœuds sur l'Internet en 2011!
2. Dans le bus, j'ai entendu quelqu'un dire que l'adresse IP de son ordinateur est 192.168.0.1. Or c'est aussi l'IP de mon ordinateur! Ai-je été piraté?
3. Qu'est-ce que le plan de données dont parle le titre? À quel plan s'oppose-t-il?
4. Que fait un FAI quand il a plus d'abonnés que ce que la longueur de son préfixe lui permet?
5. Pourquoi un *switch* Ethernet dans un réseau domestique, qui n'est pas un routeur IP, peut-il avoir une adresse IP?

#### Exercice 2 : ARP

Le protocole ARP (RFC 826) permet à un nœud (un hôte ou un routeur) de déterminer l'adresse de couche lien d'un voisin dont il connaît l'adresse IP. Il comporte une requête et une réponse :

- Request : la personne ayant l'IP  $B$  pourrait-elle me communiquer son adresse MAC? Au fait, mon adresse IP est  $A$  et mon adresse MAC est  $\alpha$ .
- Response : mon adresse IP est  $B$  et mon adresse MAC est  $\beta$ .

Un nœud contient une structure de données de taille bornée, le *cache ARP*, qui contient les adresses MAC de ses voisins. Lorsqu'il décide qu'il a besoin d'une adresse MAC, un nœud consulte son cache ARP; s'il n'y trouve pas d'entrée, le nœud envoie une requête ARP en *broadcast* sur le lien. Lorsqu'il reçoit la réponse (envoyée en *unicast*), il stocke le résultat dans son cache ARP.

1. Lorsqu'il reçoit une requête qui lui est destinée, un nœud a-t-il intérêt à stocker les données contenues dans la requête dans son cache ARP?
2. Lorsqu'il reçoit une requête qui ne lui est pas destinée, un nœud a-t-il intérêt à stocker les données contenues dans la requête dans son cache ARP?
3. Un nœud a-t-il intérêt à stocker les données contenues dans une réponse qui ne lui est pas destinée?
4. Que se passe-t-il si une adresse IP utilisée précédemment est affectée à un nouveau nœud? Comment résoudre ce problème?
5. Lorsqu'il utilise un protocole de couche transport fiable, un nœud reçoit normalement des acquittements pour les paquets qui ont été transmis. La couche transport informe le module ARP de ces acquittements. Pourquoi?
6. (S'il reste du temps) Proposez une amélioration au protocole ARP qui permette d'éviter un broadcast à un nœud silencieux depuis longtemps.

**Exercice 3 : un petit réseau**

On considère la topologie suivante :

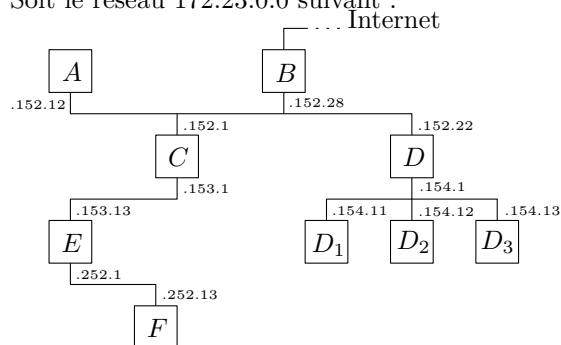
A	B	C
2.0.0.1	--- 2.0.0.2 * 3.0.0.1	--- 3.0.0.2

où A est un hôte à une interface, B est un routeur à deux interfaces, et C un routeur à une interface. On suppose que le lien A–B est un Ethernet où A a l’adresse MAC 00:1c:25:0:0:1 et B a l’adresse MAC 00:1c:25:0:0:2. Le lien B–C est un ARCnet où l’adresse ARCnet de B est 1 et l’adresse de C est 2.

1. On suppose que A envoie un paquet à C qui répond par un paquet envoyé à A. Décrivez les entêtes de couche lien et réseau des quatre trames envoyées.
2. Décrivez la table de routage de B :
  - implémentée à l’aide de deux entrées de longueur /32 ;
  - implémentée à l’aide de deux entrées de longueur /8.
3. Décrivez les paquets ARP échangés, ainsi que l’état des caches ARP des trois nœuds après la communication.
4. On suppose maintenant que C est une passerelle Internet.
  - que faut-il ajouter à la table de routage de B ?
  - quelle est la table de routage minimale pour A ?

**Exercice 4 : table de routage**

Soit le réseau 172.23.0.0 suivant :



Donnez la table de routage la plus simple possible pour C.

**Exercice 5 : regardons la table de routage**

Une machine de bureau a la table de routage IPv4 suivante<sup>1</sup> :

```
default via 172.23.47.254 dev eth0
172.23.32.0/20 dev eth0 proto kernel scope link src 172.23.36.54
```

1. Décrivez comment cette machine route les paquets IPv4 selon leur destination.
2. Pourquoi préciser une adresse IP source (champ `src`) ?
3. Le même hôte a la table de routage IPv6 suivante :

```
2001:660:3301:9202::/64 dev eth0 proto kernel metric 256 pref medium
default via fe80::8618:8803:5474:9b01 dev eth0 metric 1024 pref medium
```

Décrivez comment ce nœud route les paquets IPv6. Que remarquez-vous à propos du *next hop* de la route par défaut ?

4. Un routeur IPv6 R est connecté comme suit :

```
2001:660:3301:9202::/64 --- R ----- R' ---- Internet
|
2001:660:3301:9201::/64
```

Décrivez la table de routage minimale qu’il peut avoir.

5. En fait, ce routeur a une table qui contient une vingtaine d’entrées. Pourquoi ?

1. Qu’on peut obtenir à l’aide de la commande « `ip route show` » sous Linux, « `netstat -r` » sous Unix BSD.