

TD2 : CORRECTION

I. connaître son environnement réseau

- a. Quelle est l'adresse IPv4 de votre PC ? l'adresse IPv6 ?

```
ipconfig :  
Adresse IPv4. . . . . : 192.168.1.13  
Masque de sous-réseau. . . : 255.255.255.0  
Passerelle par défaut. . . . . : 192.168.1.1
```

- b. Quelle est l'adresse du réseau local ? Quelle est la classe du réseau local ? Combien de machines au total peuvent être connectées sur le réseau local de l'école ?

```
Avec ipconfig, on voit que le masque est 255.255.255.0 donc seuls les 8 derniers octets C'est une adresse de classe C. Elle encode les numéros de machine => 2^8=256.  
Le réseau a donc pour adresse 192.168.1.0 et l'adresse de broadcast est 192.168.1..255  
Il reste 254 numéros d'adresses IP disponibles. Les machines sont susceptibles d'aller de 192.168.1.1 à 192.168.1.254  
C'est une adresse de réseau privé.
```

II. Routage

Pour découvrir le réseau, nous allons envoyer une requête hors du réseau local à google et observer le chemin qu'elle prend via des appels à la commande ping.

- a. Quel protocole implémente la commande ping ?

```
ICMP (Internet Control Message Protocol)
```

- b. Effectuer la commande :ping -r 1 -i 1 www.google.fr

```
PING www-cctld.l.google.com (74.125.230.248) 56(84) bytes of data.  
From r-epu.polytech.upmc.fr (134.157.105.254) icmp_seq=1 Time to live exceeded  
  
--- www-cctld.l.google.com ping statistics ---  
1 packets transmitted, 0 received, +1 errors, 100% packet loss, time 0ms
```

- c. A quoi correspondent les deux options de la commande ?

```
Option n 1 : n'envoie qu'une seule requête et s'arrête.  
Option i 2 : TTL de chaque paquet = 1
```

- d. Effectuer successivement plusieurs commandes ping en augmentant le ttl à chaque fois. Combien faut-il de sauts avant d'entrer dans le réseau de google ?

- Ca dépend du réseau local...

Exercice 1 :

1. Quel est l'avantage de la séparation de l'adressage en deux parties dans l'adressage Internet ?

2. Pourquoi l'adresse IP ne peut-elle pas être affectée à un périphérique réseau par son fabricant ?

Correction :

- a) Le fait de séparer l'adresse en deux parties permet de réduire la taille mémoire des routeurs, qui ne conservent que l'adresse des (sous-)réseaux et celles des stations des (sous-)réseaux directement rattachées. En effet, la séparation entre l'adresse du réseau et celle de la station attachée au réseau permet un routage effectif dans les routeurs uniquement d'après l'adresse du réseau. L'adresse complète n'est utilisée qu'une fois le paquet arrivé dans le routeur connecté au réseau destinataire.
- b) L'adresse IP doit non seulement être unique mais elle doit aussi refléter la structure de l'interconnexion. La partie réseau de l'adresse dépend donc du réseau auquel est connectée la station : toutes les machines connectées au même réseau physique ont le même préfixe réseau.

Exercice 2 :

Quelles sont les classes des adresses réseaux suivantes ? Combien d'adresses machines peuvent être utilisées par chacune ?

- 204.160.241.93;
- 138.96.32.3;
- 18.181.0.31;

Correction :

204.160.241.93;

204 = 11001100 => Classe C => 28-2 adresses machines possibles (-2 à cause de l'adresse de diffusion 204.160.241.255 et de l'adresse du réseau 204.160.241.0) = 254 id machines

- 138.96.32.3 ;

138 = 10001010 => Classe B => 216-2 = 65 534 id machines

- 18.181.0.31 ;

18 = 00010010 => Classe A => 224-2 = 16777214 id machines

Exercice 3 :

A et B sont deux utilisateurs de la même entreprise. L'utilisateur A a pour adresse 143.27.102.101 et lit dans le fichier de configuration de son poste (commande ipconfig ou ifconfig, par exemple) : masque de sous-réseau : 255.255.192.0 et adresse routeur par défaut : 143.27.105.1.

- a) Quelle est l'adresse du sous-réseau auquel appartient A ?
- b) Quelle est l'adresse de diffusion sur ce sous-réseau ?

L'utilisateur B a pour adresse 143.27.172.101 et lit de même : masque de sous-réseau : 255.255.192.0 .

- c) B est-il sur le même sous-réseau que A ?
- d) Peut-il utiliser la même adresse de routeur par défaut que A ?

Correction :

- a) 143 = 10001111 de classe B. Adresse de réseau sur 2 octets. Donc A est dans le réseau 143.27.0.0.

On effectue un ET logique entre les nombres 102 et 192 écrits sur 8 bits soit 01100110 ET 11000000. Le résultat donne :01000000=64. Donc A est dans le sous-réseau 143.27.64.0 et il y a 2 bits pour définir les sous-réseaux.

- b) L'adresse de diffusion dans ce sous-réseau est 143.27.127.255 (on obtient 127.255 en remplaçant les 14 bits prévus pour l'identifiant de machine par des 1)
- c) L'utilisateur B est dans le réseau 143.27.0.0 mais pas dans le même sous-réseau (il est dans le sous-réseau 143.27.128.0).
- d) Il ne peut donc pas utiliser la même adresse de routeur par défaut (le routeur par défaut est obligatoirement dans le sous-réseau de l'utilisateur)

Exercice 4 :

Supposez qu'au lieu d'utiliser 16 bits pour la partie réseau d'une adresse IP de classe B on utilise 22.

- Combien de sous-réseaux est-il alors possible de définir ?
- Donnez le masque de sous-réseaux correspondant

Correction :

- Combien de sous-réseaux est-il alors possible de définir ?

partie réseau = 22 au lieu de 16 => 6 bits sont utilisés pour la partie sous-réseau

=> nombre de sous-réseaux possibles = $2^6 = 62$ (par convention on n'a pas le droit d'utiliser 000000 et 111111 à cause des risques de confusion que cela peut entraîner, d'où le -2)

- Donnez le masque de sous-réseaux correspondant.

partie réseau + partie sous-réseau = 22 bits => masque de sous-réseau contient 22 bits à 1 et le reste (10 bits) à 0

=> 11111111.11111111.11111100.00000000 = 255.255.252.0

Exercice 5 :

1. Une société veut se raccorder à Internet. Pour cela, elle demande une adresse réseau de classe B afin de contrôler ses 2 853 machines installées en France. Une adresse réseau de classe B sera-t-elle suffisante ?
2. L'organisme chargé de l'affectation des adresses réseau lui alloue plusieurs adresses de classe C consécutives au lieu d'une adresse de classe B . Combien d'adresses de classe C faut-il allouer à cette société pour qu'elle puisse gérer tous ses terminaux installés ?
3. Finalement, la société a pu obtenir une adresse réseau de classe B. L'administrateur du réseau choisit de découper le réseau pour refléter la structure de la société, c'est-à-dire qu'il crée autant de sous-réseaux que la société compte de services différents. L'administrateur a donc prévu 12 sous-réseaux, numérotés de 1 à 12. Proposez le masque de sous-réseau utilisé dans l'un des services de la société. Combien reste-t-il de bits pour identifier les machines de chaque service ? Combien de machines peut-on identifier dans chaque service ?
4. L'adresse réseau de la société est : 139.47.0.0. Indiquez l'adresse réseau du sous-réseau 9.
5. Dans le sous-réseau choisi, donnez l'adresse IP complète de la machine ayant comme identifiant de machine 7.48.
6. Donnez les adresses réseau et les adresses de diffusion du sous-réseau 12.

Correction :

- 1) Oui, car une adresse de classe B permet d'adresser $2^{16}-2$ (65 534 machines), soit largement plus que le nombre de machines installées.
- 2) Une adresse de classe C permet d'adresser 254 machines. Il faut 12 adresses de classe C pour adresser tous les terminaux.
- 3) Il faut 4 bits pour identifier 12 sous-réseaux. Le masque vaut donc : 255.255.240.0.
- 4) Il reste 12 bits, c'est-à-dire qu'on peut adresser $2^{12}-2$ machines soit 4 094 machines par sous-réseau.
- 5) Le sous-réseau 1 a pour adresse 139.47.16.0 (les 4 bits de sous-réseau valent 0001 soit 1 en décimal) donc le sous-réseau 9 aura pour adresse réseau : 139.47.144.0 (les 4 bits de sous-réseau valent 1001 soit 9 en décimal)
- 6) La machine 7.48 du sous-réseau 139.47.144.0 a pour adresse IP 139.47.151.48.
- 7) Adresse réseau du sous-réseau 12 : 139.47.192.0; son adresse de diffusion vaut :139.47.207.255.

Exercice 6 : Analyse de paquet IP

Décoder l'en-tête du paquet IPv4 suivant (en hexadécimal) et en extraire toutes les informations possibles.

```
45 00 00 50 20 61 00 00 80 01 C5 64 C7 F5 B4 0A C7 F5 B4 09
08 00 00 1C 01 02 03 04 05 06 07 08 09 0A 0B 0C 0D 0E 0F 10
11 12 13 14 15 16 17 18 19 1A 1B 1C 1D 1E 1F 20 21 22 23 24
25 26 27 28 29 2A 2B 2C 2D 2E 2F 30 31 32 33 34 35 36 37 38
```

Correction :

45→4 = protocole IP version 4 ; 5 = longueur de l'en-tête du datagramme = $5*4 = 20$ octets = longueur par défaut d'un en-tête sans option.

00→Type Of Service = 0 = pas de service particulier (en fait avec IPv4, il n'y a pas de service particulier. Ce champ est donc toujours nul !).

00 50→longueur totale = $0*4096 + 0*256 + 5*16 + 0*1 = 80$ octets donc la longueur du contenu du champ de données est de $80 - 20 = 60$ octets.

20 61→identificateur du datagramme (ne sera utile que s'il est fragmenté).

00 00→drapeaux et déplacement = tout à zéro = datagramme non fragmenté.

80→durée de vie = $80 = 8*16 + 0*1 = 128$ routeurs que le datagramme pourrait encore traverser.

01→protocole transporté dans le datagramme : 1 = code du protocole ICMP.

C5 64→Bloc de contrôle d'erreur de l'en-tête.

C7 F5 B4 0A→adresse IP émetteur = 199.245.180.10

C7 F5 B4 09→adresse IP destinataire =199.245.180.9

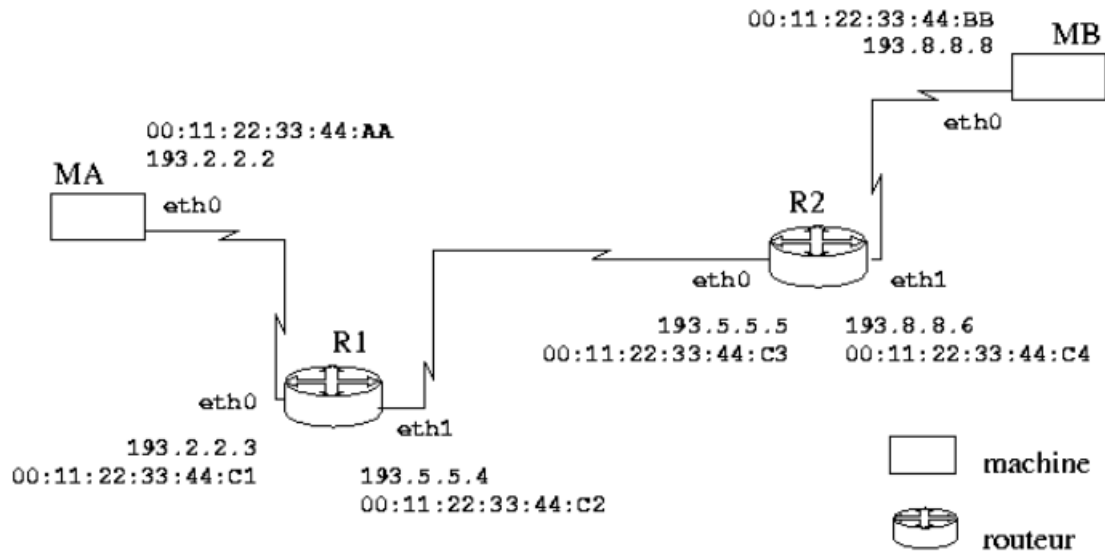
Les deux machines sont dans le même réseau de classe C, le réseau 199.245.180.0

Exercice 7 :

On considère le réseau, représenté par la figure 1, où la machine MA souhaite envoyer un datagramme à la machine MB. Les deux machines n'étant pas sur le même sous-réseau, le datagramme va donc devoir être routé via les deux routeurs R1 et R2. Ce réseau Internet est supporté par trois réseaux physiques Ethernet dont les adresses Internet, de classe C et de masque 255.255.255.0, sont 193.2.2.0, 193.5.5.0 et 193.8.8.0.

1. Donnez les adresses source et destination du paquet IP prêt à être envoyé préparé sur MA

- Donnez les tables de routage initiales les plus simples (minimales), sur chaque machine (MA, R1, R2 et MB), permettant l'acheminement du paquet de MA vers MB.
- Donnez les étapes successives nécessaires à cet acheminement, en précisant les adresses utilisées dans les en-têtes des trames Ethernet envoyées pour transporter le paquet ci-dessus



Correction :

- @IP_src = @IP_MA = 193.2.2.2 et @IP_dest = @IP_MB = 193.8.8.8
- MA :

Destinataire	Coût	Masque	Prochain routeur	Interface
192.2.2.0	0	255.255.255.0	-	eth0
Default	-	0.0.0.0	192.2.2.3	eth0

R1 :

Destinataire	Coût	Masque	Prochain routeur	Interface
192.2.2.0	0	255.255.255.0	-	eth0
192.5.5	0	255.255.255.0	-	eth1
192.8.8.0	1	255.255.255.0	192.5.5.5	eth1

R2 :

Destinataire	Coût	Masque	Prochain routeur	Interface
192.5.5.0	0	255.255.255.0	-	eth0
192.8.8.0	0	255.255.255.0	-	eth1
192.2.2.0	1	255.255.255.0	192.5.5.4	eth0

MB :

Destinataire	Coût	Masque	Prochain routeur	Interface
192.8.8.0	0	255.255.255.0	-	eth0
default	-	0.0.0.0	192.8.8.6	eth0

3) On suppose que chaque machine connaît l'@MAC des machines de son réseau local (pas d'échanges ARP). Même si ce n'est pas le cas, on omet l'étape de résolution d'adresses.

1. MA détermine si MB est sur le même réseau (sous-réseau ou LAN) qu'elle en comparant : @IP_MA && masque et @IP_MB && masque. Le résultat est négatif (les deux machines ne sont pas sur le même réseau (193.2.2.0 pour MA et 193.8.8.0 pour MB). MA consulte sa table de routage et conclut qu'il faut passer par son routeur (R1).

2. MA encapsule le paquet destiné à MB dans une trame envoyée à R1. On a:

- @MAC_src = @MAC_MA = 00:11:22:33:44:AA
- @MAC_dest = @MAC_R1 = 00:11:22:33:44:C1
- @IP_src = @IP_MA = 192.2.2.2
- @IP_dest = @IP_MB = 192.8.8.8

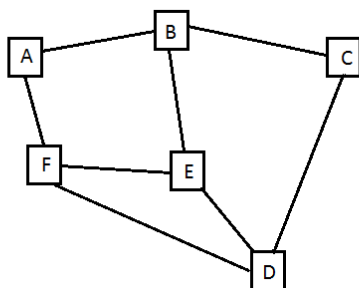
3. R1 reçoit la trame et décapsule le paquet IP. Il constate que le paquet ne lui est pas destiné et consulte sa table de routage pour savoir où il faut le transmettre. D'après, sa table de routage le réseau du destinataire est accessible par son interface eth1 mais il faut passer par le routeur R2.

4. R1 encapsule le paquet destiné à MB dans une trame envoyée à R2. On a:

- @MAC_src = @MAC_R1 = 00:11:22:33:44:C2
- @MAC_dest = @MAC_R2 = 00:11:22:33:44:C3
- @IP_src = @IP_MA = 192.2.2.2
- @IP_dest = @IP_MB = 192.8.8.8

5. R2 reçoit la trame et décapsule le paquet IP. Il constate que le paquet ne lui est pas destiné et consulte sa table de routage pour savoir où il faut le transmettre. D'après, sa table de routage le réseau du destinataire est accessible directement (sans intermédiaire) par son interface eth1.

Exercice 8:



Établissez la table de routage du nœud E de ce réseau, en minimisant le coût des liaisons. Vous supposerez que la topologie entière du réseau est connue.

Correction

La table de routage du nœud E peut être, par exemple : $\text{routage}(E) = [(A,B) ; (B,B) ; (C,B) ; (D,D) ; (E,-) ; (F,F)]$ où le couple (A,B) signifie : pour aller à A, il faut passer par B. Il y a deux chemins de longueur 2 pour aller de E à A, celui qui passe par B et celui qui passe par F.

Nous avons retenu celui qui correspond à la plus petite lettre dans l'ordre alphabétique.

De même pour le chemin de E à C.

Exercice 9 :

Soit une connexion TCP identifiée par son quadruplet :< adresse IP 123.45.67.89, port 12006, adresse IP 12.34.56.78, port 80 >.À quoi correspond cette connexion ? Traverse-t-elle un ou plusieurs routeurs ?

Correction :

La machine qui a ouvert la connexion est un client (grand numéro de port) qui s'est connecté à un serveur Web (port 80). Les deux machines ont des adresses IP de classe A et appartiennent à des réseaux différents. La connexion traverse donc au moins un routeur

Exercice 10:

Décodé les informations sur la connexion et les numéros de séquence du segment TCP ci-après, donné en hexadécimal :

```
00 15 0F 87 9C CB 7E 01 27 E3 EA 01 50 12 10 00 DF 3D 00 00
```

Correction :

00 15→port source, ici 21 donc serveur FTP

0F 87→port destination 3975, port quelconque du client.

9C CB 7E 01→Numéro de séquence (numéro du 1^{er} octet émis).

27 E3 EA 01→Numéro de séquence (numéro du 1^{er} octet attendu en réception)

Exercice 11 :

Soit deux réseaux (notés 1 et 2) distants l'un de l'autre et interconnectés par internet, possédant chacun un routeur (R1 et R2). L'architecture de protocoles utilisée est TCP/IP. Le poste PC1 du premier réseau communique avec le poste PC2 du second réseau qui est un serveur offrant deux services : Web et FTP.

1. Le logiciel TCP est-il implémenté au niveau du routeur R1? Du routeur R2 ? Des deux routeurs ?
2. PC1 a déjà une connexion TCP établie avec PC2 pour le service Web. Peut-il établir une seconde connexion pour le service FTP ? Si oui, comment TCP différencie-t-il les deux connexions ?
3. PC1 a terminé le téléchargement et fermé sa connexion avec le service FTP. La connexion avec le service Web est brutalement interrompue et PC1 en démarre une nouvelle (toujours avec le même serveur PC2). Est-il possible que des segments de la première connexion interfèrent avec ceux de la seconde ?

Correction :

- 1) Le logiciel TCP n'existe que dans les postes des utilisateurs (clients ou serveurs). Les routeurs ont la couche IP comme couche de niveau supérieur.
- 2) TCP a la capacité de gérer plusieurs connexions simultanément. PC1 peut donc avoir plusieurs connexions avec PC2. Ces connexions diffèrent par le numéro de port local et par le numéro de port distant, donc pas de confusion possible. Les deux connexions valent respectivement :<adresse IP-PC1, port x, adresse IP-PC2, port 80> et <adresse IP-PC1, port y , adresse IP-PC2, port 21>
- 3) La nouvelle connexion avec le service Web utilise des numéros de séquence pour les octets du flot de données échangées qui sont différents de la connexion précédente, puisque le numéro de séquence initial est tiré au sort pour la nouvelle connexion. Il n'y a donc aucun risque que des segments interfèrent.