

## TD2 : Le protocole IP

31 mai 2010

### 1 Format IP

1. Quelle est la taille minimale de l'entête d'un paquet IP ?  
20 octets
2. Rappeler le rôle de chacun des champs suivants dans l'en-tête d'un paquet IP :
  - (a) le champ longueur d'en-tête  
indiquer le présence d'opotions IP (si > 20)
  - (b) champ d'identification  
Permet d'identifier que des fragments IP sont issus d'un même paquet IP d'origine en prenant en compte l'adresse IP source
  - (c) champ de type de service (TOS)  
Exprimer des souhaites sur la qulalité de la route à choisir.  
Les routeurs ne sont pas tenus de respecter ces indications
  - (d) champ de durée de vie (TTL)  
indique le nombre max. de routeurs que le paquet peut traverser.  
A la réception d'un paquet dont le champ TTL =1 un routeur détruit le paquet et envoie un message ICMP à la machine source la notifiant de la destruction du paquet
3. Quelle est la taille maximale de données de bourrage de niveau 3 dans un paquet IP ?  
3 octets puisque le champs Longueur d'entête est exprimée en mots de 4 octets
4. Donner des exemples de protocoles qu'un paquet IP peut encapsuler.  
Pour chaque type de protocole préciser le numéro d'identification et le niveau d'opération (en terme de couche ISO/OSI).  
ICMP IGMP et IP de niveaux 3 / UDP/TCP de niveau 4
5. Parmi les protocoles de niveau 3 dans un réseau IP, seules les paquets ARP et RARP ne sont pas encapsulés dans des paquets IP. Justifier ce choix. Ces deux protocoles servent à faire la correspondance entre adresses logiques (IP) et adresses physiques (MAC) sur un LAN. a Ces paquets n'ont pas à traverser un routeur. Par conséquence, on n'a pas besoin de l'entête IP.
6. Soit la trace (donnée en hexa) de la trame **ethernet** suivante capturée par un routeur :

```

00 00 0c 09 A6 08 00 20 18 15 23 ab 08 00 45 00
00 54 C3 4d 00 00 00 01 39 01 C0 2c 4d 49 8d D4
24 10 08 00 Ca 19 1e Fd 00 00 2d 7c 92 06 00 0b
64 58 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 0f 31 32 33 34 35
36 37

```

- (a) Analyser cette trame aux niveaux 2 et 3. Préciser le type de la trame, et le type des paquets qui s'y trouvent.
- DA: 00 00 0c 09 A6 08 adresse individuelle (unicast comme  $b_0=0$ ) et universelle ( $b_1=0$ )
- SA: 00 20 18 15 23 AB adresse individuelle universelle,
- DL: 08 00 > 1500 alors c'est une trame Ethernet (MAC). qui encapsule le protocole 0800 == IP

Niveau IP:

4: La version IPv4

5: entête de 20 octets alors pas d'options.

00: TOS pas de types de service exprimé

0054 : Longueur de paquet = 84 octets entête compris

C34D : Identification

0000 : DM=0 fragmentation acceptée, MF=0 dernière fragment et Offset=0 alors paquet entier non fragmenté

00: TTL durée de vie=0 le paquet a expiré

01: protocole= ICMP

3901: FCS qui protège l'entête IP

C02C4D49: @IP source= 192.44.196.73 adresse de la classe C

8dD42410:@IP destination= 141.212.36.16 adresse de la classe B

niveau ICMP:

08: TYpe message ICMP = ECHO

00: Code alors le message est ECHO Request

CA19: FCS entête ICMP

puis données ICMP

- (b) Donner la trace (en hexa) de la réaction du routeur à cette trame.
- Le paquet à envoyer est un paquet ICMP qui notifie la machine source ( 192.44.196.73) de la destruction du paquet puisque sont TTL=0

## 2 Ping 2

On considère un routeur R reliant deux réseaux locaux  $LAN_1$  et  $LAN_2$ . Sur une machine A reliée au  $LAN_1$  on exécute la commande `ping @B` où B est une machine reliée à  $LAN_2$ . On suppose que les tables de routage sur l'ensemble des machines sont correctes. Donner l'algorithme de traitement du paquet ICMP de type (Echo Request) qui sera effectué par le routeur.

```
dès la réception du paquet ICMP: verification du FCS de l'entête IP\
si OK alors
  décodage du paquet : traitement du paquet ICMP
  SI FCS ICMP est OK alors
    chercher dans la table de routage un chemin vers la destination
    si On trouve un chemin alors
      décrementer TTL
      si TTL > 0 alors
        Consulter les tables ARP pour avoir l'adresse MAC
        de la machine destination.
        Si l'adresse MAC est connue alors
          ENVOI du paquet sur l'interface choisie
        Sinon
          Exécuter ARP pour trouver l'adresse MAC destination
          Si reception de ARP reply alors
            ENVOI du paquet sur l'interface choisie
          Sinon
            ENVOI d'un paquet ICMP à la machine source pour
            indiquer HOST UNREACHABLE

      sinon
        Ignorer le paquet et envoyer un paquet ICMP à la machine
        source pour lui notifier la destruction du paquet.
    sinon
      ignorer le paquet et envoyer une notification à la
      machine source pour indiquer NETWORK UNREACHABLE
  Sinon
    ignorer le paquet
SINON
  ignorer le paquet
```

procédure ENVOI : tester si la taille du MTU est > taille du paquet sinon, si la fragmentation est autorisée alors fragmenter le paquet sinon envoyer un pa ICMP à la machine source pour notifier que la fragmentation est requise mais non

### 3 Traceroute

On voudrais développer un programme qui permet de donner la route entre deux machines. La route est donnée par les adresses IP des routeurs successifs traversés afin d'acheminer un paquet entre les deux machines. On suppose que la route entre deux machines reste stable pendant le temps de l'exécution du programme de trace. Donner un algorithme à appliquer pour implémenter le programme souhaité.

envoyer successivement des paquets ECHO-request avec des TTL allant de 1 à n (jusqu'au réception d'un ECH reply)

### 4 Fragmentation/Assemblage

On considère trois réseaux locaux reliés en séquence par deux routeurs. La taille maximale d'un paquet réseau sur le premier réseau (respectivement le deuxième et le troisième) est de 5000 octets (respectivement 2000 et 1000 octets). Une machine A connectée sur le réseau 1 envoie un paquet à une machine B connectée sur le troisième réseau. Donner les paquets qui vont circuler sur l'ensemble des trois réseaux. On dénote un paquet par les informations suivantes :

(@IP src, @IP destination, identification, DF, MF, offset, taille totale, TTL)

le paquet émis par la machine A est alors désigné par : (A, B, 1234, 0, 0, 0, 4000, 250)

sur le deuxième réseau on aura trois paquets :

(A,B, 1234, 0, 1,0, 1996, 249)  
 (A,B, 1234, 0, 1,247, 1996, 249)  
 (A,B, 1234, 0, 0,494, 48, 249)

sur le troisième réseau on a :

(A,B, 1234, 0, 1,0, 996, 248)  
 (A,B, 1234, 0, 1,122, 996, 248)  
 (A,B, 1234, 0, 1,244, 24, 248)

(A,B, 1234, 0, 1,247, 996, 248)  
 (A,B, 1234, 0, 1,369, 996, 248)  
 (A,B, 1234, 0, 1,491, 24, 248)

(A,B, 1234, 0, 0,494, 48, 249)