Travaux Dirigés Réseau
Le protocole TCP
Informatique 2ème année: 2008/2009

—*Antoine Rollet* - `rollet@enseirb.fr` —

Le but de ce TD est d'acquérir une bonne compréhension du protocole TCP défini dans la RFC 793. Pour répondre aux questions, vous pourrez vous appuyer sur les traces `tcpdump` fournies en fin de document.

▸**Exercice 1.** *Rôle de TCP*

1. *Quels sont les avantages d'UDP sur TCP ? VoIP est-il sur UDP ou TCP ? Pourquoi ?*

2. *On considère un environnement dans lequel 4 stations A, B, C et D sont connectées sur un réseau de type Ethernet. La courbe de la figure 1 présente le taux de transfert d'un fichier à l'aide du protocole FTP (utilisation de TCP) entre les stations A et B.*

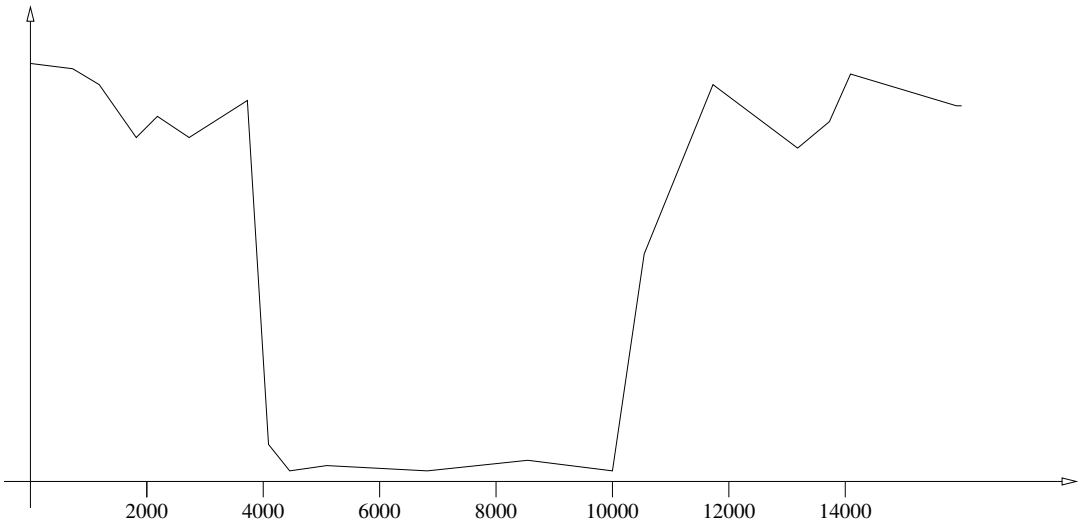

FIG. 1 – Courbe de transfert par FTP entre A et B

Expliquer pourquoi le taux de transfert entre A et B devient quasi–nul lorsqu'un fichier est transféré entre les stations C et D (t=4000) à l'aide du protocole TFTP (utilisation de UDP).

▸**Exercice 2.** *Fonctionnement des numéros de séquence*

Le numéro de séquence est un entier non signé sur 32 bits, dont la valeur maximale est donc `4 294 967 295`*. Il repasse à* `0` *lorsque cette borne est dépassée.*

1. *Que se passe-t-il si la taille un segment TCP dépasse 2^{32} octets ?*

2. *Un analyseur de trames a enregistré les informations suivantes :*

```
6 :
IP 210.219.220.222-> 210.219.220.221 len 43 prot
TCP 1025->23 seq 00000011 ack 00000024 PSH ACK wind 4096 data 3

7 :
```

```
IP 210.219.220.221-> 210.219.220.222 len 46 prot 6
TCP 23->1025 seq ******** ack ******** PSH ACK wind 4096 data 6

8 :
IP 210.219.220.222-> 210.219.220.221 len 40 prot 6
TCP 1025->23 seq 00000014 ack 0000002A ACK wind 4090

9 :
IP 210.219.220.222-> 210.219.220.221 len 51 prot 6
TCP 1025->23 seq ******** ack 0000002A PSH ACK wind 4096 data 11
```

- *A quoi correspondent les différentes informations données dans par cet analyseur (ne pas tenir compte des '*' qui sont en fait des erreurs d'impression à compléter à la question suivante) ?*
- *Malheureusement, à cause d'un problème d'imprimante, certains caractères ont été remplacés par des étoiles ('*'). Remplacez ces étoiles par les valeurs exactes de séquence et d'acquittement. Justifier. Vous commencerez par donner le diagramme temporel que vous compléterez. Faites bien attention à l'émetteur de chaque trame.*

▸**Exercice 3.** *Contrôle du transport : acquittements*

- *Remplir les schémas illustrés par la figure 2, sachant que pour le premier, le message a une taille de 2048o et que pour le deuxième, le message a une taille de 3072o. On ne donnera que les numéros de séquence et d'acquittement qu'il est possible de deviner. On rappelle que la notation (tcpdump) $a : b(c)$ signifie qu'on envoie un segment avec a comme numéro de séquence, b est le numéro de séquence de fin implicite, et enfin c donne la taille des données en octets. Remarquons qu'on a toujours $c = b - a$.*

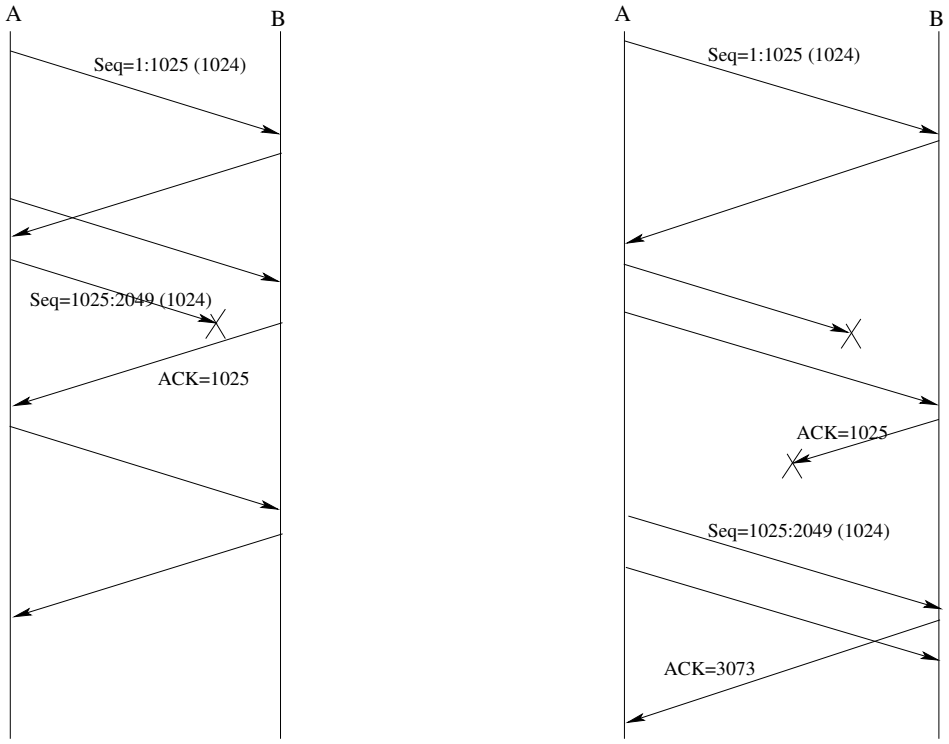

Fig. 2 – Chronogrammes TCP

▸ **Exercice 4.** *Déconnexion canonique ou brutale*

1. *Que signifie pour un module TCP de recevoir un segment avec le drapeau FIN ? À quel moment une connexion est-elle fermée ? Peut-on ne fermer qu'un circuit sur les deux ?*

2. *Quelle est la signification du drapeau RST ? Quelle en est l'utilité ?*

▸ **Exercice 5.** *Contrôle de flux : fenêtre glissante*

1. *Quels sont les paramètres qui font évoluer la taille de la fenêtre ? Comment les acteurs en sont-ils informés ?*

2. *Sur la figure 3, donner après chaque envoi et chaque réception pour la machine A la quantité de données TCP qu'elle peut encore envoyer sans recevoir d'accusé de réception.*

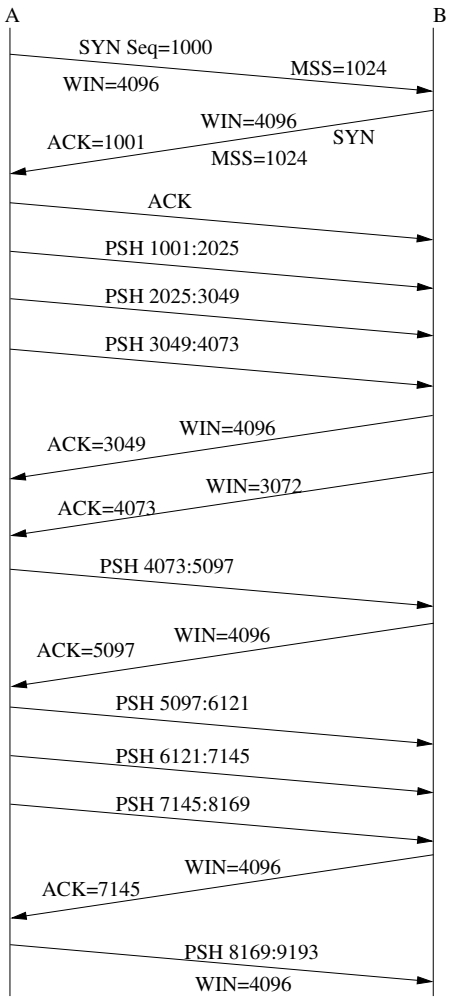

Fig. 3 – Chronogramme TCP

▸ **Exercice 6.** *Gestion de la congestion*

1. *Il est préférable d'éviter les très petits segments, pourquoi ?*
2. *Quelle solution peut-on proposer ?*

▸ **Exercice 7.** *Analyse de traces TCP*

1. *On donne ci-dessous une trace obtenue avec la commande* `tcpdump -XX`*. Notons qu'il s'agit ici d'une trame Ethernet.*

```
0x0000:  000a 5e1f 51a3 0030 4823 58e7 0800 4500  ..^.Q..0H#X...E.
0x0010:  008e 2995 4000 4006 d69a 93d2 095a 93d2  ..).@.@......Z..
0x0020:  093c 0185 c057 40c8 c176 3228 55eb 8018  .<...W@..v2(U...
0x0030:  07c0 7839 0000 0101 080a 4dbf 9d9b 043c  ..x9......M....<
0x0040:  a350 1703 0100 2000 76cc 9e33 236b fadf  .P......v..3#k..
0x0050:  9da0 4c60 6fe4 0fae cce5 1589 7599 8b29
```

   – *S'agit-il d'un segment TCP ?*
   – *Si oui, donner son numéro de séquence, son numéro d'accusé de réception. On pourra aussi donner les adresses IP source et destination.*

2. *Analyser la trace suivante obtenue avec tcpdump*

```
1   14:52:49.463851  arp who-has 192.168.0.102 tell 192.168.0.103
2   14:52:49.463851  arp reply 192.168.0.102 is-at 0:a0:c9:65:14:80
3   14:52:49.463851  192.168.0.103.1045 > 192.168.0.102.53:
    7+ A? hal.etc.com.au. (32)
4   14:52:49.463851  192.168.0.102.53 > 192.168.0.103.1045:
    7* 1/1/1 A 192.168.0.102 (88)
5   14:52:49.543851  192.168.0.103.1046 > 192.168.0.102.80:
    S 7861110:7861110(0) win 8192 <mss 1460> (DF)
6   14:52:49.543851  192.168.0.102.80 > 192.168.0.103.1046:
    S 3595122238:3595122238(0) ack 7861111 win 32736 <mss 1460>
7   14:52:49.543851  192.168.0.103.1046 > 192.168.0.102.80:
    . ack 3595122239 win 8760 (DF)
8   14:52:49.653851  192.168.0.103.1046 > 192.168.0.102.80:
    P 7861111:7861361(250) ack 3595122239 win 8760 (DF)
9   14:52:49.663851  192.168.0.102.80 > 192.168.0.103.1046:
    . 3595122239:3595123699(1460) ack 7861361 win 32736 (DF)
10  14:52:49.663851  192.168.0.102.80 > 192.168.0.103.1046:
    P 3595123699:3595124724(1025) ack 7861361 win 32736 (DF)
11  14:52:49.663851  192.168.0.103.1046 > 192.168.0.102.80:
    . ack 3595124724 win 8760 (DF)
12  14:52:50.803851  192.168.0.103.1047 > 192.168.0.102.80:
    S 7862363:7862363(0) win 8192 <mss 1460> (DF)
13  14:52:50.803851  192.168.0.102.80 > 192.168.0.103.1047:
    S 3701480536:3701480536(0) ack 7862364 win 32736 <mss 1460>
14  14:52:50.803851  192.168.0.103.1047 > 192.168.0.102.80:
    . ack 3701480537 win 8760 (DF)
15  14:52:50.873851  192.168.0.103.1048 > 192.168.0.102.80:
    S 7862437:7862437(0) win 8192 <mss 1460> (DF)
16  14:52:50.873851  192.168.0.102.80 > 192.168.0.103.1048:
    S 2553725067:2553725067(0) ack 7862438 win 32736 <mss 1460>
17  14:52:50.873851  192.168.0.103.1048 > 192.168.0.102.80:
    . ack 2553725068 win 8760 (DF)
18  14:52:50.973851  192.168.0.103.1048 > 192.168.0.102.80:
    P 7862438:7862753(315) ack 2553725068 win 8760 (DF)
19  14:52:50.993851  192.168.0.102.80 > 192.168.0.103.1048:
```

```
    . ack 7862753 win 32736 (DF)
20  14:52:50.993851  192.168.0.102.80 > 192.168.0.103.1048:
    . 2553725068:2553726528(1460) ack 7862753 win 32736 (DF)
21  14:52:50.993851  192.168.0.102.80 > 192.168.0.103.1048:
    P 2553726528:2553726886(358) ack 7862753 win 32736 (DF)
22  14:52:50.993851  192.168.0.103.1048 > 192.168.0.102.80:
    . ack 2553726886 win 8760 (DF)
23  14:52:51.023851  192.168.0.103.1047 > 192.168.0.102.80:
    P 7862364:7862677(313) ack 3701480537 win 8760 (DF)
24  14:52:51.023851  192.168.0.102.80 > 192.168.0.103.1047:
    . 3701480537:3701481997(1460) ack 7862677 win 32736 (DF)
25  14:52:51.023851  192.168.0.102.80 > 192.168.0.103.1047:
    . 3701481997:3701483457(1460) ack 7862677 win 32736 (DF)
26  14:52:51.033851  192.168.0.103.1047 > 192.168.0.102.80:
    . ack 3701483457 win 8760 (DF)
27  14:52:51.033851  192.168.0.102.80 > 192.168.0.103.1047:
    P 3701483457:3701484633(1176) ack 7862677 win 32736 (DF)
28  14:52:51.033851  192.168.0.102.80 > 192.168.0.103.1047:
    . 3701484633:3701486093(1460) ack 7862677 win 32736
29  14:52:51.033851  192.168.0.102.80 > 192.168.0.103.1047:
    P 3701486093:3701486899(806) ack 7862677 win 32736 (DF)
30  14:52:51.033851  192.168.0.103.1047 > 192.168.0.102.80:
    . ack 3701486899 win 8760 (DF)
31  14:53:04.663851  192.168.0.102.80 > 192.168.0.103.1046:
    F 3595124724:3595124724(0) ack 7861361 win 32736
32  14:53:04.663851  192.168.0.103.1046 > 192.168.0.102.80:
    . ack 3595124725 win 8760 (DF)
33  14:53:05.993851  192.168.0.102.80 > 192.168.0.103.1048:
    F 2553726886:2553726886(0) ack 7862753 win 32736
34  14:53:05.993851  192.168.0.103.1048 > 192.168.0.102.80:
    . ack 2553726887 win 8760 (DF)
35  14:53:06.023851  192.168.0.102.80 > 192.168.0.103.1047:
    F 3701486899:3701486899(0) ack 7862677 win 32736
36  14:53:06.023851  192.168.0.103.1047 > 192.168.0.102.80:
    . ack 3701486900 win 8760 (DF)
```