

$$\begin{aligned}
 & 1 \text{ PB} = 10^{15} \text{ o} \\
 & (1 \text{ TB} = 1 \text{ T}_0 = 10^{12} \text{ o}) \\
 & 1 \text{ GB} = 1 \text{ G}_0 = 10^9 \text{ o} \\
 & [1 \text{ MB} = 1 \text{ M}_0 = 10^6 \text{ o}] \\
 & 1 \text{ KB} = 1 \text{ k}_0 = 10^3 \text{ o}
 \end{aligned}$$

Examen de Protocoles Réseaux

Juliusz Chroboczek

13 janvier 2017

La durée de l'examen est de 2 heures. Les documents sont autorisés, le matériel électronique est interdit. Le sujet consiste de 3 pages.

Question 1. La route à travers l'Internet Global entre l'Université Paris-Diderot et l'Université d'Aix-Marseille a un RTT (*round-trip time*, temps d'aller-retour) de 12 ms et un débit maximal de 1 Gbit/s. Une camionnette « 3 m³ » est capable de transporter 200 000 cartes SD de 32 GB chacune, pour un total de 6.4 PB (1 PB = 10¹⁵ octets), et elle peut faire l'aller-retour Paris-Marseille en 14h.

1. On envoie par l'Internet Global des paquets IP ayant une charge de 1 500 octets chacun (on néglige la taille des entêtes). En supposant une fenêtre d'un paquet (un paquet en vol au plus), calculez le débit théorique maximal de la route sur l'Internet Global en bit/s. (Indication : il faudra multiplier un truc par 8. Ou peut-être diviser, je ne sais plus.)
2. Même question avec une fenêtre de 1 000 paquets.
3. Même question avec une fenêtre infinie.
4. Combien de temps faut-il pour transférer 1 Mo par camionnette et recevoir un acquittement ? Quel est le débit en bit/s ?
5. Même question pour 1 Go.
6. Le financement des universités étant ce qu'il est, on ne dispose que d'une seule camionnette. Calculez le débit théorique maximal en bit/s du transfert par camionnette (on demande que toute communication soit acquittée, toujours par camionnette).
7. Si le transfert par camionnette est aussi efficace, pourquoi utilise-t-on encore l'Internet pour correspondre avec nos collègues marseillais ?

Question 2.

1. Sur quelle machine la trace suivante a-t-elle été capturée (151.101.60.69 ou 81.194.27.155) ? Quelle est la taille des segments de données ? Quel est le débit du transfert en octets par seconde ?

```

09:02:47.884662 IP 151.101.60.69.443 > 81.194.27.155.46732:
  Flags [.], seq 2014544:2015984, ack 791, win 61, length 1440
09:02:47.885427 IP 151.101.60.69.443 > 81.194.27.155.46732:
  Flags [.], seq 2015984:2017424, ack 791, win 61, length 1440
09:02:47.885431 IP 81.194.27.155.46732 > 151.101.60.69.443:
  Flags [.], ack 2017424, win 4548, length 0
  
```

```

09:02:47.885435 IP 151.101.60.69.443 > 81.194.27.155.46732:
  Flags [.], seq 2017424:2018864, ack 791, win 61, length 1440
09:02:47.885449 IP 151.101.60.69.443 > 81.194.27.155.46732:
  Flags [.], seq 2018864:2020304, ack 791, win 61, length 1440
09:02:47.885452 IP 81.194.27.155.46732 > 151.101.60.69.443:
  Flags [.], ack 2020304, win 4548, length 0
09:02:47.885463 IP 151.101.60.69.443 > 81.194.27.155.46732:
  Flags [.], seq 2020304:2021744, ack 791, win 61, length 1440
09:02:47.885473 IP 151.101.60.69.443 > 81.194.27.155.46732:
  Flags [.], seq 2021744:2023184, ack 791, win 61, length 1440
09:02:47.885476 IP 81.194.27.155.46732 > 151.101.60.69.443:
  Flags [.], ack 2023184, win 4548, length 0
09:02:47.886276 IP 151.101.60.69.443 > 81.194.27.155.46732:
  Flags [.], seq 2023184:2024624, ack 791, win 61, length 1440
09:02:47.886286 IP 151.101.60.69.443 > 81.194.27.155.46732:
  Flags [.], seq 2024624:2026064, ack 791, win 61, length 1440
09:02:47.886290 IP 81.194.27.155.46732 > 151.101.60.69.443:
  Flags [.], ack 2026064, win 4548, length 0

```

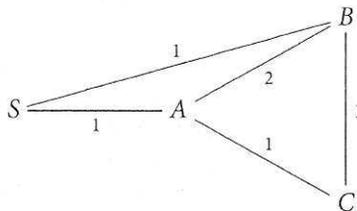
2. Décrivez en une ou deux phrases le bug mis en évidence dans la trace ci-dessous, et indiquez le ou les paquets erronés.

```

09:31:11.023654 IP 81.194.27.155.48415 > 192.30.253.123.22:
  Flags [S], seq 2959978035, win 29200,
  options [mss 1460,nop,nop,sackOK], length 0
09:31:11.023654 IP 81.194.27.155.48515 > 192.30.253.123.22:
  Flags [S], seq 2959978035, win 29200,
  options [mss 1460,nop,nop,sackOK], length 0
09:31:11.023654 IP 81.194.27.155.48615 > 192.30.253.123.22:
  Flags [S], seq 2959978035, win 29200,
  options [mss 1460,nop,nop,sackOK], length 0
09:31:11.102036 IP 192.30.253.123.22 > 81.194.27.155.48415:
  Flags [S.], seq 230178895, ack 2959978036, win 28720,
  options [mss 1436,nop,nop,sackOK], length 0
09:31:11.102053 IP 81.194.27.155.48415 > 192.30.253.123.22:
  Flags [.], ack 1, win 29200, length 0
09:31:11.102219 IP 81.194.27.155.48415 > 192.30.253.123.22:
  Flags [P.], seq 1:40, ack 1, win 29200, length 39
09:31:11.180794 IP 192.30.253.123.22 > 81.194.27.155.48415:
  Flags [.], ack 40, win 28720, length 0

```

Question 3. On considère la topologie suivante, où les entiers sont les coûts des liens :



On s'intéresse au routage à vecteur de distances où la source est fixée à S .

1. Faites évoluer le protocole à vecteur de distances naïf depuis l'état initial jusqu'à convergence. Vous n'avez pas à justifier votre réponse — il suffit de me fournir un tableau ayant la forme suivante :

S	d=?, nh=?	d=?, nh=?	...
A	d=?, nh=?	d=?, nh=?	...
B	d=?, nh=?	d=?, nh=?	...
C	d=?, nh=?	d=?, nh=?	...

2. On se place dans la configuration où l'algorithme a convergé précédemment, et on suppose que le lien de coût 1 entre S et B a cassé (son coût est maintenant infini). Faites évoluer l'algorithme dans la nouvelle topologie jusqu'à convergence. Précisez s'il y a une boucle de routage, et, si c'est le cas, les étapes pendant lesquelles elle a lieu.

Question 4. Comme vous l'avez vu en cours, le protocole TCP offre un service de communication fiable et ordonné ; pour cela, il retransmet les paquets perdus et retarde la livraison des données arrivées dans le désordre. Naturellement, il induit un retard incontrôlable de la livraison des paquets, et est donc peu adapté aux protocoles en temps réel comme les jeux en ligne ou la voix sur IP (e.g. *Skype*).

Pour chacune des applications suivantes, indiquez si vous préféreriez utiliser UDP ou TCP, et justifiez votre choix en une ou deux phrases au plus :

1. transfert de fichiers ;
2. *streaming* de vidéo enregistrée (genre *Youtube*) ;
3. accès à distance (genre *ssh*) ;
4. *monitoring* en temps réel du recul du Glacier de la Maurienne.