

# Travaux dirigés N°1

## Module Réseaux

### 2<sup>ème</sup> année du cycle Ingénieur

#### Exercice 1:

Considérer l'envoi d'un fichier d'une taille de  $F=M*L$  bits le long d'un chemin composé d'un nombre de liaisons  $Q$ . Chaque liaison transmet à un débit de  $R$  bits/s. Le réseau est peu occupé, de sorte qu'il n'y a aucun délai d'attente (pas de temps de traitement). Avec la commutation par paquets, les  $M*L$  bits sont fragmentés en  $M$  paquets, chacun constitué de  $L$  bits. Nous supposons que le temps de propagation est  $t_p$  sur chaque liaison. Répondre aux questions suivantes en dressant un schéma expliquant le déroulement des transferts des données.

1. Supposez que nous soyons en présence d'un réseau à commutation par paquets doté de circuits virtuels. Appelons  $t_s$  le temps de mise en place d'un circuit virtuel et supposons que les couches émettrices ajoutent à chaque paquet un total de  $h$  bits en en-tête. Combien de temps faut-il pour envoyer le fichier de sa source à sa destination ?
2. Supposez que le réseau soit un réseau à datagramme à commutation par paquets reposant sur un service sans connexion. Supposez maintenant que chaque paquet comporte un en-tête d'une longueur de  $2h$  bits. Combien de temps faut-il pour envoyer le fichier ?
3. Répétez (2), mais en prenant cette fois le cas de la commutation de message (c'est-à-dire que  $2h$  bits sont ajoutés au message, qui ne fait l'objet d'aucune segmentation)
4. Enfin, supposez que le réseau soit un réseau à commutation de circuits. Imaginez également que le débit d'un circuit entre la source et la destination soit de  $R$  bits/s. Dans l'hypothèse d'un temps de mise en place  $t_s$  et d'un en-tête de  $h$  bits rattaché au fichier tout entier, combien de temps faut-il pour l'envoyer ?

#### Exercice 2:

Ce problème constitue une première approche dans l'étude des temps de propagation et de transmission, deux notions fondamentales en ce qui concerne les réseaux d'ordinateurs. Soient deux serveurs A et B, connecté l'un à l'autre au moyen d'une seule liaison à  $R$  bits/ et de longueur  $m$  mètres. La vitesse de propagation le long de la liaison est  $s$  m/s. Le serveur A envoie un paquet de  $L$  bits au serveur B.

1. Exprimez le temps de propagation,  $t_{prop}$ , en fonction de  $m$  et  $s$ .
2. Déterminer le temps de transmission (injection),  $t_{trans}$ , en fonction de  $L$  et  $R$ .
3. En négligeant les temps de traitement et d'attente, trouvez l'expression du temps de bout-en-bout
4. Supposez que le serveur A commence à transmettre le paquet au temps  $t=0$ . Où se trouve le dernier bit du paquet à l'instant  $t_{trans}$  ?
5. Soit  $t_{prop}$  supérieur à  $t_{trans}$ . A l'instant  $t=t_{trans}$ , où est le premier bit du paquet ?
6. Soit  $t_{prop}$  inférieur à  $t_{trans}$ . A l'instant  $t=t_{trans}$ , où est le premier bit du paquet ?
7. Soit  $s=2,5*10^8$  m/s,  $L=100$  bits et  $R=28$  kbits/s. Trouvez la distance  $m$  devant séparer A et B pour que  $t_{prop}$  soit égal à  $t_{trans}$ .

### **Exercice 3:**

Soient deux serveurs, A et B, séparés par une distance de 10 000 km, connectés par une liaison directe d'un débit  $R=1\text{Mbit/s}$  et représentant une vitesse de propagation de  $2,5 \cdot 10^8 \text{m/s}$ .

1. Calculez le produit du temps de propagation par le débit,  $R \cdot t_{\text{prop}}$ . Proposez une interprétation de ce produit.
2. Quelle est la longueur (en mètres) d'un bit sur la liaison ?
3. Dérivez une expression générale permettant de déterminer la longueur d'un bit en fonction de la vitesse de propagation  $s$  et le débit  $R$ .
4. Supposez qu'il est possible de modifier la variable  $R$ . Quelle doit être sa valeur pour que la longueur d'un bit soit équivalente à la longueur de la liaison.
5. Combien de temps faut-il pour envoyer un fichier de 400 000 bits (dès l'envoi du premier bit jusqu'à la réception du dernier bit), en admettant qu'il soit envoyé en continu ?
6. Supposez maintenant que le fichier soit scindé en 10 paquets de 40 000 bits chacun. Supposez que chaque paquet fasse l'objet d'un accusé de réception de la part du destinataire et que le temps de transmission d'un tel accusé soit négligeable. Enfin, imaginez que l'expéditeur ne puisse pas envoyer de paquet avant confirmation de la réception du précédent. Combien de temps faut-il pour envoyer ce fichier ? Que peut-on conclure ?

### **Exercice 4:**

Considérer l'envoi d'un long fichier de taille  $F$  bits d'un hôte A vers un hôte B reliés par deux liaisons et un Routeur. On suppose que le délai d'attente est négligeable. L'hôte A segmente le fichier en divers segments de  $S$  bits et ajoute  $h$  bits d'en-tête, formant des segments d'une longueur  $L=S+h$  bits. Chaque liaison se caractérise par un débit de  $R$  bits/s. On suppose que le temps de propagation est négligeable.

- 1) Calculer, en fonction de  $F$  et  $S$ , le nombre de segments envoyés par A.
- 2) Calculer, en fonction de  $F$ ,  $S$ ,  $h$  et  $R$  le délai de transmission de la totalité du fichier.
- 3) Déterminer, en fonction de  $F$  et  $h$ , la valeur de  $S$  minimisant le délai de transmission de ce fichier dans le cas où  $F$  est un multiple de  $S$ .
- 4) Calculer dans ces conditions le délai optimal en fonction de  $F$  et  $h$  et  $R$ .
- 5) En déduire l'efficacité d'une segmentation optimale dans le cas où  $F=1\text{Mbits}$  et  $h=40\text{bits}$ .

### **Exercice 5 :**

1) On considère une ligne half-duplex entre deux stations  $S_1$  et  $S_2$  fonctionnant suivant le mode Stop and Wait :

a) Exprimer le temps total d'expédition d'une trame depuis l'envoi du premier bit jusqu'à la réception du dernier bit de l'accusé. On utilisera les durées suivantes :

$t_{\text{prop}}$  : temps de propagation d'un bit entre  $S_1$  et  $S_2$

$t_{\text{frame}}$  : temps de transmission d'une trame

$t_{\text{proc}}$  : temps de traitement de données reçues (trame ou ack)

$t_{\text{ack}}$  : temps de transmission d'un accusé

b) On considère que  $t_{\text{proc}}$  est négligeable devant les autres durées et que la taille d'un acquittement est négligeable devant la taille d'une trame de données. En déduire une approximation de la durée d'expédition de  $n$  trames.

c) On pose  $a = t_{\text{prop}} / t_{\text{frame}}$ , Exprimer le taux d'occupation de la ligne  $\theta$  ( $t_{\text{frame}} / t_{\text{total}}$ ) en fonction de  $a$ .

d) Si  $D$  est le débit binaire de la ligne,  $d$ , la distance entre les stations,  $v$  la vitesse de propagation des ondes sur la ligne,  $L$  la longueur d'une trame en bits, exprimer  $a$  en fonction des grandeurs précédentes.

e) On suppose que  $t_{\text{frame}} = 1\text{s}$ , d'où  $t_{\text{prop}} = a$ .

Suivant que  $a < 1$  ou  $a > 1$ , indiquer ce qui se passe aux instants  $t = 0, 1, a, 1+a, 1+2a$ .

2) On envisage une méthode de fenêtre glissante. On considère que la largeur de la fenêtre est  $N$  et que  $t_{\text{frame}} = 1\text{s}$ .

a) Etudier ce qui se passe aux instants  $t = 0, a, a+1, 2a + 1$ . On envisagera les deux cas  $N > 2a+1$  et  $N < 2a + 1$ .

b) En déduire, pour ces deux cas, l'expression du taux d'occupation  $\theta$ .