

Solution examen X00 INF 585

Partie 1.

Exercice 1.1

On n'a pas besoin de connaître la taille des buffers de B. Il suffit de considérer qu'ils ne débordent pas sur le long terme. Comme c'est répétitif, le temps de cycle des paquets entrants de A vers B soit au plus égal à ce qui sort de B vers C. Il suffit alors que le temps de retour du premier accusé de réception de B vers A soit \geq temps envoi 3 paquets en S&W entre B et C

$$B/R_1 + 2.l_1.t_1 \geq 3.[B/R_2 + 2.l_2.t_2]$$

Avec:

$$B = \text{taille des trames} = 10^3$$

$$R_1 = \text{débit du lien entre A et B} = 10^5$$

$$t_1 = t_2 = \text{délai de propagation sur les liens} = 5.10^{-6}$$

$$l_1 = 4000 \text{ Km}; l_2 = 1000 \text{ Km.}$$

On trouve alors:

$$10^{-2} + 4.10^{-2} \geq (3.10^3)/R_2 + 3.10^{-2}$$
$$R_2 \geq 3.10^3/2.10^{-2} = 150000 \text{ bps.}$$

Exercice 1.2

Temps de transmission des $W_{\min} = 2^s$ paquets devrait être au moins égal au temps de transmission et de propagation aller retour du premier paquet:

$$2^s.B/R \geq B/R + 2.l.t$$

$$s \geq \log_2 (1+2.l.t.R/B)$$

Pour $B = 64000$ bits, $R = 10^6$, $l.t = 0.27$ secondes

$W_{\min} = 10$ (pour avoir une transmission continue).

Dans tous les cas: le premier ACK revient après $B/R + 2.l.t$ secondes.

Pour S&W : pas de transmission continue.

64000 bits transmis toutes les $B/R + 2.l.t$ secondes \Rightarrow débit maximal = $64000/0.604 = 105960.26$ bps. Donc utilisation maximale de 0.10596026.

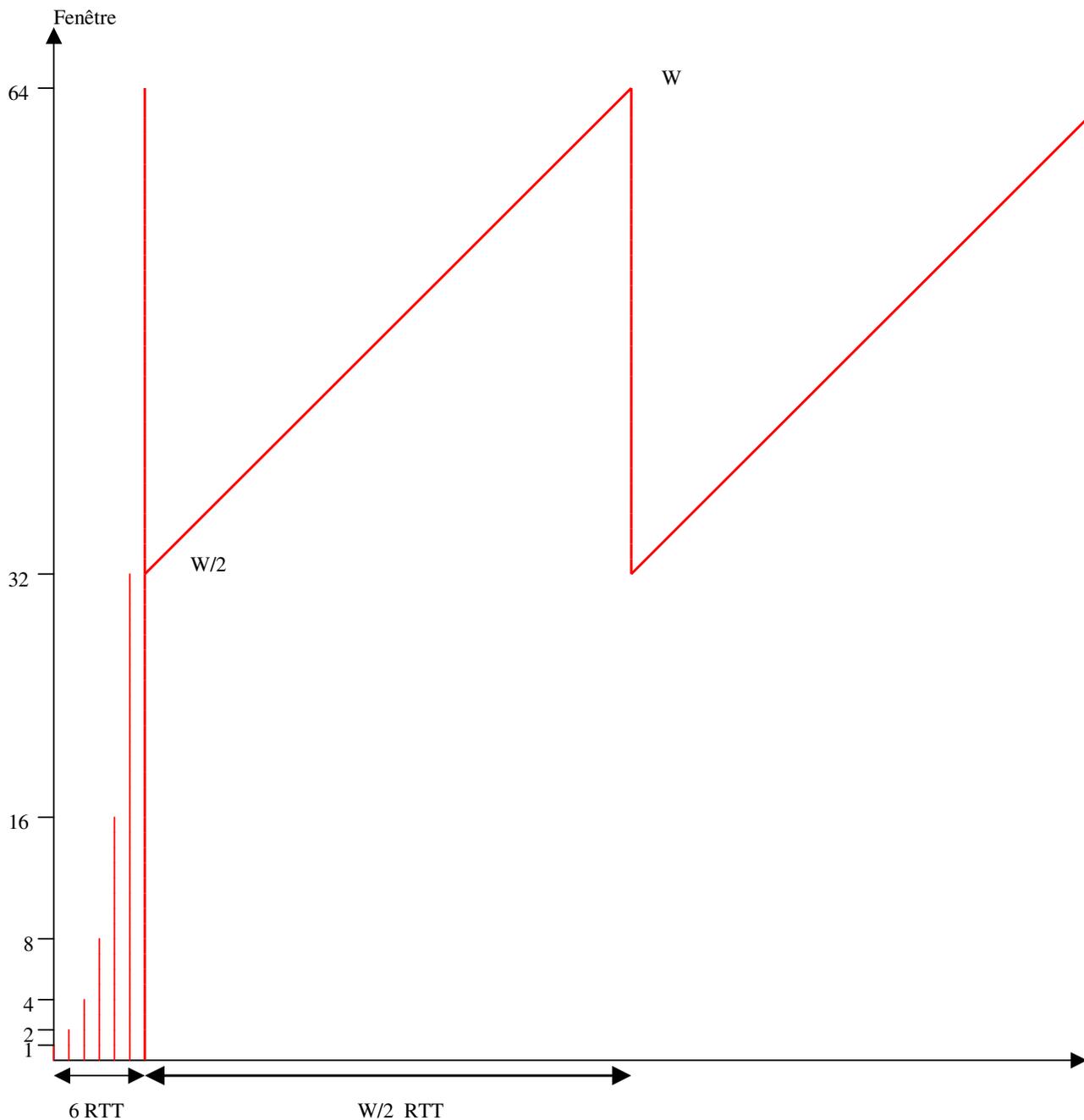
Pour une fenêtre de 7 : pas de transmission continue non plus.

7 paquets de 64000 bits transmis toutes les $B/R + 2.l.t$ secondes \Rightarrow débit maximal = $448000/0.604 = 741721.85$ bps. Donc utilisation maximale de 0.74172185. Attention ici, à ne pas considérer que le temps de transmission des 7 paquets doit être ajouter au délai de propagation car ce qui compte est le temps de retour du premier ACK qui déclenche une nouvelle transmission. Or comme on demande l'utilisation maximale, il faudrait compter uniquement $B/R + 2.l.t$ et non $7 B/R + 2.l.t$.

Pour une fenêtre de 127 : transmission continue car la fenêtre est $> W_{\min}$.

Utilisation maximale = 1.

Exercice 2: débit TCP.



2.1) durée de la phase congestion avoidance: $W/2 \cdot \text{RTT}$

Nombre total de paquets envoyés = $W/2 \cdot W/2 + W/2 \cdot W/2 \cdot (1/2) = 3W^2/8 = 1/p$

Il ne FAUT pas inclure le terme d dans le calcul du nombre de paquets qui est une grandeur adimensionnelle. On ne calcule pas la longueur en seconde de l'intervalle, mais le NOMBRE de paquets envoyé pendant cet intervalle. Donc nombre = $3W^2/8$ et non $3dW^2/8$

D'autre part, on approxime le nombre de paquets envoyés par la surface. Il ne faudrait donc pas considérer que le nombre de paquets est: $W/2+1+W/2+2+W/2+3+\dots+W/2+W/2$, ce qui aurait amené à une équation du second degré à résoudre.

Débit moyen en paquets par secondes = $(1/p) / (W/2.RTT) = (1/RTT).SQRT(3/2p)$
Débit en bps = $(M/d).SQRT(3/2p)$
 $1/3p = W^2/8$, pour $p = 1/1536 = 1/(3.512) \Rightarrow 1/3p = 512 \Rightarrow W^2 = 8.512 = 4096$. $W = 64$.

2.2) Nombre total de paquets = $1 + 2 + 4 + 8 + 16 + 32 + 64 = 127$ paquets.
Durée = $\log_2(64).RTT = 6.RTT = 60$ ms. Débit moyen = $127 \times 8000 / 0.06 = 16.93$ Mbps
2.3) Pendant la phase slow start 127 paquets de 8Kbps sont transmis. Il reste $8.10^6 - 127 \times 8000 = 6984000$ bits à transmettre en phase congestion avoidance. Or le débit pendant cette phase est de $8000 / 0.01 \times \text{sqrt}(3.1536/2) = 38.4$ Mbps.
Donc les paquets restant prendront $6.984 / 38.4 = 0.181875$ secondes.
Le temps total de transmission est donc de 60 ms (slow start) + 181.875 ms (congestion avoidance) = 241.873 ms.

Partie 3:

3.1)

1^{ère} question:

VA = (A,0), (B,2), (C,3), (D,5)

Table de routage de A:

Vers B via B, vers C via C, vers D via B.

VB = (A,2), (B,0), (C,2), (D,3)

Table de routage de B:

Vers A via A, vers C via C, vers D via D.

VC = (A,3), (B,2), (C,0), (D,3)

Table de routage de C:

Vers A via A, vers B via B, vers D via D.

VD = (A,5), (B,3), (C,3), (D,0)

Table de routage de D:

Vers A via B, vers B via B, vers C via C.

2^{ème} question:

Comptage jusqu'à l'infini. A dérouler vous-même.

3.2)

1) ARP permet d'effectuer le mapping entre les spécificités du "réseau" et l'adresse inter-réseau.

Sur un lien unidirectionnel ARP ne marche plus. D'autre part, sur un lien satellite le délai est important.

On pourrait envisager une mise à jour manuelle de la table de mapping ARP lors de l'abonnement d'un utilisateur par exemple, on met à jour la correspondance MAC/IP dans une table à l'entrée du réseau satellite. Cette gestion manuelle ne permet pas une allocation dynamique des adresses avec DHCP. Il est donc convenable d'utiliser un chemin de retour terrestre pour acheminer la réponse à la requête ARP. Ceci a l'avantage d'autoriser l'allocation

dynamique des adresses IP, mais pourrait résulter en une congestion à l'entrée du réseau satellite car la résolution de la requête ARP prendra au moins $250 + x$ ms. Avec x le délai de propagation sur le lien de retour terrestre.

2) RIP et OSPF supposent des liens bidirectionnels et symétriques. Le raisonnement suivant est implicite au niveau d'un routeur: je peux joindre D avec un coût X, donc D peut me joindre avec un coût X.

Plusieurs options pourraient être suivies pour pallier le problème de lien unidirectionnel:

- 1) lever l'hypothèse de symétrie et considérer un coût infini pour la voie de retour.
- 2) Prendre en compte l'unidirectionnalité (et non plus l'asymétrie) directement au niveau du protocole en autorisant la réception de paquets de routage de la part d'un routeur vers lequel on ne peut pas envoyer des paquets de routage.
- 3) Résoudre le problème de l'unidirectionnalité à un niveau inférieur au protocole dans la pile protocolaire (par un mécanisme de tunnel qui permettrait de véhiculer les paquets des protocoles de routage via le lien terrestre comme si la liaison satellite était bidirectionnelle).

Pour plus de détails voir le groupe de travail udlr (www.ietf.org/html.charters/udlr-charter.html) à l'IETF

Partie 4:

Petite taille des paquets: voir le cours. Pour réduire le délai des paquets (support de l'audio sur un réseau intégré).

Problème avec TCP: si cellule perdue d'un paquet -> tout le reste est à jeter. Ceci peut augmenter considérablement le taux d'erreur de paquets (selon le pattern des pertes de cellules).

Non déploiement d'ATM: car ne passe pas à l'échelle si on veut maintenir le gain de multiplexage statistique. On peut l'utiliser comme un support de transmission géré en débit crête.