

## TD – Modèle OSI et couche liaison de données

**Objectif:** Comprendre le fonctionnement d'une architecture réseau en couches, le mécanisme de fragmentation et le concept de fenêtre de transmission.

**Question 1.** Considérons une architecture réseau en 3 couches, comme dans la figure 1. La couche L3 de la machine A a 2000 octets à transmettre à la couche L3 de la machine B. La couche L2 propose un service de transfert de données sans contraintes sur la taille des SDUs. La couche L1 propose un service de transfert de données pour des SDUs de 1000 octets maximum.



Chaque couche utilise deux primitives pour interagir avec les couches adjacentes : *LX.request(DATA)* et *LX.indication(DATA)*. Donnez les appels de primitives effectués par les différentes couches afin de transférer les données entre les deux machines. On va considérer que L3 utilise des messages d'acquiescement (20 octets), alors que les couches L1 et L2 fonctionnent sans acquiescement.

**Question 2.** Les protocoles réseau se divisent, selon leur mode de fonctionnement, en protocoles connectés et protocoles non-connectés. Dans un protocole connecté, des messages de contrôle sont échangés avant le début de la communication, afin de négocier des différents paramètres de la connexion (taille des fenêtres, mécanismes de sécurité, etc.). Généralement, cette phase de connexion comprend trois étapes (le mécanisme *three-way handshake*).

En prenant comme référence le scénario de l'exercice 1, donnez le chronogramme des échanges dans les cas suivants :

- les protocoles implantés par les trois couches (L1, L2, L3) sont non-connectés ;
- les protocoles implantés par les couches L1 et L3 sont non-connectés, le protocole de la couche L2 est connecté ;
- les protocoles implantés par les couches L2 et L3 sont connectés, le protocole de la couche L1 est non-connecté.

**Question 3.** Nous souhaitons transmettre un fichier de 50 KB entre deux machines reliées par une fibre optique d'une longueur de 150 m capable de supporter un débit physique de 1 Gbps (vitesse de la lumière de 300000 km/s). Le probabilité d'erreur binaire sur ce lien est de  $10^{-9}$  et on considère qu'une trame sera rejetée par le récepteur même si un seul bit est erroné. Dans ce cas, le récepteur transmet un message d'acquiescement négatif à l'émetteur. Lorsque la trame est reçue correctement, le récepteur répond par un message d'acquiescement positif. Nous allons considérer que l'émission des messages ACK/NACK est instantanée.

Supposons qu'aucune couche de l'émetteur n'a des restrictions sur la taille maximale des SDUs : les 50 KB seront donc transmis dans un seul message à la couche physique. Quelle est la probabilité de rejet de cette trame ? Combien de transmissions, en moyenne, doit effectuer l'émetteur ? Quelle sera la durée moyenne nécessaire pour la communication ?

Supposons maintenant que la couche 1 propose un service de transmission pour des SDUs de 1000 octets maximum (comme dans l'exercice 1). Quelle sera la durée nécessaire pour la communication dans ce cas ?

**Question 4.** Faites les mêmes calculs qu'à l'exercice 3 en supposant que le lien fibre optique est remplacé par un lien WiFi beaucoup moins fiable, avec une probabilité d'erreur binaire de  $10^{-5}$ . Tous les autres paramètres restent inchangés. Quelles sont vos conclusions ?

**Question 5.** Deux machines A et B communiquent par un lien satellite avec un débit de 50 Kbps. Le satellite situé à 36000 km de la terre et les trames échangées font 1000 bits. On rappelle que la vitesse de propagation d'une onde électromagnétique dans l'espace est environ 300000 km/s.

Quel est le délai de transmission d'une trame de A vers B ?

On suppose qu'on utilise un mécanisme d'attente réponse (*stop and wait*): A envoie un message vers B et attend que B acquiesce ce message pour en envoyer un autre. Le message d'acquiescement fait 100 bits. Calculer le débit effectif de la liaison et son taux d'utilisation.

On décide d'utiliser un mécanisme de transmission à base de fenêtre, c'est à dire que A peut avoir à tout moment K messages transmis, mais pas encore acquiescés. Quelle est la valeur K qui maximise le taux d'utilisation du lien ?