

# TD NE210

## Exercice n° 1 – Haut débit...

Imaginez que vous avez dressé Bernie, votre saint-Bernard, pour qu'il puisse transporter une boîte de trois cartouches de données à la place d'un tonnelet de whisky (un disque dur plein peut certainement être considéré comme une situation d'urgence). Chaque cartouche contient 7 Go de données. Bernie peut vous rejoindre où que vous soyez à une vitesse de 18 km/h. Pour quelles distances Bernie possède-t-il un débit plus élevé qu'une ligne de transmission à 150 Mbit/s ?

## Exercice n° 2 – Terminaux

Une alternative à un LAN est simplement un gros système en temps partagé avec un terminal par utilisateur. Citez deux avantages d'un système client-serveur utilisant un LAN.

## Exercice n° 3 – Client-serveur

Donnez des exemples de communication suivant les modèles client-serveur et pair à pair, dans le domaine de la vie courante (hors informatique), puis dans le domaine des réseaux.

## Exercice n° 4 – Pair à pair

On a vu en cours le principe de fonctionnement d'une application pair à pair avec répertoire centralisé, comme Napster. Dans les applications pair à pair récentes, ce répertoire centralisé n'existe plus. Comment peut-on alors trouver les fichiers que l'on cherche ? Essayez de définir un protocole de recherche d'information.

## Exercice n° 5 – Serveur de fichiers

Pour chacune des opérations suivantes effectuées sur un serveur de fichiers distant, expliquez si elles sont plus sensibles au délai ou au débit.

1. Ouvrir un fichier.
2. Lire le contenu d'un fichier.
3. Lister le contenu d'un répertoire.
4. Afficher les attributs d'un fichier.

## Exercice n° 6 – Transmission et propagation

On appelle *temps de transmission* le temps nécessaire pour émettre complètement un message sur un lien. Le *temps de propagation* est le temps mis par le signal pour se déplacer le long du lien.

Quel est le temps de transmission d'un message de 2 ko sur un lien offrant un débit de 10 Mb/s ?

Un serveur est installé sur un satellite. Le lien montant vers le satellite offre un débit de 10 Mb/s, le lien descendant 100 Mb/s. Le satellite est géostationnaire, donc à l'altitude de 36000 km. Sur les deux liens, la vitesse de propagation est celle de la lumière, 300 000 km/s.

Dessinez le chronogramme de la transaction suivante, en montrant et expliquant tous les temps entrant en jeu :

1. le client envoie au serveur une requête de 5 ko octets ;
2. le serveur traite la requête, le temps de traitement est de 10 ms ;
3. le serveur émet une réponse de 500 ko.

Quel est le temps total requis pour la transaction ? (détaillez et justifiez les calculs)

## Exercice n° 7 – Largeur d'un bit

Sachant que la vitesse de propagation des signaux électriques dans les supports de transmission métalliques est d'environ  $\frac{2}{3}$  de la vitesse de la lumière, quelle est la "largeur" (en mètres) d'un bit sur un tel lien à 1 Gb/s ? à 1 Mb/s ?

# TD NE210

## Exercice n° 8 – Lien avec la lune

Supposez qu'un lien à 100 Mb/s est établi entre la terre et une colonie lunaire. La distance entre la terre et la lune est d'environ 400 000 km, les données se propagent dans le lien à la vitesse de la lumière, 300 000 km/s.

1. Calculez le RTT (*round trip time* = temps d'aller-retour) minimal de ce lien.
2. Quel est le produit "délai × bande passante" de ce lien ? Qu'est-ce qu'il représente ?
3. Même question pour le produit "RTT × bande passante".
4. Un appareil photo prend des photos numériques depuis la station lunaire et les sauve sur disque, sous forme de fichiers de 25 Mo. Quel est le temps minimal entre le moment où le contrôle sur terre demande le chargement d'une image et le moment où cette image a été correctement reçue ?

## Exercice n° 9 – Distribution du droit de parole dans un débat

Un débat radiophonique est organisé. Pour la qualité du débat, il est nécessaire qu'un seul intervenant ait la parole à tout instant. C'est l'animateur qui gère le droit de parole.

1. Définissez informellement les conventions qui vont régir la distribution du droit de parole.
2. Décrivez le fonctionnement du protocole mis en œuvre : quels sont les types de messages échangés, quelle est leur signification ? Comment l'animateur doit-il gérer les informations ?
3. Votre protocole permet-il d'empêcher un intervenant de se lancer dans un discours de deux heures ? Si non, modifiez-le.
4. Imaginez que l'animateur ait un malaise... quel est le problème de ce protocole ?
5. Quels types de solutions pourrait-on envisager ?

## Exercice n° 10 – Transfert fiable de données

Revenons sur le protocole TFTP.

1. Dessinez le chronogramme d'une communication du type "dépot" d'un fichier de 1536 octets, avec perte de l'acquittement du deuxième message DATA.
2. Dessinez le chronogramme d'une communication du type "téléchargement" d'un fichier de 1800 octets pour lequel de troisième message d'acquittement est endommagé de façon que son code devienne égal à 14. Idem avec 05.
3. Identifiez ce qui limite le débit atteignable par TFTP. Estimez le débit que l'on pourra obtenir sur différents types de réseaux.
4. Proposez et discutez divers mécanismes permettant d'augmenter le débit atteignable par TFTP.
5. Combien de messages DATA les numéros de séquence utilisés par TFTP permettent-ils de numérotter ? À quelle taille de fichier cela correspond-t-il ?
6. Cela limite-t-il la taille des fichiers qu'il est possible de transférer avec TFTP ? Sinon, quels problèmes peuvent se poser ?
7. En supposant qu'il est possible qu'un message TFTP se perde dans le réseau et réapparaisse au maximum  $n$  secondes plus tard, pour quels débits peut-il y avoir un problème ? Calculez avec  $n=1, 10, 100$ .

## Exercice n° 11 – Acquittement

Lorsqu'un fichier est transféré entre deux ordinateurs, deux stratégies d'acquittement sont envisageables. Après que le fichier ait été découpé en paquets, soit ce sont les paquets individuels qui sont acquittés par le destinataire mais pas le fichier entier, soit les paquets ne sont pas acquittés individuellement et c'est le fichier qui est acquitté. Comparez ces deux approches.

# TD NE210

## Exercice n° 12 – Prendre le thé

Vous voulez inviter votre tante à prendre le thé. Définissez un protocole (très simple) qui vous permet de lui proposer votre invitation et à elle de répondre. Dessinez le chronogramme de la communication. Ce protocole sera mis en œuvre en utilisant le téléphone. Définissez les primitives qu’offre le service téléphonique pour entrer en communication avec votre tante et lui transmettre votre invitation. Montrez le déroulement des opérations effectuées par chacune des deux parties pour cette communication.

## Exercice n° 13 – Les philosophes

Deux philosophes veulent avoir une discussion, mais ils sont éloignés géographiquement et ne parlent pas de langue commune. Il leur faut donc résoudre le problème de la langue (ils peuvent par exemple embaucher chacun un traducteur) et de la transmission du message à distance (on supposera que chacun a une secrétaire qui peut envoyer et recevoir des fax).

1. Décrivez la communication qu’ils mettent en œuvre à l’aide d’une hiérarchie à trois couches. Vous devrez préciser pour chaque couche :
  - les entités qui communiquent,
  - le protocole qu’elles utilisent,
  - le service fourni à la couche supérieure,
  - les primitives permettant d’accéder à ce service.
2. Pour faire des économies on remplace le fax par le courrier électronique. Que cela change-t-il ?
3. Pour faire plus d’économies, on décide de “mutualiser” les secrétaires, qui vont envoyer et recevoir des fax pour d’autres personnes. Quel problème cela pose-t-il et comment le résoudre ?

## Exercice n° 14 – Faux-frais

Un accès ADSL offre un débit de ligne de 8 Mb/s. Il s’agit du débit offert par la couche physique. La couche 2 utilise la technologie ATM, dans laquelle les données sont transportées dans des petits paquets, appelés *cellules* de 53 octets dont 5 d’en-tête<sup>1</sup>

Le protocole IP est utilisé à la couche 3. Les paquets IP ont une en-tête de 20 octets et une charge utile pouvant atteindre 64 ko, mais le plus souvent de l’ordre de 1500 octets. Typiquement les applications utilisent le service de la couche 4, basée sur le protocole TCP dont les unités de données ont un en-tête de 20 octets.

1. Quel est le débit disponible au niveau du service fourni par la couche ATM ?
2. Quel est le débit disponible au dessus de la couche IP, si les paquets IP sont de taille maximale, si leur taille est 1500 octets ?
3. Quel est le débit disponible pour les applications ?
4. Quel débit devrait annoncer l’opérateur de réseau dans ses documents commerciaux ?

## Exercice n° 15 – Couches OSI

Expliquez quelles couches OSI s’acquittent des fonctions suivantes :

1. Assembler le flot de bits transmis en trames.
2. Déterminer la route à emprunter sur le réseau.

## Exercice n° 16 – Trames et paquets

Si l’unité échangée au niveau liaison de données est la trame et celle échangée au niveau réseau est le paquet, est-ce que ce sont les trames qui encapsulent les paquets ou bien l’inverse ? Expliquez votre réponse.

---

<sup>1</sup>Ceci n’est qu’un exemple, les implémentations de l’ADSL varient. Pour certaines les choses sont un peu plus compliquées que dans cet exercice, pour d’autres beaucoup plus.

# TD NE210

## Exercice n° 17

Quel est l'intérêt d'avoir choisi le modèle de service en mode datagramme "au mieux" pour IP ?

## Exercice n° 18

Chaque réseau est caractérisé par une MTU (*maximum transmission unit*) qui est la taille maximale des données qui peuvent être transportées dans une trame. Reprenons le réseau de la figure 20 du cours. Pour un réseau Ethernet la valeur du MTU est de 1500 octets, on supposera qu'elle est de 4500 octets pour le réseau 3 en anneau à jeton et de 532 octets pour le réseau 4 point à point.

1. Supposons que l'entité TCP de H1 émette un segment de 1400 octets à destination de H8. Comment ces données sont-elles acheminées sur chacun des réseaux traversés ? Précisez les adresses source et destination au niveau liaison et au niveau réseau.
2. Revoyez rapidement (cours) les valeurs des champs de l'en-tête IP concernant la fragmentation pour les paquets en question.
3. Soit un réseau 5 connecté par un routeur R4 au réseau 1. Ce réseau possède une MTU de 128 octets. Que se passe-t-il si H1 envoie le même segment TCP à H9, hôte du réseau 5 ?
4. Quel est l'inconvénient de la fragmentation ?
5. Pourquoi ne pas utiliser systématiquement de très petits paquets pour éviter d'avoir à fragmenter ?
6. Quelle valeur de MSS devrait normalement choisir l'entité TCP de H1 ? (à faire après chapitre 7)

## Exercice n° 19

La figure 24 du cours montre les 5 classes d'adresses IP. Quels sont les intervalles d'adresses correspondant à chaque classe ? Quel est le nombre possible de réseaux de classe A, B, C ? Quelle est la taille (en nombre de machines) maximale de tels réseaux ?

## Exercice n° 20

On considère l'internet de la figure 20 du cours. On a décidé d'allouer trois adresses avec un masque 255.255.255.0 (193.162.2, 193.162.3 et 193.162.4) aux réseaux 2, 3 et 4 et une avec un masque de 255.255.0.0 (135.12.0.0) au réseau 1. Proposez des adresses pour toutes les machines. Donnez le contenu des tables de relayage des routeurs R1, R2 et R3.

## Exercice n° 21

1. Si la machine H1 envoie un paquet IP destiné à l'adresse 135.12.10.1, que va-t-il se passer ?
2. Suite à une erreur commise par un technicien, la table de routage de R2 est telle que le prochain nœud pour le réseau 135.12.0.0/16 est R1. Que va-t-il se passer si H1 envoie des paquets à H8 ?
3. Une deuxième erreur fait que R1 pense que la direction du réseau 193.162.2.0/24 est R2. Qu'en pensez-vous ?
4. Proposez des tables de routage pour les machines H4, H5 et H6.
5. Reprenons la situation de l'exercice 18, que va-t-il se passer si H1 positionne le bit DF dans ses paquets IP ? Imaginez un mécanisme permettant de déterminer le MTU du chemin tout entier.