

# Introduction et Ethernet – Corrigé

<http://perso.ens-lyon.fr/annececile.orgerie/teaching2010.html>

## 1 Questions sur l'article *Ethernet : Distributed Packet Switching for Local Computer Networks*

- ✗ **Question 1.1.** *Qu'est-ce qu'un "Ether" ? Citer des exemples.*
- ✗ **Question 1.2.** *Expliquer la différence entre "broadcast packet switching" et "store-and-forward packet switching".*
- ✗ **Question 1.3.** *Comment sont détectées et gérées les interférences ?*
- ✗ **Question 1.4.** *Quelle est la contrainte forte de topologie imposée par Ethernet ?*
- ✗ **Question 1.5.** *Comment assurer l'équité de l'accès au canal de communication ?*
- ✗ **Question 1.6.** *De quelle couche réseau Ethernet est-il un protocole ? Quels sont les champs d'une trame Ethernet ? Quelles sont les limites que ce format induit sur la taille d'un réseau Ethernet ? Est-ce un problème ?*
- ✗ **Question 1.7.** *La réception d'une trame est-elle garantie ? Est-elle garantie sans erreur ? Est-ce un problème ?*
- ✗ **Question 1.8.** *Quelle technique est utilisée pour limiter les collisions ?*

## 2 Généralités

✗ **Question 2.1.** *Imaginez que vous avez dressé votre chien Odie pour qu'il puisse transporter une boîte contenant 3 clés usb. Chaque clé contient 7 Go de données. Odie peut vous rejoindre où que vous soyez à une vitesse de 18km/h. Pour quelles distances Odie possède-t-il un débit plus élevé qu'une ligne de transmission à 150 Mbit/s (surcharge de service exclu) ?*

**Correction** Odie peut transporter 21 Go, soit 168 gigabits. Une vitesse de 18 km/h correspond à 0,005 km/s. Pour parcourir  $x$  kilomètres, il faut  $x/0,005$ , soit  $200x$  secondes. Cela conduit à un débit de  $168/200x$  Gbit/s, soit encore  $840/x$  Mbits/s. Si  $x$  est inférieur à 5,6 km, Odie a un débit de transmission plus élevé que la liaison à 150 Mbit/s. □

✗ **Question 2.2.** *Définissez les termes bande passante et latence. Donnez deux exemples de réseaux, un ayant une bande passante et une latence élevées et un autre ayant une bande passante et une latence faibles.*

**Correction** **Bande passante** du réseau : nombre de bits qu'il peut transporter par seconde. La bande passante (angl. bandwidth) est un intervalle de fréquences pour lesquelles la réponse d'un appareil est supérieure à un minimum. Elle est généralement confondue avec la largeur de bande passante qui mesure cet intervalle. Dans le domaine de l'informatique, la bande passante indique — par abus de langage — un débit d'informations. Le terme exact est le débit binaire. La bande passante d'un câble mesurant le nombre maximal d'oscillations par seconde qu'un signal peut y prendre sans être trop atténué, si le signal est celui d'une liaison informatique comme une liaison série, le nombre d'oscillations va refléter le nombre d'informations que l'on peut transférer durant une seconde. (exemples : voix : [50Hz - 3KHz], sons audible : [20Hz - 20KHz])

**Latence** : nombre de secondes que met le premier bit pour aller du client au serveur. Cela désigne le temps nécessaire à un paquet de données pour passer de la source à la destination à travers un réseau. (lag) □

✗ **Question 2.3.** *Outre la bande passante et la latence, quelle est l'autre caractéristique nécessaire à la définition de la qualité de service offerte par un réseau servant au transport de la voix numérisée ?*

**Correction** La voix exige un délai de remise uniforme : la **gigue** (*jitter*) induite par le réseau est donc une caractéristique importante. On peut l'exprimer comme l'écart type du délai de remise. En fait, il vaut mieux avoir un délai assez long avec une variabilité du délai faible, qu'un délai assez court avec une forte variabilité. C'est la variation du délai. Cette constante permet de préserver la synchronisation entre émetteur et récepteur.  $\square$

**✕ Question 2.4.** *Un groupe de  $2^n - 1$  routeurs sont interconnectés par une arborescence binaire centralisée comportant un routeur par nœud. Le routeur  $i$  communique avec le routeur  $j$  en envoyant un message à la racine qui le transmet à ce dernier. Déduisez une expression approximative du nombre moyen de bonds par message pour une valeur  $n$  élevée, en partant du principe que toutes les paires de routeurs sont semblables.*

**Correction** Le chemin moyen routeur-routeur est deux fois plus long que le chemin moyen routeur-racine. Numérotions les niveaux de l'arbre de 1 (la racine) à  $n$  (le niveau le plus profond). Le niveau  $n$  contient la moitié des routeurs (propriété des arbres binaires). Pour y aller depuis la racine, il faut  $n - 1$  bonds. Le niveau  $n - 1$  contient le quart des routeurs. Pour y aller depuis la racine, il faut  $n - 2$  bonds. On voit que la longueur moyenne du chemin, en nombre de bonds,  $l$ , est donnée par :

$$\begin{aligned} l &= \frac{1}{2} \times (n - 1) + \frac{1}{4} \times (n - 2) + \dots \\ &= \sum_{i=1}^{\infty} n \left(\frac{1}{2}\right)^i - \sum_{i=1}^{\infty} i \left(\frac{1}{2}\right)^i \end{aligned}$$

D'où,  $l = n - 2$ . La longueur moyenne du chemin routeur-routeur est donc  $2n - 4$ .  $\square$

**✕ Question 2.5.** *Quelle est la principale différence entre une communication sans connexion et une communication avec connexion ?*

**Correction** La communication avec connexion comprend trois phases. Dans la phase d'établissement, on formule une demande de mise en place de connexion. Ce n'est qu'après le succès de cette phase que l'on peut démarrer le transfert de données. Puis, la phase de libération entre en jeu. Avec la communication sans connexion, nul besoin de ces trois phases. On se contente d'envoyer les données.  $\square$

**✕ Question 2.6.** *Quel est le sens du terme "négociation" lorsqu'il est question de protocoles de réseau ? Donnez un exemple. Quels paramètres peuvent être négociés ?*

**Correction** La négociation est liée à l'accord que doivent trouver les deux parties échangeant des données, pour régler certains paramètres ou donner une valeur à des variables utilisées dans la communication. Citons la taille maximum de paquet par exemple.

Au cours de l'établissement de la connexion, la taille de la fenêtre, la taille maximale des paquets, le débit et la valeur des temporisations peuvent par exemple faire l'objet d'une négociation.  $\square$

### 3 Le modèle OSI

**✕ Question 3.1.** *Donnez deux raisons pour lesquelles on utilise des protocoles en couches.*

**Correction** Parmi les raisons les plus importantes, on peut citer le fait que cela permet de transformer un problème complexe en un ensemble de problèmes plus concis, donc plus faciles à résoudre. De plus, une architecture en couches permet de changer un protocole sans modifier ceux des couches supérieures ou inférieures.  $\square$

**✕ Question 3.2.** *Donnez le nom des couches du modèle OSI et définissez brièvement leurs fonctions.*

**Correction**

1. la couche **physique** fournit les moyens mécaniques, électriques, fonctionnels et procéduraux nécessaires à l'activation, au maintien et à la désactivation des connexions physiques destinées à la transmission des éléments binaires entre entités de liaison. Cette couche décrit le support physique employé pour transmettre l'information (fibre optique, câble réseau conventionnel, ondes pour les réseaux sans fils, etc. ) ainsi que la topologie du réseau en lui-même c'est à dire comment les machines sont reliées les unes aux autres. (ADSL, câble coaxial, fibre optique)
2. la couche **liaison de données** (niveau trame) fournit les fonctions nécessaires pour transporter les trames d'un nœud de transfert vers un autre nœud de transfert. Dans cette couche, le problème à résoudre est celui de la communication entre plusieurs machines reliées par le même support physique. Ainsi, il faut pouvoir identifier deux machines situées sur le même réseau physique. De même, il faut assurer la transmission des informations sans erreur d'une machine à l'autre. (CRC) (PPP : point à point, Link Control Protocol, Ethernet, 802.11 Wifi, Token ring)
3. la sous-couche **MAC** (Medium Access Control, partie inférieure de la couche liaison de données, contrôle d'accès au canal, réseaux à diffusion) est chargée de la gestion des accès à un canal partagé. (ALOHA)
4. la couche **réseau** (niveau paquet) a pour rôle de transporter les paquets d'un utilisateur, elle permet d'acheminer correctement les paquets d'information jusqu'au récepteur connecté au réseau en transitant par des nœuds de transfert intermédiaires. Cette couche s'intéresse à l'interconnexion de plusieurs réseaux physiques. Ainsi, les problèmes à résoudre sont l'acheminement d'un paquet d'un point du réseau à un autre (ce que l'on appelle le routage), sachant que l'arrivée et le départ ne sont pas sur le même support physique, l'interconnexion de supports physiques et de réseaux hétérogènes ainsi que le contrôle et la régulation du trafic sur le réseau. A ce niveau apparaissent des protocoles de communication réseau tels que le protocole IP (pour Internet Protocol) utilisé par Internet. (IP, BGP, OSPF, RIP, ICMP, ARP, IPv6)
5. la couche **transport** (niveau message) assure le transport des messages d'un client émetteur vers un client destination. C'est un transport dit de bout en bout, qui peut traverser plusieurs réseaux sous-jacents. Les problèmes abordés dans cette couche concerne le découpage d'un message en paquets, la restitution de ce dernier à partir des paquets. Cette couche doit aussi permettre de s'assurer de la bonne réception du message. Les protocoles couramment utilisés dans cette couche sont les protocoles TCP et UDP. (TCP, UDP)
6. la couche **session** fournit les moyens nécessaires à l'organisation et à la synchronisation du dialogue entre les clients de communication. C'est la première couche non impliquée dans la communication proprement dite. Lorsque deux utilisateurs sont mis en relation, ces derniers effectuent des transactions dans le cadre d'une session. Le problème à résoudre est donc l'établissement d'une session. Il faudra également déterminer les mécanismes de synchronisation à employer. (TLS, SSL)
7. la couche **présentation** se charge de la syntaxe des informations que les entités d'application se communiquent. Elle met en forme les données pour les rendre compréhensibles par le destinataire. La problématique est celle de la présentation de l'information qui transite sur le réseau. Doit-on compresser ou même crypter les données ? Sous quelle forme doit elle circuler ? Doit on coder l'information ?
8. la couche **application** fournit aux processus d'application le moyen de s'échanger des informations par le biais du réseau sous-jacent. Cette couche s'intéresse aux protocoles à associer aux applications qui nécessitent un support réseau pour échanger des informations. C'est le cas des protocoles pour les échanges d'e-mail, la navigation de pages en pages internet, etc. (DNS, HTTP, SMTP, FTP, HTTPS, SSH, IRC, SIP, SNMP)

□

✘ **Question 3.3.** *Quelles couches OSI s'acquittent des fonctions suivantes :*

- a. décomposer le flot de bits transmis en trames
- b. déterminer la route à emprunter sur le sous-réseau
- c. contrôler les erreurs
- d. contrôler le flux pour éviter la congestion
- e. fragmenter puis réassembler un message
- f. s'assurer de la présence du client distant
- g. coder une application type vidéo (langage MPEG-2 par exemple)
- h. fixer la taille de la fenêtre d'émission.

**Correction**

- a. la couche liaison de données
- b. la couche réseau
- c. la couche liaison de données
- d. la couche réseau
- e. la couche transport
- f. la couche session
- g. la couche présentation
- h. la couche liaison de données.

□

**✗ Question 3.4.** 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 ?

**Correction** Les trames encapsulent les paquets. Lorsqu'un paquet arrive dans la couche liaison de données, tous ses éléments (en-tête et corps) sont destinés à faire partie du champ de données de la trame. En quelque sorte, le paquet tout entier est mis dans une enveloppe (la trame). □

**✗ Question 3.5.** Un système dispose d'une hiérarchie de  $n$  protocoles. Les applications génèrent des messages de  $M$  octets et chaque couche ajoute un en-tête de  $h$  octets. Quelle est la portion de bande passante occupée par ces en-têtes ?

**Correction** Avec  $n$  couches et  $h$  octets ajoutés par couche, le nombre total d'octets ajoutés par les couches en en-tête est de  $nh$ . La taille totale du message est alors de  $M + nh$ , et la portion de bande passante occupée par ces en-têtes est de  $hn/(M + hn)$ . □