

Examen de rattrapage LI338 « Introduction aux réseaux »

Mercredi 14 janvier 2009 – Durée : 2 heures

Autorisés : 1 feuille au format A4 manuscrite + Calculatrice

Voici 5 feuilles (dont une feuille d'annexe) contenant les énoncés et les zones de réponse à compléter (sans déborder). A la fin de l'épreuve, vous devez nous rendre le tout dans une copie double d'examen vierge.

Afin de garantir l'anonymat, **vous ne devez écrire vos nom, prénom, N° de carte d'étudiant que sur la copie double** et dans le cadre réservé à cet usage.

Des autocollants avec un même numéro aléatoire vous seront distribués pendant l'épreuve : vous en collerez **un sur la copie double** et **un sur chaque feuille du sujet**.

Exercice 1 : Couche physique (5 points)

A l'aide d'une connexion WiFi, un point d'accès transmet à un utilisateur A de la vidéo ayant les caractéristiques suivantes : une image est constituée d'une matrice de 1024 x 768 pixels, chaque pixel pouvant prendre une valeur parmi 64 possibles. La vidéo est transmise à raison de 23 images par seconde.

1. Calculer le débit de transmission du point d'accès (en bits par seconde).

2. Avec la technologie WiFi, la largeur de la bande est de 10 MHz, située entre 5000 MHz et 5010 MHz, et les interférences imposent un rapport signal-à-bruit de 31 dB. Ce canal pourra-t-il transporter la diffusion vidéo ? Justifier.

Grâce à de nouvelles technologies sans fil, il est possible de cumuler les débits sur plusieurs bandes de fréquences. En effet, dans notre cas nous allons pouvoir transmettre une partie du débit sur la bande WiFi [5000, 5010] MHz, et le reste sera placé sur un autre canal.

3. Si dans notre cas, le canal WiFi peut transporter un débit maximal de 68,5 Mbits/s, que doit satisfaire la largeur de la bande passante du canal complémentaire si le codage possède une valence de 64 ?

En réalité, un canal de bande passante [5010, 5014] MHz est disponible, cependant ce canal subi des interférences qui rendent son rapport signal-à-bruit égal à 20 dB.

4. Ce canal pourra-t-il transporter le débit restant ? Justifier.

5. Critiquer les bandes de fréquences choisies. Quels sont les paramètres qui affectent les performances du canal sans-fil ?

6. Les calculs effectués dans cet exercice restent-ils valables si A a également de la vidéo à envoyer vers le point d'accès ?

Exercice 2 : LAN (5 points)

On souhaite construire un réseau local avec N machines utilisateurs dont la topologie logique est un anneau et la topologie physique est une étoile. Les machines sont toutes à une distance L de la machine centrale, la vitesse de propagation d'un signal est V et le débit de toutes les machines est D . Les trames sont de taille T avec un en-tête de taille E (inclus dans T). La traversée de la machine centrale est toujours instantanée (simple répéteur). La taille du jeton est négligeable.

Pour les applications numériques, on prendra : $N = 100$, $D = 5 \text{ Mb/s}$, $L = 100 \text{ m}$, $V = 2 \cdot 10^8 \text{ m/s}$, $T = 1000 \text{ bits}$, $E = 50 \text{ bits}$.

1. Représenter graphiquement la topologie physique et indiquer le chemin suivi par un paquet sur cette topologie.

2. Calculer le temps de transmission et le temps de propagation d'une trame d'une machine à la suivante sur l'anneau.

3. Dans chacun des cas suivant, calculer le temps total séparant la réception du jeton (par une machine ayant une trame à transmettre sur l'anneau) de sa libération (par la même machine). En déduire l'efficacité de chaque technique.

- a. On suppose que toutes les machines utilisateurs doivent avoir reçu une trame complète avant de pouvoir la retransmettre. La station émettrice doit attendre le retour complet de sa propre trame pour réinjecter le jeton sur l'anneau.

- b. Dès réception de l'en-tête complet une machine peut commencer à retransmettre la trame ou libérer le jeton.

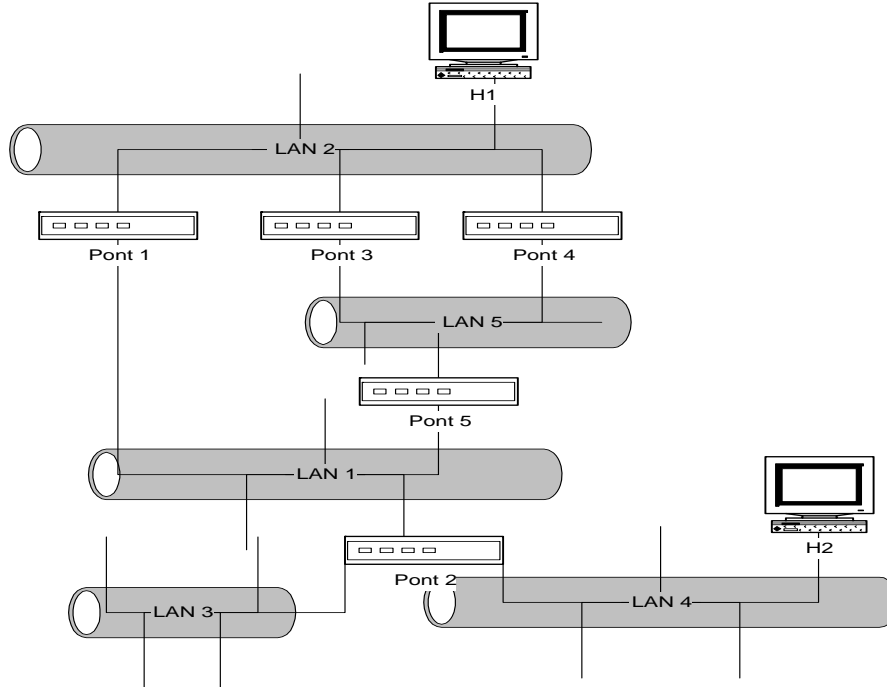
- c. La machine destinataire doit lire toute la trame avant de la retransmettre vers l'émetteur mais toutes les autres peuvent retransmettre la trame ou libérer le jeton dès réception de l'en-tête.

4. On considère le scénario suivant : à $T = 0$, les machines 1, 2 et 100 veulent transmettre une trame et la machine 1 possède le jeton. Décrire tous les événements (significatifs pour les machines 1, 2 et 100) jusqu'à la libération du jeton par 100 en indiquant les instants correspondants. On considère le fonctionnement de la question 3.c.

5. On souhaite avoir une efficacité maximale. Quel fonctionnement choisir (parmi 3.a, 3.b et 3.c) et quel(s) paramètre(s) modifier (parmi N, D, L, V, T et E) ? Justifier.

Exercice 3 : Commutation et Routage (5 points)

Soit un réseau d'entreprise composé de plusieurs réseaux locaux relié par des ponts. La topologie du système est donnée par la figure suivante.



1. Un réseau ainsi constitué fonctionne-t-il ? Expliquer pourquoi.

2. Le protocole « Spanning Tree » (SPT) est utilisé dans les Ponts afin d'éviter les boucles qui apparaissent lorsque la topologie est un graphe connexe. Ce protocole permet de remplacer une topologie de graphe connexe par un arbre couvrant permettant de sélectionner un chemin unique entre chaque station du réseau (le résultat est donc un arbre reliant tous les ponts à partir d'un pont « Racine »). Donner une représentation possible du réseau logique utilisé dans ce cas si le Pont Racine est le Pont 1.

3. Un autre protocole appelé « Source Routing » (SR) est maintenant utilisé à la place du SPT. Les LANs sont de type Ethernet. Ce protocole revient à identifier tous les chemins de la source vers une destination. Faut-il modifier la trame Ethernet pour que ce protocole fonctionne ?

4. Donner les chemins possibles en SR de H1 vers H2. Quel chemin serait choisi ?

5. Quel est, selon vous, le principal avantage et le principal inconvénient de ces deux algorithmes ?

Exercice 4 : IP (5 points)

On dispose de deux réseaux A et B, reliés entre eux par une passerelle (gateway). Le réseau A est également relié à Internet par une passerelle.

Réseau A : metaux-net adresse IP 192.3.2.0

- Masque de sous-réseau : 255.255.255.0
- Ordinateur 1 : platine adresse IP 192.3.2.2 interface eth0
- Ordinateur 2 : uranium adresse IP 192.3.2.3 interface eth0
- Serveur : mercure adresse IP 192.3.2.4 interface eth0

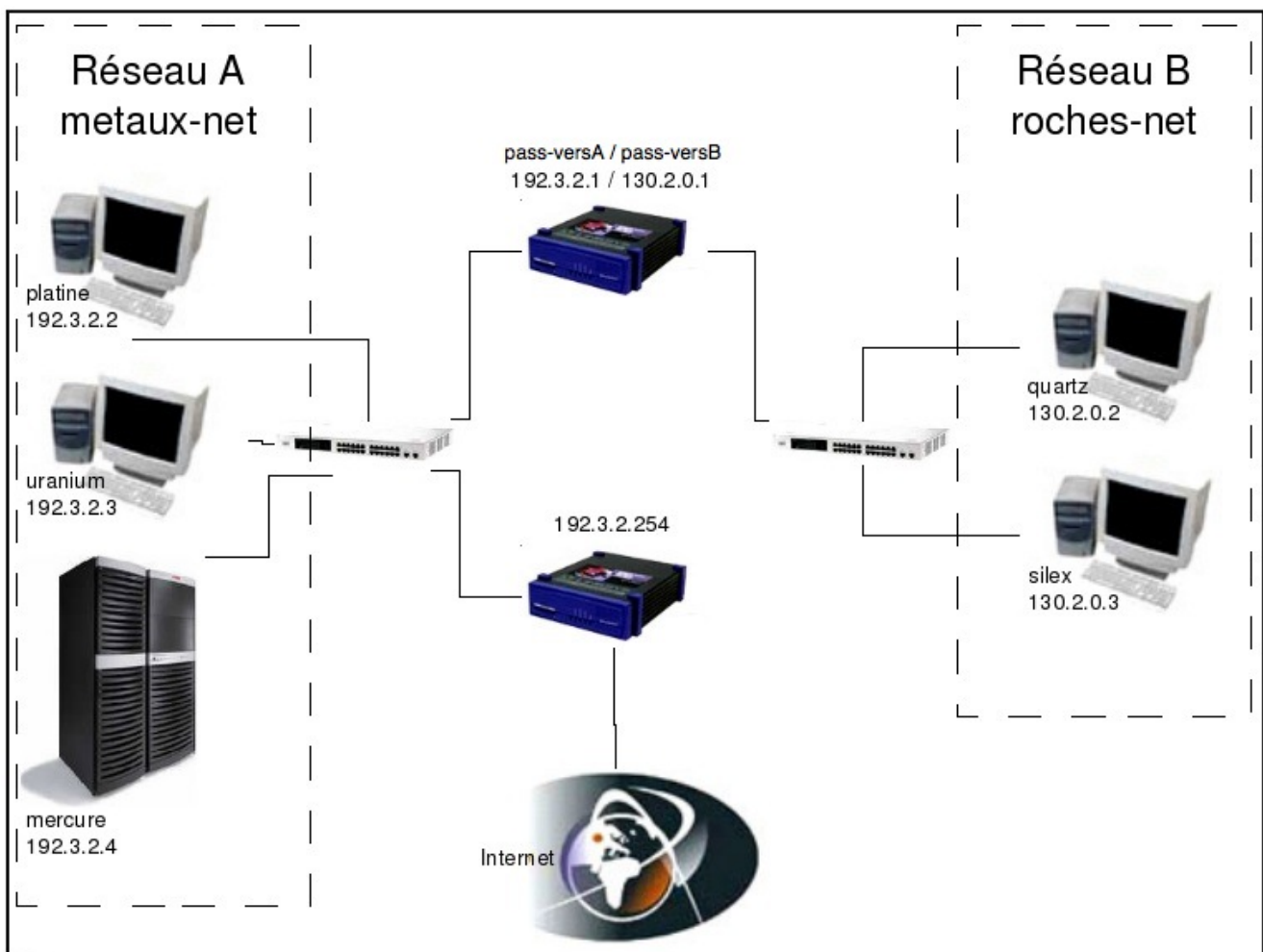
Réseau B : roches-net adresse IP 130.2.0.0

- Masque de sous-réseau : 255.255.254.0
- Ordinateur 1 : quartz adresse IP 130.2.0.2 interface eth0
- Ordinateur 2 : silex adresse IP 130.2.0.3 interface eth0

La passerelle entre le réseau A et le réseau B a deux interfaces :

- eth0 : pass-versA adresse IP 192.3.2.1
- eth1 : pass-versB adresse IP 130.2.0.1

Les noms des différentes machines seront utilisés à la place des adresses mac (Ethernet).



1. A quelles classes appartiennent les réseaux A et B ? Ces deux réseaux ont-ils été subdivisés ? Justifier les réponses.

2. Combien de machines supplémentaires peuvent être ajoutées au réseau A ? Même question pour le réseau B.

3. Donner les adresses de diffusion locale (broadcast) sur les deux réseaux A et B.

4. Donner les tables de routage (minimum) d'une machine du réseau A, d'une machine du réseau B et de la passerelle entre le réseau A et le réseau B.

Table de routage d'une machine du réseau A			
Destination	Masque	Passerelle	Interface

Table de routage d'une machine du réseau B			
Destination	Masque	Passerelle	Interface

Table de routage de la passerelle entre le réseau A et le réseau B			
Destination	Masque	Passerelle	Interface

5. La machine quartz souhaite ouvrir une connexion http avec le serveur mercure. Donner les champs manquants des quatre trames transportant le segment SYN (pour les deux premières) et le segment SYN/ACK (pour les deux autres).

Trame transportant le segment SYN de quartz vers la passerelle								
En-tête trame Ethernet		En-tête IP			En-tête TCP			
@mac dest.	@mac source	TTL	@IP source	@IP dest.	port source	port dest.	Seq. Num	Ack. Num
		255			2000	80	777	

Trame transportant le segment SYN de la passerelle vers mercure								
En-tête trame Ethernet		En-tête IP			En-tête TCP			
@mac dest.	@mac source	TTL	@IP source	@IP dest.	port source	port dest.	Seq. Num	Ack. Num

Trame transportant le segment SYN/ACK de mercure vers la passerelle								
En-tête trame Ethernet		En-tête IP			En-tête TCP			
@mac dest.	@mac source	TTL	@IP source	@IP dest.	port source	port dest.	Seq. Num	Ack. Num
		64					9876	

Trame transportant le segment SYN/ACK de la passerelle vers quartz								
En-tête trame Ethernet		En-tête IP			En-tête TCP			
@mac dest.	@mac source	TTL	@IP source	@IP dest.	port source	port dest.	Seq. Num	Ack. Num

Annexe

Structure d'une trame Ethernet

```
.....+--48bits--+48bits--+16b+-- - - - +.....
.(Pré.) | adresse | adresse | type | données | (CRC) .
.        | dest.   | source  |      |         |      .
.....+-----+-----+-----+-----+-----+.....
```

Quelques types : 0x0200 = XEROX PUP
0x0800 = DoD Internet
0x0806 = ARP
0x8035 = RARP

Structure d'un paquet IP

```
<-----32bits----->
<4b->      <---8bits---> <-----16bits----->
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
| Ver | IHL | TOS | Longueur totale (octet) |
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
| Identificateur | Fl | FO |
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
| TTL | Protocole | Somme de ctrl (entête) |
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
| Adresse Source |
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
| Adresse Destination |
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
... Options ...
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
... Données ...
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
```

Ver = Version d'IP
IHL = Longueur de l'entête IP (en mots de 32 bits)
TOS = Type de service (zero généralement)
Fl (3 premiers bits) = Bits pour la fragmentation
* 1er = Reservé
* 2me = Ne pas fragmenter
* 3me = Fragment suivant existe
FO (13 bits suivants) = Position relative du fragment dans le datagramme initial, le déplacement étant exprimé en mots de 8 octets (seuls un datagramme complet ou un premier fragment peuvent avoir ce champ à 0)
TTL = Durée de vie restante

Quelques protocoles transportés :

1 = ICMP
2 = IGMP
4 = IP (encapsulation)
5 = Stream
6 = TCP
8 = EGP
11 = GLOUP
17 = UDP
36 = XTP
46 = RSVP

Structure d'un segment TCP

```
<-----32bits----->
<4b->      <---6bits---> <-----16bits----->
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
| Port Source | Port Destination |
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
| Numéro de Séquence |
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
| Numéro d'Acquittement |
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
| THL | Flag | Taille Fenêtre |
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
| Somme de ctrl (msg) | Pointeur d'Urgence |
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
... Options ...
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
... Données ...
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
```

THL = Longueur de l'entête TCP sur 4 bits (*32bits)

Flags = indicateur codé sur 6 bits gauche à droite

- * 1er = Données urgentes
- * 2me = Acquittement (ACK)
- * 3me = Données immédiates (Push)
- * 4me = Réinitialisation (Reset)
- * 5me = Synchronisation (SYN)
- * 6me = Fin

Options = suite d'options codées sur

- * 1 octet à 00 = Fin des options
- * 1 octet à 01 = NOP (pas d'opération)
- * plusieurs octets de type TLV
 - T = un octet de type:
 - 2 Négociation de la taille max. du segment
 - 3 Adaptation de la taille de la fenêtre
 - 4 Autorisation des acquittements sélectifs
 - 8 Estampilles temporelles
 - L = un octet pour la taille totale de l'option
 - V = valeur de l'option (sur L-2 octets)

Services associés aux ports

ftp-data	20/tcp		
ftp	21/tcp		
ssh	22/tcp	ssh	22/udp
telnet	23/tcp		
smtp	25/tcp		
domain	53/tcp	domain	53/udp
tftp	69/udp		
finger	79/tcp		
www	80/tcp	www	80/udp
kerberos	88/tcp	kerberos	88/udp
pop-3	110/tcp	pop-3	110/udp
bgp	179/tcp		
		snmp	161/udp
		snmp-trap	162/udp
rttracerroute	3765/tcp		