

**Examen Session 2 - LI310 « Réseaux »**  
Mardi 26 janvier 2010 – Durée : 2 heures  
Autorisés : 1 feuille format A4 manuscrite + Calculatrice

Voici 5 feuilles 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 : Signal (4 points)**

Un signal porteur d'information de fréquences strictement inférieures à 15 kHz est numérisé. Chaque échantillon produit est ensuite codé sur 16 bits. Le message numérique ainsi produit est ensuite transmis en bande de base.

1. Quelle fréquence d'échantillonnage  $f_e$  faut-il utiliser si l'on veut minimiser le débit binaire du message numérique produit à l'issue de l'opération de numérisation ? Justifiez.

2. Quelle capacité  $C$  le canal de transmission devra-t-il posséder au minimum pour permettre la transmission de ce message numérique ?

3. On utilise pour la transmission un câble de bande passante  $[0, B]$  avec  $B$  égal à 200 kHz. Le rapport signal-à-bruit  $S/N$  mesuré à la réception est de 18 dB. La transmission est-elle théoriquement possible ? Justifiez.

4. Peut-on utiliser un code NRZ binaire pour réaliser la transmission ? Pourquoi ?

5. Peut-on utiliser un code NRZ-8 pour réaliser la transmission ? Pourquoi ?

6. La transmission à l'aide d'un signal NRZ-8 est-elle optimale ? Pourquoi ? Si ce n'est pas le cas, proposer la modulation NRZ  $M$ -aire la plus adéquate. A quel débit binaire la liaison va-t-elle fonctionner ?

**Exercice 2 : Réseau locaux (4 points)**

1. Soit un réseau Ethernet à 1 Gigabit par seconde, exploité en mode partagé. Quelle est la longueur maximum théorique d'un tel réseau (exprimée en mètres) dont la contrainte est calculée en raison de l'utilisation du CSMA/CD ? (Nota : une trame Ethernet possède une taille  $> 64$  octets, la vitesse de propagation dans le support est de  $5\mu\text{s}/\text{km}$ ).

2. Pour des raisons de fiabilité, plusieurs segments d'un réseau local Ethernet sont reliés par des commutateurs afin de constituer un réseau maillé. De fait, il existe plusieurs chemins d'un point vers un autre du réseau. Quel protocole faut-il embarquer dans les commutateurs pour que cette solution soit opératoire ? 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 ?

3. Le réseau local de l'entreprise est maintenant commuté. Existe-t-il encore des collisions ? Quel est le paramètre qui limite la couverture géographique du réseau ? Le réseau ainsi constitué est-il plus performant que le même réseau reposant sur des Hubs ?

4. Un commutateur doit pouvoir travailler à des vitesses très élevées. Quel est le paramètre le plus critique en termes de traitement d'une trame (de sa réception à sa transmission) ? Que pensez-vous de la vitesse de traitement d'un routeur (pourquoi ce même paramètre entraîne-t-il des contraintes de traitement plus fortes ?) ?

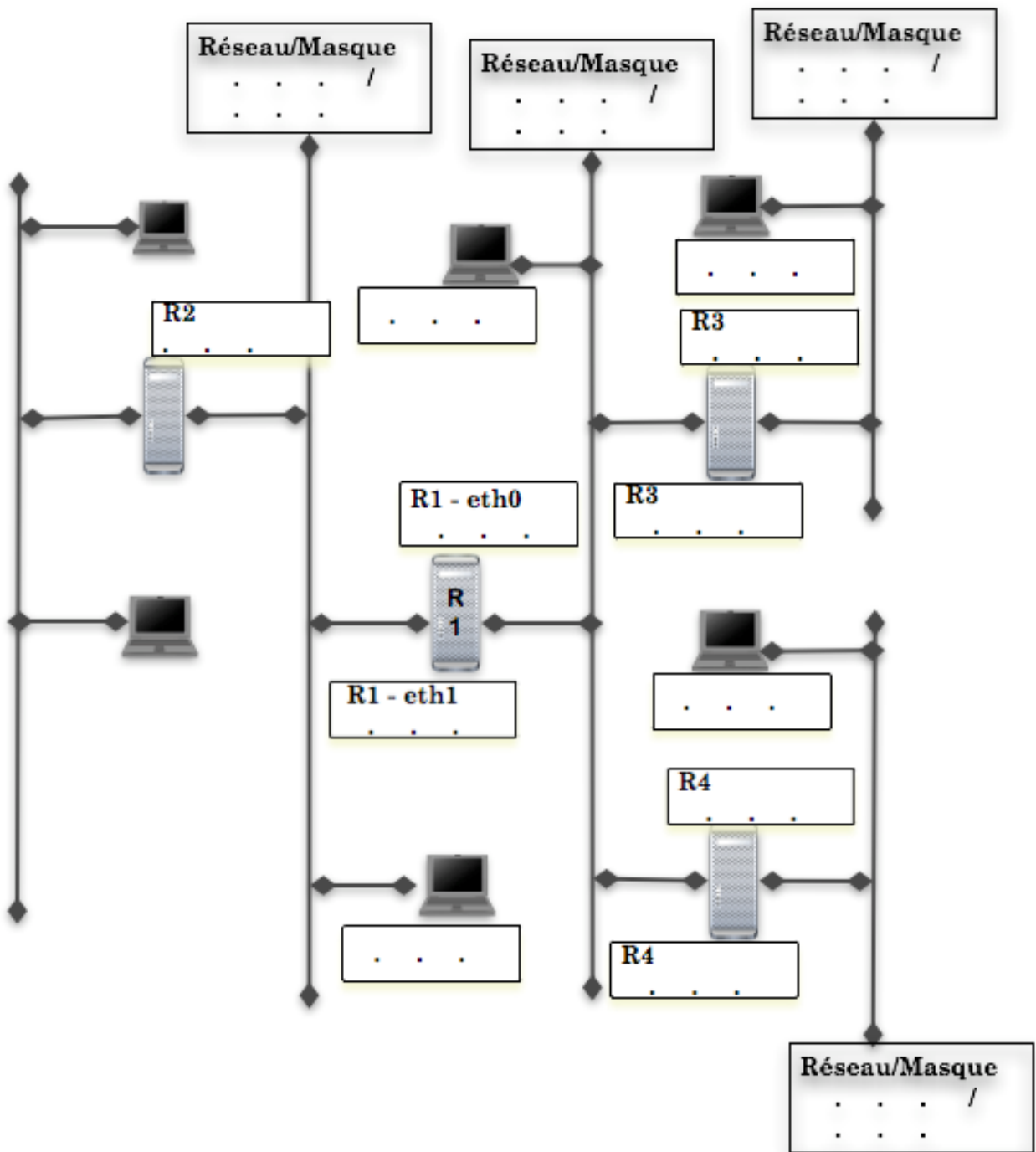
5. Nous souhaitons transporter de la voix sur un réseau Ethernet. Comment peut-on protéger les trames de voix par rapport aux trames de données en cas de congestion ? Donner succinctement une idée de la solution.

### Exercice 3 : Routage (4 points)

Un routeur R1 possède les entrées suivantes dans sa table de routage. On considèrera que la valeur de la métrique dans la table de routage indique le nombre de routeur(s) à traverser pour atteindre les sous-réseaux cités.

adresse	masque	prochain saut	interface	métrique
135.46.56.0	255.255.252.0	*	eth0	0
135.46.60.0	255.255.252.0	*	eth1	0
192.53.40.0	255.255.255.0	135.46.56.1	?	1
192.57.36.0	255.255.255.0	135.46.59.1	?	1
default	0.0.0.0	135.46.63.254	?	

1. Complétez les 3 interfaces manquantes dans la table de routage.
2. Pour chacune de ces adresses, que fera le routeur si un paquet avec cette adresse IP de destination lui parvient (routage direct OU indirect, adresse du prochain routeur quand nécessaire).
  - a) 135.46.63.10 \_\_\_\_\_
  - b) 135.46.57.14 \_\_\_\_\_
  - c) 135.46.52.2 \_\_\_\_\_
  - d) 192.53.40.7 \_\_\_\_\_
  - e) 192.53.57.7 \_\_\_\_\_
  - f) 192.57.36.3 \_\_\_\_\_
3. A l'aide de la table de routage qui vous est donnée et des adresses IP des machines données en question 2, complétez le schéma donné ci-après :
  - en ajoutant les adresses IP connues des routeurs et en indiquant quel routeur est celui par défaut,
  - en attribuant quand vous le pouvez une adresse IP aux interfaces réseau des routeurs qui n'en ont pas. Vous prendrez la convention suivante : la plus petite adresse IP possible sur l'interface de gauche et la plus grande possible pour celle de droite.
  - en ajoutant les adresses des réseaux locaux et leur masque (tel que vu par R1)
  - en attribuant aux stations du schéma une adresse IP correspondant aux adresses de la question 2. Attention on ne peut pas forcément attribuer une adresse à toutes les stations du schéma.



4. Se peut-il qu'un routeur détruise un datagramme IP lui arrivant ? Justifiez succinctement.

**Exercice 4 : TCP** (4 points)

Dans cet exercice, nous considérons l'établissement de connexion et l'estimation du RTT du protocole TCP.

1. Pourquoi l'établissement de la connexion TCP se fait par un échange de trois messages ? Montrez qu'un établissement de connexion à deux messages n'est pas suffisant.

2. On considère un dimensionnement du temporisateur d'une connexion TCP. Si  $\alpha = 0,85$ , quelle est la valeur du RTT (Round Trip Time) estimé après cinq échantillons RTT avec les valeurs de 200 ms, 250 ms, 300 ms, 350 ms et 400 ms ?

3. Si  $\alpha = 0,15$ , recalculez cette valeur du RTT estimé. Expliquez l'impact de  $\alpha$  sur l'estimation du RTT.

4. Pourquoi TCP évite-t-il de mesurer le RTT des segments ayant fait l'objet d'une retransmission ?



### Exercice 5 : Codage/décodage (4 points)

Lors d'un échange capturé sur un réseau local par un analyseur de protocoles, la trame Ethernet suivante (donnée en hexadécimal, sans préambule, ni CRC) a été observée :

00 1f f3 fb fe 80 00 1b 2f 48 71 08 08 00 45 00

00 3c 41 a1 40 00 2f 06 f8 53 d2 f5 7d e6 0a 21

b6 ca 00 50 f4 52 e3 08 c0 8d 3e cb f6 01 a0 12

16 a0 1d 0d 00 00 02 04 05 b4 04 02 08 0a 59 7e

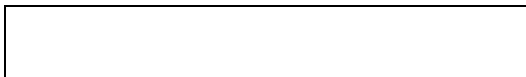
1a 88 2e b1 92 bd 01 03 03 07

1. Décodez la trame en délimitant ci-dessus soigneusement tous les champs protocolaires, en indiquant le nom de chaque champ et éventuellement sa valeur interprétée.
2. Faites un schéma avec les différentes machines impliquées, sur lequel vous ferez apparaître les adresses IP et Ethernet véhiculées par la trame, ainsi que le client et le serveur de la communication.

3. A quoi sert cette trame ainsi que son contenu ?

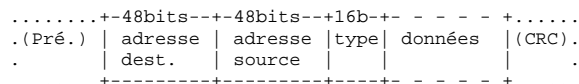
--

4. Cette trame vient en réponse d'une précédente trame. Donnez le codage (sans préambule, ni CRC) de cette trame précédente. Vous utiliserez le tableau suivant, à raison d'un octet en hexadécimal par case (Les champs pour lesquels les valeurs ne peuvent être connues seront mis à « XX »).

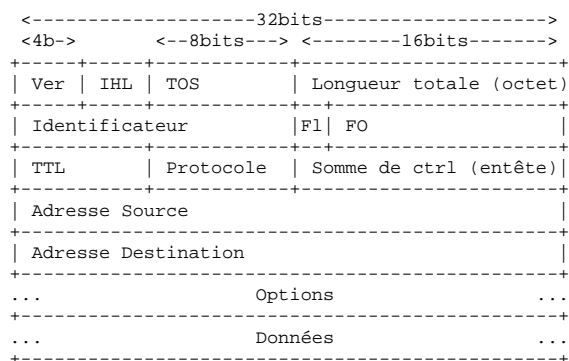
## Annexe

### Structure d'une trame Ethernet



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

### Structure d'un paquet IP

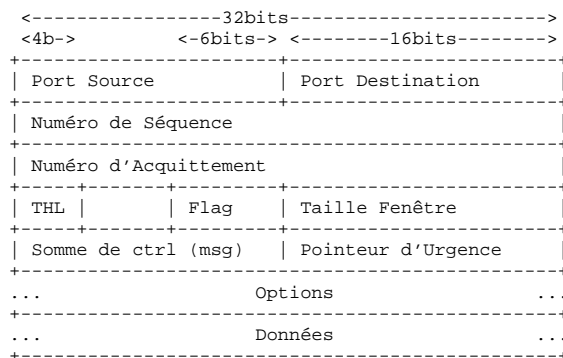


Ver = Version d'IP  
IHL = Longueur de l'entête IP (en mots de 32 bits)  
TOS = Type de service (zero généralement)  
Fl (3 premiers bits) = Bits pour la fragmentation  
\* 1er = Reservé  
\* 2me = Ne pas fragmenter  
\* 3me = Fragment suivant existe  
FO (13 bits suivants) = Position relative du fragment 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



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
rtracerroute	3765/tcp		

