

Nom  
Prénom  
Matr.

Polytechnique Montréal

## INF3405 Réseaux informatiques

Automne 2023

### Examen de mi-trimestre

**Date :** 18 octobre 2023

**Heure :** 19h00 à 21h00 (2 heures)

**Notes :**

- L'énoncé d'examen comporte 5 questions totalisant 20 points sur 8 pages.
- Rédigez directement sur l'énoncé d'examen dans les endroits désignés.
- L'utilisation de la calculatrice est permise.
- L'utilisation de tablettes, d'ordinateurs et de téléphones portables est interdite.

**Acronymes :**

- ACK *Acknowledgment*
- LAN *Local Area Network*
- IP *Internet Protocol*
- MAC *Medium Access Control*
- RTT *Round Trip Delay*

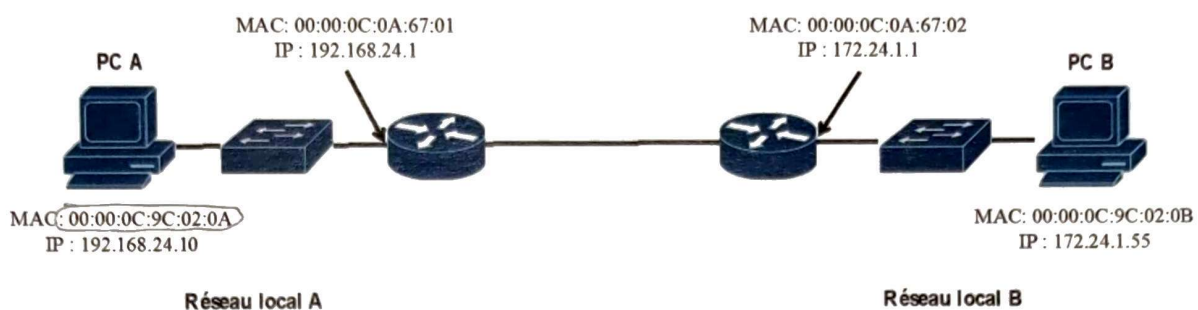
**Unités :**

- bps bits par seconde
- s seconde
- m mètre
- $\mu$   $10^{-6}$
- k  $10^3$
- M  $10^6$
- G  $10^9$

Question 1	4	/4
Question 2	3	/3
Question 3	2	/3
Question 4	4	/5
Question 5	3.5	/5
Total	16.5	/20

**Question 1** (4 points)

Considérons le réseau présenté à la figure 1 et que dans celui-ci, l'ordinateur « PC A » envoie des données à l'ordinateur « PC B ». Ces ordinateurs sont dans deux réseaux locaux (LAN) Ethernet (voir la figure 1).



**Figure 1** : Figure de la question 1

a) Dans les trames Ethernet envoyées par l'ordinateur « PC A » :

a.1) Quelle est l'adresse MAC de la source ? (1 point)

a.2) Quelle est l'adresse MAC de la destination ? (1 point)

b) Dans les paquets IP envoyés par l'ordinateur « PC A » :

b.1) Quelle est l'adresse IP de la source ? (1 point)

b.2) Quelle est l'adresse IP de la destination ? (1 point)

**Réponses**

00:00:0C:9C:02:0A

00:00:0C:0A:67:01

192.168.24.10

172.24.1.55

**Brouillon**

L'Adresse est inscrite pour combien de temps?  
1800 s?

3

## Question 2 (3 points)

Considérons le montage présenté à la figure 2 et que dans celui-ci, tous les ports du commutateur sont configurés en mode dynamique. Aussi, la table de commutation initiale du commutateur est présentée au tableau 1.

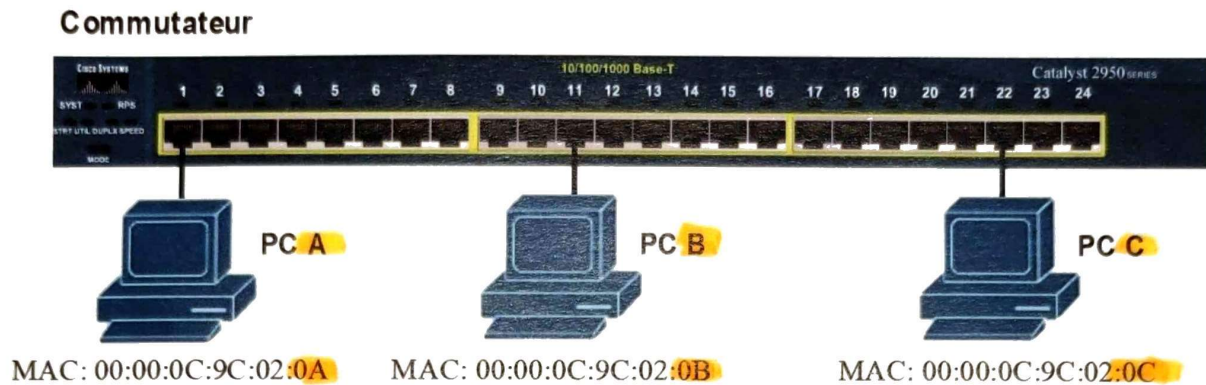


Figure 2 : Figure de la question 2

Tableau 1 : Table de commutation initiale du commutateur

Port	Adresse MAC	Type	Âge
22	00:00:0C:9C:02:0C	Dynamique	1200

Commutateur reçoit trame  
0A n'est pas inscrite  
Commutateur ajoute port  
11 → 0B  
0A pas dans la table  
Commutateur envoie par port 11

Si une trame dont l'adresse MAC de la destination est 00:00:0C:9C:02:0A et celle de la source est 00:00:0C:9C:02:0B est transmise au commutateur par l'ordinateur « PC B », indiquez si les énoncés suivants sont vrais (V) ou faux (F). (0,5 point par bonne réponse)

Énoncés	Réponses : vrai (V) ou faux (F)
a) Le commutateur va transmettre la trame sur tous ses ports utilisés dans le montage sauf sur le port 11.	V
b) Le commutateur va transmettre la trame uniquement sur le port 1.	F
c) Le commutateur va jeter la trame.	F
d) Le commutateur va ajouter l'adresse MAC de la destination (00:00:0C:9C:02:0A) avec le port associé (port 1) dans sa table de commutation.	F
e) Le commutateur va ajouter l'adresse MAC de la source (00:00:0C:9C:02:0B) avec le port associé (port 11) dans sa table de commutation.	V
f) L'ordinateur « PC A » ne va pas recevoir la trame.	F

**Question 3** (3 points)

Une entreprise décide d'utiliser l'adresse IP 172.30.0.0/16 pour son réseau.

Actuellement, l'entreprise a besoin de 12 sous-réseaux pour ses 12 départements et celui ayant le plus grand nombre de postes de travail (chacun constitué d'un ordinateur) en contient 260.

Dans le futur, le nombre de départements restera 12, mais il y aura une augmentation du nombre de postes de travail dans les départements.

**Réponses**

- a) Quel est le masque de sous-réseau pour satisfaire ces contraintes ?  
(1 point)

- b) Avec ce masque le sous-réseau en (a), quel est le nombre maximum de sous-réseaux ? (1 point)

- c) Avec le masque de sous-réseau en (a), quel est le nombre maximum de postes de travail par sous-réseau ? (1 point)

**Brouillon**

$$\begin{array}{cccc|cccc} 2^7 & 2^6 & 2^5 & 2^4 & 2^3 & 2^2 & 2^1 & 2^0 \\ 128 & 64 & 32 & 16 & 8 & 4 & 2 & 1 \end{array}$$

Soit l'IP: 172.30.0.0 / 16  $\rightarrow$  16 premiers bits significatifs = 1

en binaire : ~~1010 1100 . 0001 1110 . 0000 0000~~  
1010 1100 . 0001 1110 . 0000 0000 . 0000 0000

/16 : 1111 1111 . 1111 1111 . 0000 0000 . 0000 0000

Comparaison en ET: 1010 1100 . 0001 1110 . 0000 0000 . 0000 0000  
NetID = {172.30} HostID

On veut 12 sous-réseaux, on va donc emprunter 4 bits.

On pourra donc avoir 16 sous-réseaux

$$16 + 4 = 20$$

Nombre maximum de sous-réseaux 16 donc maximum  
de 14 hôtes par sous-réseaux



**Question 4** (5 points)

Considérons deux commutateurs, C1 et C2, distants de 500 km et que des trames sont échangées entre C1 et C2 sur un canal de communication duplex de 100 Mbps. Aussi, considérons les données suivantes.

- Chaque trame contient 1538 octets.
- La probabilité d'erreur d'un ou plusieurs bits dans une trame est de 0,01.
- La taille des messages utilisés pour les accusés de réception (ACK) est négligeable.

**Réponses**

- a) Quelle est l'efficacité normalisée si la technique de retransmission **Stop-and-Wait** (arrêter et attendre) est utilisée entre C1 et C2 ?  
(1 point)

2,38 %

- b) Si la technique de retransmission **Go-Back-N** (à N retransmissions) est utilisée entre C1 et C2 :

- b.1) Quelle est la **valeur minimale de la fenêtre** pour avoir une transmission continue ? (1 point)

42 trames

- b.2) Avec la valeur de la fenêtre évaluée en (b.1), quelle est l'efficacité normalisée ? (1 point)

70,39 %

- c) Quelle est l'efficacité normalisée maximale possible entre C1 et C2 ?  
(1 point)

99 %

- d) Quelle **technique de retransmission** permet d'atteindre l'efficacité normalisée évaluée en (c) ? (1 point)

Sliding Window

**Brouillon**

$$a) \text{Efficacité} = \frac{(1 - p_e)}{2a + 1}$$

$$a = \frac{\text{propagation}}{\text{transmission}}$$

$$\text{propa} = 500 \cdot 5 \mu s = 0,0025 \text{ s}$$

$$\text{transmi} = \frac{1538 \text{ octets} \cdot 8 \text{ bits/octet}}{100 \text{ Mbps}} = 0,000123040$$

$$a = \frac{0,0025}{0,000123040} = 20,3186$$

$$\text{Efficacité} = \frac{(1 - 0,01)}{2 \cdot 20,3186 + 1}$$

$$= 0,023777$$

$$= 2,38 \%$$

b.1)  $p_e > 0$   $p_p = 0$

$w_{\min} = ?$

$w \geq 2a+1$  } Transmission continue

Alors  $w$  doit être de minimum  $2a+1$

$2a+1 = 2 \cdot 20,3186 + 1 = \boxed{41,64} \approx 42 \text{ frames}$

b.2) Si  $w = 42$  Efficacité' = ?

$$\begin{aligned} \text{Efficacité}' &\approx \frac{1 - p_e}{2ap_e + 1} \\ &= \frac{1 - 0,01}{2 \cdot 20,3186 \cdot 0,01 + 1} \\ &= 70,39 \% \end{aligned}$$

d)

3 options

Stop-and-wait

Go-back-n

Sliding window

efficacité du sliding window

$$= \frac{w}{2a+1} = \frac{42}{2 \cdot 20,3 + 1} = 1$$

c) Efficacité' normalisée maximale possible entre C1 et C2.

**Question 5** (5 points)

Considérons le réseau de la figure 3 et que dans celui-ci, l'ordinateur « PC A » télécharge un fichier vidéo du « serveur » à Montréal. Aussi, considérons les informations suivantes.

- Tous les liens sont de technologie Gigabit Ethernet (1 Gbps).  $1000 \text{ Mbs}$
- Chaque trame de données contient 1538 octets.  $1538 \cdot 8$
- La longueur totale des liaisons entre les deux réseaux locaux est de 3500 km.
- Le délai combiné de traitement et d'attente est de  $50 \mu\text{s}$  à chaque commutateur et de  $150 \mu\text{s}$  à chaque routeur.

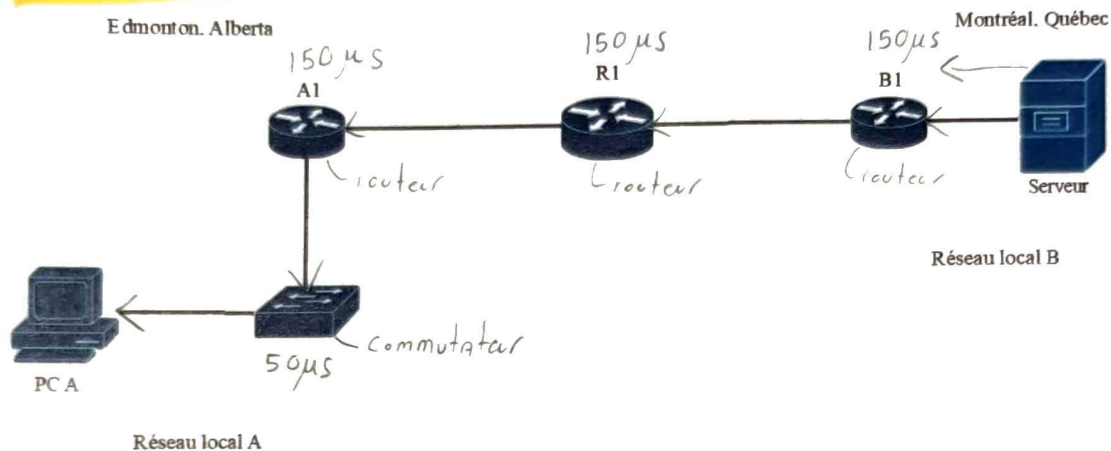


Figure 3 : Figure de la question 5

**Réponses**

- a) Estimer le délai de propagation entre les deux réseaux locaux ? (1 point)
- b) Calculer la somme des délais de transmission des trames de données du « serveur » à l'ordinateur « PC A » ? (1 point)
- c) Estimer le délai de bout en bout du « serveur » à l'ordinateur « PC A » ? (2 points)
- d) Estimer la valeur du délai « d'aller-retour » (RTT) ? (1 point)

0,0175 s

61,52  $\mu\text{s}$

561,52  $\mu\text{s}$

35 ms

**Brouillon**

<p>a) délai de propagation = ?</p> <p>= distance <math>\cdot 5 \mu\text{s}</math></p> <p>= 3500 km <math>\cdot 5 \mu\text{s}</math></p> <p>= 0,0175 s</p>	<p>b) <math>D_T = \frac{n \cdot \text{taille trame}}{\text{Capacité}}</math></p> <p><math>n = 5</math></p> <p><math>\text{taille} = 1538 \cdot 8</math></p> <p><math>\text{Capacité} = 1 \cdot 10^9 \text{ bps}</math></p> <p>= <math>5 \cdot \frac{1538 \cdot 8}{1 \cdot 10^9}</math></p> <p>= 0,000 061 520</p>
---	---

c) délai bout en bout = ?

$$\text{délai} = (3 \cdot 150 + 50 + 61,52) \cdot 10^{-6}$$

$$= 561,52 \mu\text{s}$$

$$= 0,00056152 \text{ s}$$



manque le  
délai de  
propagation

$$d) \text{RTT} = 2 \cdot \bar{t} + \frac{F}{C} + \frac{A}{C}$$

$$\bar{t} = 0,0175 \text{ s}$$

$$F = 1538 \cdot 8 \text{ bits}$$

$$C = 10^9 \text{ bps}$$

$$A =$$

A: taille d'un message en bits (ACK)

C'est quoi A ???

J'assume qu'il n'y a pas de ACK.

$$= 2\bar{t} + \frac{F}{C} = 2 \cdot 0,0175 + \frac{1538 \cdot 8}{10^9}$$

$$= 0,035 = \boxed{35 \text{ ms}}$$