

Polytechnique Montréal

Département de Génie informatique

SOLUTION

INF 3405 - Réseaux informatiques

Examen de mi-session

Date : 10 Octobre 2019

Heure : 10h00 à 11h45

Notes :

- L'énoncé de l'examen comporte 4 questions totalisant 20 points qui sont réparties sur 5 pages.
- La documentation permise à l'examen est de 2 feuilles manuscrites (format lettre).
- L'utilisation de la calculatrice est permise uniquement à des fins de calcul.
- Veuillez inscrire votre nom sur l'énoncé et remettre celui-ci avec votre cahier d'examen.

Informations générales

- **1k = 1000**
- **Gbps = 1 000 000 000 bits/sec**
- **Mbps = 1 000 000 bits/sec**
- **Kbps = 1000 bits/sec**
- **Moctets = 1 000 000 octets**
- **Koctet = 1 000 octets**
- **Ethernet = 10 Mbps**
- **Fast-ethernet = 100 Mbps**
- **Giga-Ethernet = 1 Gbps**
- **Trame maximale Ethernet = 1518 octets**
- **Trame minimale Ethernet = 64 octets**
- **En-tête IP = 20 octets**
- **En-tête TCP = 20 octets**

Question 1 (6 points)

Une entreprise va installer dans un bâtiment un système de surveillance vidéo. La topologie de ce système est montrée dans la Figure 1. Il y a 3 commutateurs (le 2, 3 et 4) pour la

connexion des caméras avec N caméras par commutateur. Les trois commutateurs ont le même numéro de caméras connectées. Les liens entre les caméras et ces commutateurs sont Fast-Ethernet. Ces trois commutateurs sont connectés au commutateur 1 par des liens giga-Ethernet. Le serveur qui va traiter les vidéos est aussi connecté au commutateur 1. Chaque caméra vidéo prend des photos, de 100 Koctets, à chaque 40 millisecondes et ces photos sont envoyées vers un serveur connecté au même réseau. On envoie **M** octets de données (données utiles) dans chaque trame et on utilise l'encapsulation **Ethernet-IP-TCP-Données**.

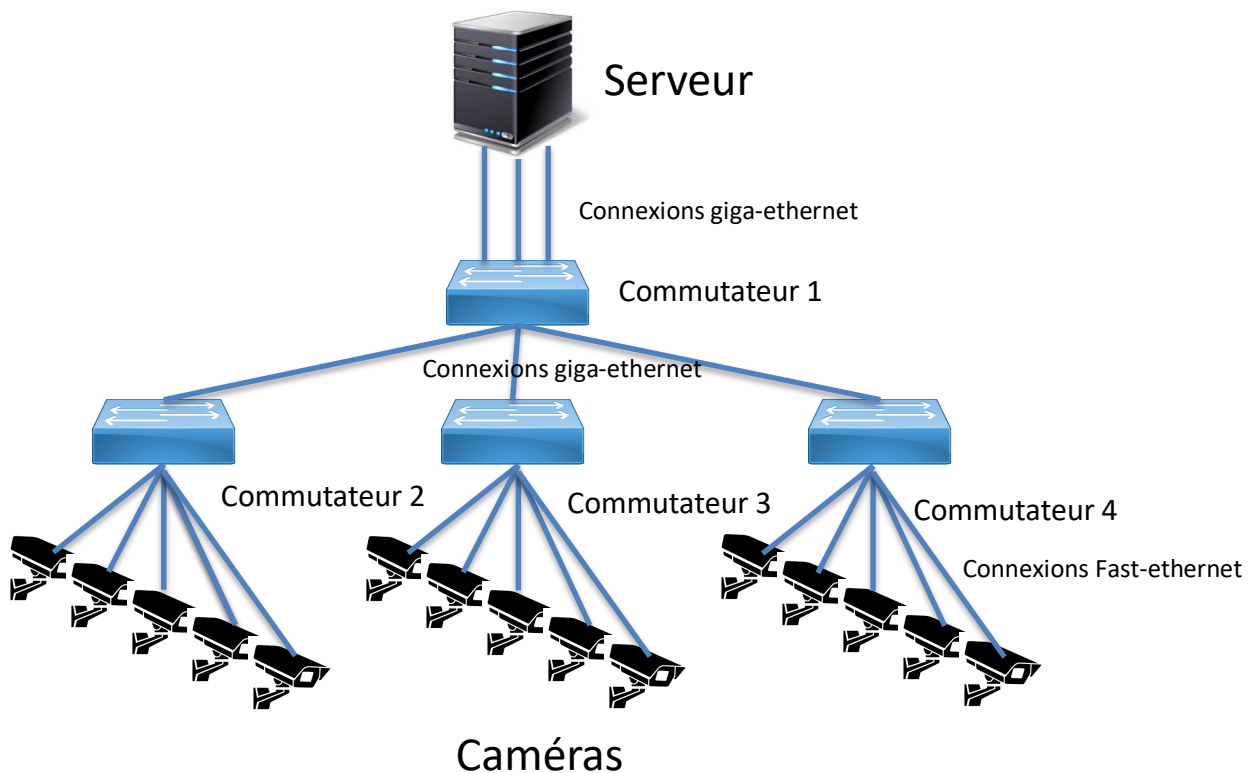


Figure 1

- a) Considérant exclusivement les trames de données émises et sans considérer les octets de synchronisation, combien de trames et d'octets seront transférés au total pour une photo (avec $M = 1000$ octets de données) ? Quel est le débit pour une transmission vidéo ? Est-ce possible, pour chaque caméra, d'envoyer les photos prises par seconde pendant la même seconde ? Précisez vos calculs. (1.5 point)

Une camera prend chaque 40 ms une photo, donc 25 photos/sec

1 photo = 100 Koctets, donc 25 photos = 2500 Ko.

Paquet = Ethernet+IP+TCP+ 1000 octets (1 Ko)

Paquet = 1058 octets

Pour chaque photo il faut envoyer 100 paquets (100 Ko/1 Ko)

Pour la video, 25 photos/sec = $25 * 100 = 2500$ paquets/sec

Debit = $2500 * 1058 * 8 = 21.16$ Mbps

La connexion pour le camera est Fast-ethernet = 100 Mbps, donc on peut envoyer tous les photos prises par seconde dans la meme seconde (21.16 Mbps debit photos < 100 debit connexion)

- b) Selon la Figure 1, les connexions entre les commutateurs 2, 3 et 4 avec le commutateur 1 sont des liens giga-Ethernet. En utilisant les résultats de la question a, combien de caméras peuvent être connectées à un commutateur sans dépasser la capacité du lien giga-Ethernet ? Précisez vos calculs. (1.5 point)

Le debit pour chaque camera est de 21.16 Mbps. Tous les vidéos doivent passer par le lien giga-ethernet (ex. commutateur-2 à commutateur-1).

1 giga-ethernet/21.16 Mbps = 47,2. Donc on peut connecter 47 camera par commutateur

- c) Si on a 30 caméras par commutateur, combien de connexions giga-Ethernet sont nécessaires entre le serveur et le commutateur-1 pour les transmissions vidéo de toutes les caméras ? Utilisez les résultats de la question a. Justifiez vos réponses. (2 points)

Le débit pour chaque camera est de 21.16 Mbps. Si on a 30 cameras et 3 commutateurs, donc 90 cameras. Le debit total est de 90×21.16 Mbps = 1905 Mbps. Donc on a besoin de deux connexions Giga-ethernet

- d) Quelle est la portion (en %) de la bande passante occupée par les en-têtes et par les données pour $M=1$ octets en $M=1000$ octets ? Justifiez vos réponses. (1 point)

Pour $M=1$, la trame est : Ethernet+IP+UDP+ 1 octet de données = 47 octets. (On n'a pas pris en compte la taille minimale de 64 octets)

Pourcentage-en-têtes = $46/47 = 97,8\%$

Pourcentage-données = $1/47 = 2,1\%$

Si on prend en compte la taille minimale, trame = 64 octets.

Pourcentage-en-têtes = $63/64 = 98,4\%$

Pourcentage-données = $1/64 = 1,6\%$

Pour $M=1000$, la trame est : Ethernet+IP+UDP+ 1000 octets de données = 1046 octets.

Pourcentage-en-têtes = $46/1046 = 4,3\%$

Pourcentage-données = $1000/1046 = 95,6\%$

Question 2 (4 points)

Soit le réseau de la figure 2

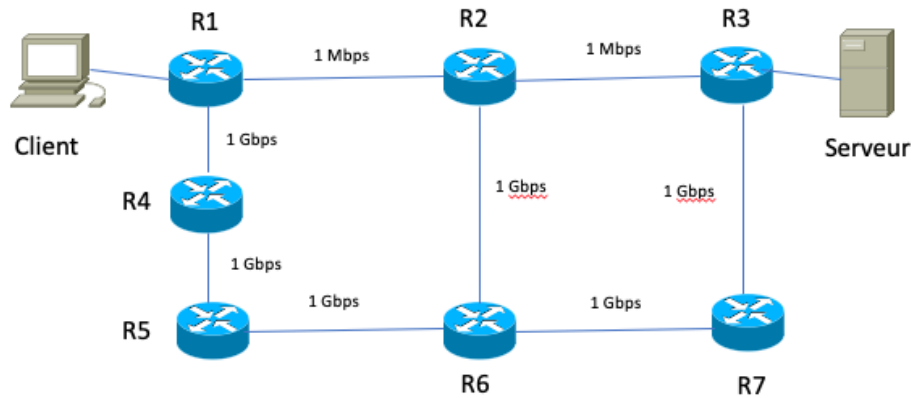


Figure 2.

- a) Lorsque le protocole OSPF est utilisé, la valeur *par défaut* de la métrique sur le lien (i,j) est

$$\text{métrique}_{(i,j)} = \left\lfloor \frac{1000000000}{C_{ij}} \right\rfloor$$

où C_{ij} est la capacité (en bps) du lien (i,j) . Donnez la raison justifiant cette façon de calculer les métriques des liens. **(2 points)**

Utiliser des coûts de liens qui sont inversement proportionnelles aux valeurs des capacités permet de favoriser les routes avec de grandes capacités et donc d'améliorer la performance du réseau.

- b) Si on utilise un algorithme de routage état des liens (OSPF), quelle est la route choisie par cet algorithme en utilisant la métrique de la question 2a? Justifiez clairement votre réponse. **(1 point)**

En utilisant la métrique 2a pour le chemin de 1 Mbps sa donne :

$$\text{métrique}_{(i,j)} = \left\lfloor \frac{1000000000}{C_{ij}} \right\rfloor = \left\lfloor \frac{1000000000}{1000000} \right\rfloor = 100$$

En utilisant la métrique 2a pour le chemin de 1 gbps sa donne :

$$\text{métrique}_{(i,j)} = \left\lfloor \frac{1000000000}{C_{ij}} \right\rfloor = \left\lfloor \frac{1000000000}{1000000000} \right\rfloor = 0,1$$

ou 0 (si on utilise la partie entier)

Le chemin R1-R2-R3 = 200

le chemin R1-R4-R5-R6-R7-R3 = 0,5 ou 0 (si on utilise la partie entier)

le chemin R1-R2-R6-R7-R3 = 100,03 ou 100 (si on utilise la partie entier)

Donc, le meilleur chemin pour OSPF est R1-R4-R5-R6-R7-R3

- c) Si on utilise un algorithme de routage vecteur distant (RIP), quelle est la route choisie par cet algorithme? Justifiez clairement votre réponse. (1 point)

La route choisie est R1-R2-R3 parce que le nombre de sautes est plus petit que les autres routes.

Question 3 (6 points)

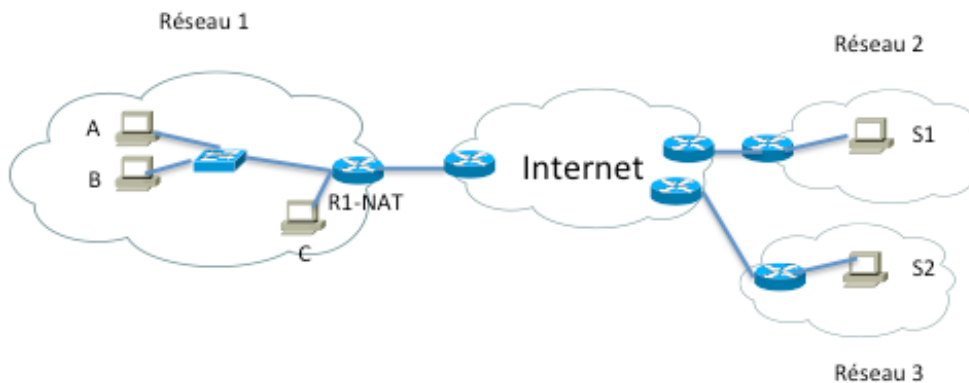


Figure 3.

Le tableau 1 montre la configuration des différentes machines du réseau (figure 3).

Tableau 1.

Machine ou routeur	Adresse IP	Masque	Passerelle par défaut	Adresse MAC
A	192.168.15.16	255.255.255.224	192.168.15.1	11 :22 :33 :44 :55 :66
B	192.168.15.17	255.255.255.224	192.168.15.1	22 :33 :44 :55 :66 :77
C	192.168.15.165	255.255.255.224	192.168.15.161	33 :44 :55 :66 :77 :88
S1	132.170.17.45	255.255.0.0		
S2	167.145.67.85	255.255.0.0		
R1	192.168.15.1/ 192.168.15.161			11 :11 :11 :11 :11 :11
NAT	165.135.185.33			

Le tableau 2 montre les différentes communications (connexions) existantes entre les machines du réseau 1 et les serveurs S1 et S2.

Tableau 2.

Connexion	IP source	Port source	IP destination	Port destination
A → S1	192.168.15.16	4200	132.170.17.45	4000
A → S2	192.168.15.16	4300	167.145.67.85	4000
B → S1	192.168.15.17	4200	132.170.17.45	4300
C → S2	192.168.25.165	4200	167.145.67.85	6000
A → C	192.168.15.16	4400	192.168.25.165	5000

- a) Est-ce possible pour la machine S1 (connexion A→S1) de connaître l'adresse IP de la machine A ? Justifiez votre réponse. (1 point)

Non, parce que l'adresse IP d'A est une adresse IP_{privée}. S1 peut connaître que

l'adresse du NAT.

- b) Quelles sont les adresses MAC connues par la machine A ? Justifiez votre réponse. (1 point)

Les adresses de la machine B (22 :33 :44 :55 :66 :77) et du routeur R1 (11 :11 :11 :11 :11 :11)

- c) Pour la connexion A \Leftrightarrow S2, quelle est l'adresse IP destination utilisée par S2 pour envoyer des paquets vers A ? Justifiez votre réponse. (1 point)

L'adresse du NAT (165.135.185.33)

- d) Est-ce possible pour le serveur S1 d'utiliser le protocole ARP pour connaître l'adresse de la machine A ? Justifiez votre réponse. (1 point)

Non, ARP donne les adresses MAC que pour les machines qui sont dans le même sous-réseau. Dans ce cas, S1 et A appartiennent à deux réseaux différents

- e) Supposez que la machine C est un serveur Web qui doit être visible de l'extérieur du réseau 1. Quel type d'adresse faut-il le donner à C, une adresse privée ou public ? Quelle adresse pour C doit être publiée dans le NAT, privée ou public ? (1 point)

L'adresse du serveur C est une adresse IP privée, et dans la NAT on publie l'adresse public du NAT associé au serveur (statique)

- f) Expliquez comme se fait le routage dans la machine C lors d'une communication entre C et A. (1 point)

La machine C utilise sa masque pour trouver son adresse réseau et celle de la machine A. En utilisant la masque de C (255.255.255.224), l'adresse réseau d'A est 192.168.15.0 et de C est 192.168.15.160 donc les machines ne sont pas dans le même réseau et C doit envoyer la paquet à sa passerelle par défaut

Question 4 (4 points)

Une organisation a reçu l'adresse réseau IP 132.207.0.0/16 pour son réseau. Cette organisation décide d'utiliser le troisième octet pour créer des sous réseaux.

- a) Donnez le nombre de sous-réseaux total possible et de nœuds par sous-réseau, ainsi que le masque de sous-réseau en format décimal et abrégé. (1 point)

Sous-réseaux = 256, nœuds par sous-réseau = 254

Masque 255.255.255.0 132.207.X.Y/24

- b) Supposez que le sous-réseau 132.207.15.X/24 est le service informatique (centre de données) et que le sous-réseau 132.207.145.X/24 est un réseau WIFI pour les utilisateurs mobiles. Pour se connecter au réseau de l'organisation à travers WIFI, une machine utilise le protocole DHCP. Dans quel sous-réseau doit se trouver le serveur DHCP pour fournir les adresses IP? Expliquez comment une machine

communiqué pour la première fois avec un serveur DHCP pour lui demander une adresse IP (1.5 point)

La serveur DHCP doit se trouver dans le sous-réseau WIFI. La première fois, une machine envoie une trame avec un 'broadcast' MAC, avec une requête de demande d'adresse IP, pour trouver le serveur DHCP. Une fois que le serveur reçoit cette requête, il répond une trame directe à la machine avec la nouvelle adresse IP.

- c) Supposez que l'administrateur réseau a besoin d'installer plus de 1000 machines dans le sous-réseau 132.207.24.y/24. Comment peut-il le faire? Justifiez votre réponse. (1.5 point)

Il doit utiliser un NAT pour ce sous-réseau et donner des adresses IP privées aux machines de sous-réseau (il peut aussi utiliser les adresses publiques et faire un sous-sous-réseau. Une partie avec des adresses publics et un autre avec des adresses privées.)