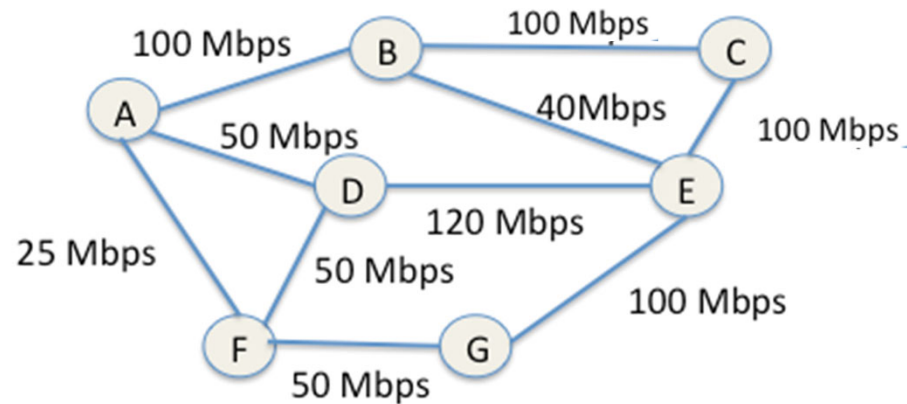


## Exercice: OSPF/RIP

---

Soit le réseau suivant:



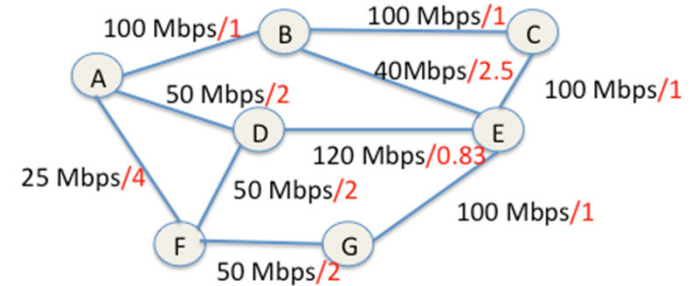
- 1) Utilisez OSFP (OSPF utilise Dijkstra), pour déterminer les plus courts chemins à partir de A ainsi que leur coût vers chaque destination. On considère que OSPF utilise la métrique de coût du lien suivante où  $C_{ij}$  est la capacité du lien en bps

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

- 2) Utilisez RIP pour déterminer les plus courts chemins ainsi que leur coût vers chaque destination à partir du routeur A

## Exercice: OSPF/RIP

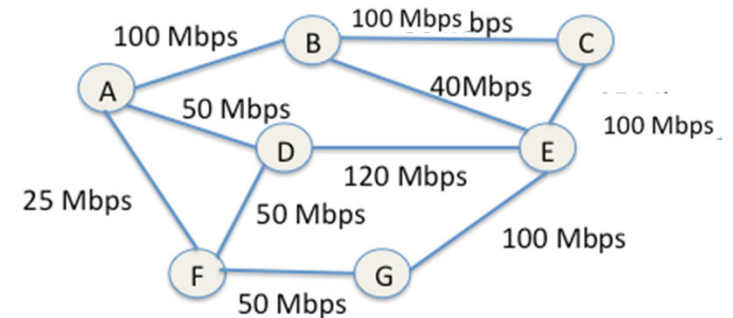
- 1) Utilisez OSFP (OSPF utilise Dijkstra), pour déterminer les plus courts chemins à **partir de A** ainsi que leur coût vers chaque destination.  $\text{métrique}_{(i,j)} = \left\lceil \frac{1000000000}{C_{ij}} \right\rceil$



Destination	Coût	Chemin
B	1	A → B
C	2	A → B → C
D	2	A → D
E	2 + 0.83 = 2.83	A → D → E
F	4	A → F OU A → D → F
G	2 + 0.83 + 1 = 3.83	A → D → E → G

## Exercice: OSPF/RIP

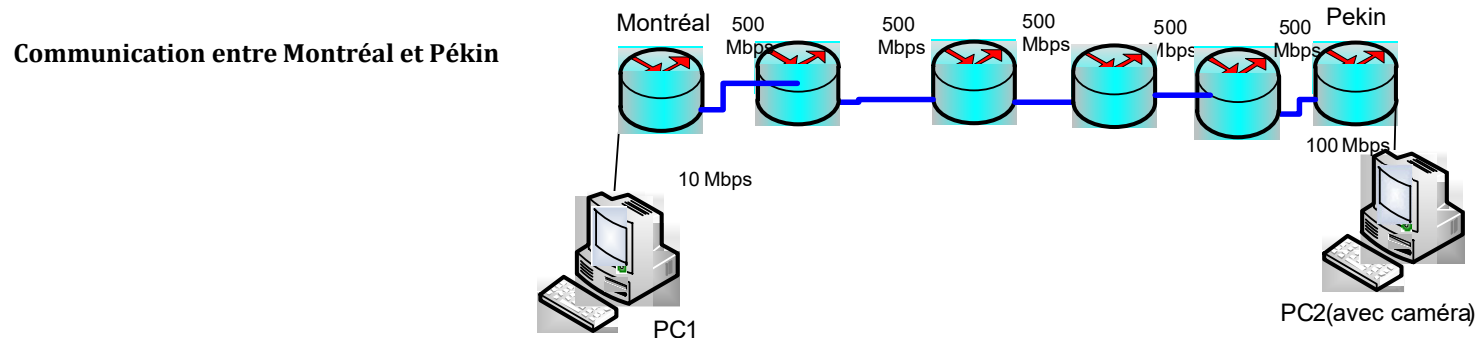
2) Utilisez RIP pour déterminer les plus courts chemins ainsi que leur coût vers chaque destination à partir du routeur A



Destination	Coût	Chemin
B	1	A → B (même que OSPF)
C	2	A → B → C (même que OSPF)
D	1	A → D (même que OSPF)
E	2	A → B → E (différent de OSPF) OU A → D → E
F	1	A → F
G	2	A → F → G (différent de OSPF)

## Exercice: Qualité de Service

---



Les chercheurs de Montréal doivent réaliser des tests microbiologiques dans son laboratoire de Pékin (**15000 km de distance**). L'équipe de chercheurs doit pouvoir visualiser en temps réel les tests.

Une vidéo en couleur numérique est une série d'images. Pour un mouvement fluide en vidéo numérique, **25 images doivent être affichées par seconde**.

- La figure montre les débits de chacun des liens
- Taille d'une image compressée = 10 Koctets;
- **La longueur des paquets est de 1000 octets** pour les données auxquelles doivent s'ajouter les entêtes;
- **Les files d'attente**, dans les routeurs, sont de longueur de **10000 octets** et toutes **utilisées en moyenne à 10%**;
- Le **délai de traitement à chaque routeur** intermédiaire est de **0,1 ms**;
- La vitesse de propagation est de 200 000 km/s;
- Il n'y a qu'une seule connexion entre PC1 et PC2; la transmission se fait sans erreur.

# Exercice: Qualité de Service

- **Distance: 15000 km**
- **25 images/s** doivent être affichées
- **Taille d'une image compressée = 10 Koctets;**
- **La longueur des paquets est de 1000 octets** pour les données auxquelles doivent s'ajouter les entêtes;
- **Les files d'attente**, dans les routeurs, sont de longueur de **10000 octets** et toutes **utilisées en moyenne à 10%**;
- Le **délai de traitement à chaque routeur** intermédiaire est de **0,1 ms**;
- La vitesse de propagation est de 200 000 km/s;
- Il n'y a qu'une seule connexion entre PC1 et PC2; la transmission se fait sans erreur.

1. **Si on utilise UDP pour la transmission, est-ce que c'est possible pour ce réseau de transmettre la vidéo depuis Pékin?**

Image = 10 Koctets.

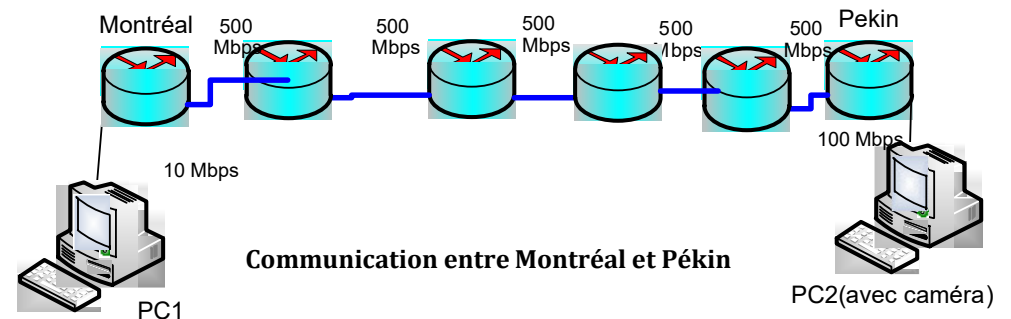
Vidéo = 25 images =  $25 * 10000 = 250\,000$  octets.

Comme le paquet est 1000 octets de données, on a besoin de 250 paquets par seconde pour envoyer une vidéo de 25 images en une seconde ( $250000/1000 = 250$ ).

Taille-paquet = 1000 octets données + IP + UDP =  $1028 * 8 = 8224$  bits.

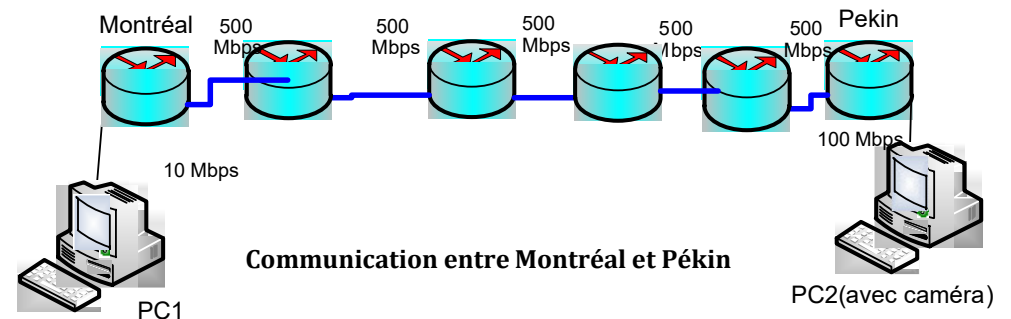
Débit-vidéo = 250 paquets/sec =  $250 * 8224 = 2,05$  Mbps.

**Comme le débit de transmission de PC2 est 100 Mbps, on peut transmettre la vidéo (2,05 Mbps).**



# Exercice: Qualité de Service

- **Distance: 15000 km**
- **25 images/s** doivent être affichées
- **Taille d'une image compressée = 10 Koctets;**
- **La longueur des paquets est de 1000 octets** pour les données auxquelles doivent s'ajouter les entêtes;
- **Les files d'attente**, dans les routeurs, sont de longueur de **10000 octets** et toutes **utilisées en moyenne à 10%**;
- Le **délai de traitement à chaque routeur** intermédiaire est de **0,1 ms**;
- La vitesse de propagation est de 200 000 km/s;
- Il n'y a qu'une seule connexion entre PC1 et PC2; la transmission se fait sans erreur.



2. **Si on garde UDP pour la transmission, et on change la taille des paquets à 1 octet est-ce que c'est possible pour ce réseau de transmettre la vidéo depuis Pékin?**

Image = 10 Koctets.

Vidéo = 25 images =  $25 * 10000 = 250\,000$  octets.

Comme le paquet est 1 octet de données, on a besoin de 250000 paquets par seconde pour envoyer l'image.

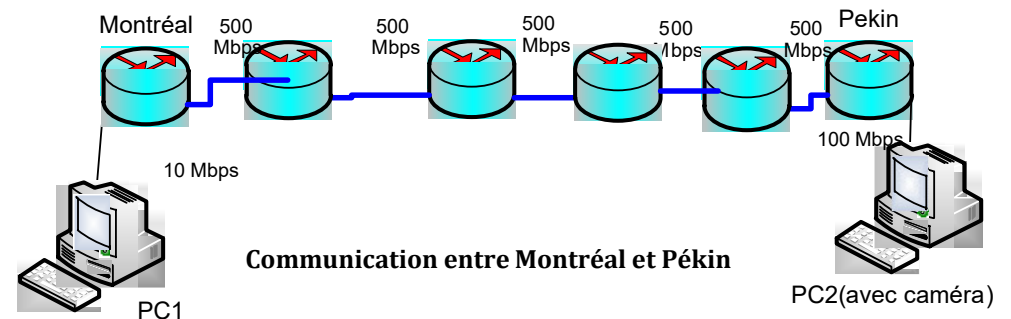
Taille-paquet = 1 octet donnée + IP + UDP =  $29 * 8 = 232$  bits.

Débit-vidéo =  $250\,000 \text{ paquets/sec} * 232 = 58 \text{ Mbps}$ .

**Comme le débit de transmission de PC2 est 100 Mbps, on peut transmettre la vidéo.**

## Exercice: Qualité de Service

- **Distance: 15000 km**
- **25 images/s** doivent être affichées
- **Taille d'une image compressée = 10 Koctets;**
- **La longueur des paquets est de 1000 octets** pour les données auxquelles doivent s'ajouter les entêtes;
- **Les files d'attente**, dans les routeurs, sont de longueur de **10000 octets** et toutes **utilisées en moyenne à 10%**;
- Le **délai de traitement à chaque routeur** intermédiaire est de **0,1 ms**;
- La vitesse de propagation est de 200 000 km/s;
- Il n'y a qu'une seule connexion entre PC1 et PC2; la transmission se fait sans erreur.



3. **Si on garde UDP pour la transmission, et on change la taille des paquets à 1octet est-ce que c'est possible pour PC1 de recevoir la vidéo depuis Pékin? Expliquer pourquoi**

Image = 10 Koctets.

Vidéo = 25 images =  $25 * 10000 = 250\,000$  octets.

Comme le paquet est 1 octet de données, on a besoin de 250000 paquets par seconde pour envoyer l'image.

Taille-paquet = 1 octet donnée + IP + UDP =  $29 * 8 = 232$  bits.

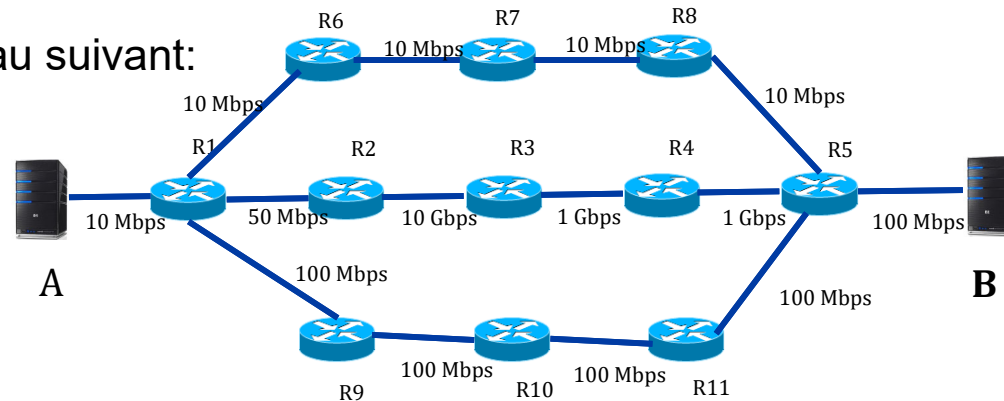
Débit-vidéo = 250 000 paquets/sec =  $250000 * 232 = 58$  Mbps.

Comme le débit de réception de PC1 est 10 Mbps, on ne peut pas recevoir la vidéo (58 Mbps).

Il y a congestion au niveau de router de Montréal. Il reçoit 58 Mbps et peut transmettre que 10 Mbps vers PC1.

## Exercice: Qualité de Service

Soit le réseau suivant:



- **Route 1 : R5, R8, R7, R6, R1.**
  - Le délai moyen pour cette route est 200 ms, la probabilité de perte de paquets est 0% et les liens sont actuellement utilisés à 60% de leur capacité.
- **Route 2 : R5, R4, R3, R2, R1.**
  - Le délai moyen pour cette route est 20 ms, la probabilité de perte de paquets est 0,001% et les liens sont actuellement utilisés à 40% de leur capacité.
- **Route 3 : R5, R11, R10, R9, R1.**
  - Le délai moyen pour cette route est 50 ms, la probabilité de perte de paquets est 0%, la variation du délai (gigue) est très élevée et les liens sont actuellement utilisés à 50% de leur capacité.

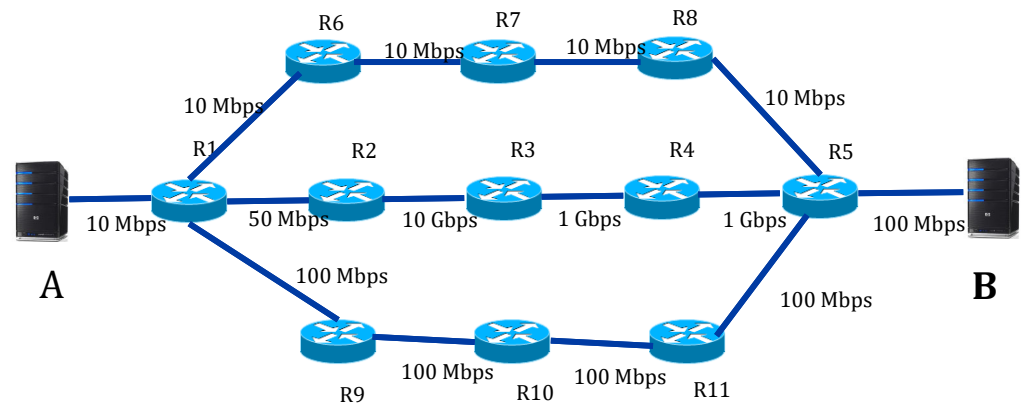
**On considère que le délai acceptable pour la voix est de 150ms**

**NOTE : Les liens peuvent être utilisés au maximum à 90% de leur capacité.**



# Exercice: Qualité de Service

- **Route 1 : R5, R8, R7, R6, R1.**
  - Le délai moyen pour cette route est 200 ms, la probabilité de perte de paquets est 0% et les liens sont actuellement utilisés à 60% de leur capacité.
- **Route 2 : R5, R4, R3, R2, R1.**
  - Le délai moyen pour cette route est 20 ms, la probabilité de perte de paquets est 0,001% et les liens sont actuellement utilisés à 40% de leur capacité.
- **Route 3 : R5, R11, R10, R9, R1.**
  - Le délai moyen pour cette route est 50 ms, la probabilité de perte de paquets est 0%, la variation du délai (gigue) est très élevée et les liens sont actuellement utilisés à 50% de leur capacité.



**NOTE : Les liens peuvent être utilisés au maximum à 90% de leur capacité.**

**1. On veut ajouter une nouvelle communication de voix (64 Kbps), entre B et A. Pour chacune de trois routes possibles, expliquez si on peut ajouter ou pas cette nouvelle communication à la route. Justifiez clairement votre réponse.**

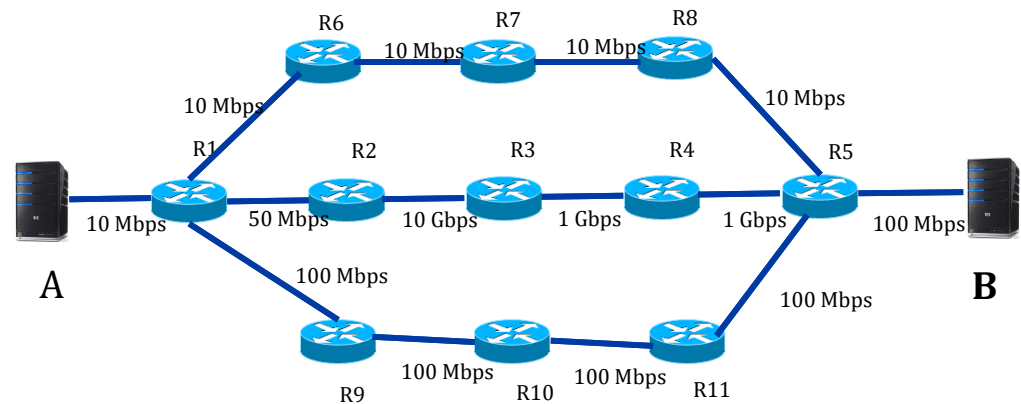
Route 1 : On ne peut pas l'utiliser. Délai trop grand pour les communications de voix (200 ms). Pour une bonne QoS, le délai maximal doit être 150 ms.

Route 2 : On peut l'utiliser. Le délai est petit, la bande passante disponible est assez pour une communication de voix, et la probabilité de perte de paquets est très petite.

Route 3 : On ne peut pas l'utiliser. Le délai est petit, la bande passante disponible est assez pour une communication de voix, la probabilité de perte de paquets est très petite, mais la variation du délai est très élevée et les communications de voix sont sensibles à la variation du délai.

# Exercice: Qualité de Service

- **Route 1 : R5, R8, R7, R6, R1.**
  - Le délai moyen pour cette route est 200 ms, la probabilité de perte de paquets est 0% et les liens sont actuellement utilisés à 60% de leur capacité.
- **Route 2 : R5, R4, R3, R2, R1.**
  - Le délai moyen pour cette route est 20 ms, la probabilité de perte de paquets est 0,001% et les liens sont actuellement utilisés à 40% de leur capacité.
- **Route 3 : R5, R11, R10, R9, R1.**
  - Le délai moyen pour cette route est 50 ms, la probabilité de perte de paquets est 0%, la variation du délai (gigue) est très élevée et les liens sont actuellement utilisés à 50% de leur capacité.



**NOTE : Les liens peuvent être utilisés au maximum à 90% de leur capacité.**

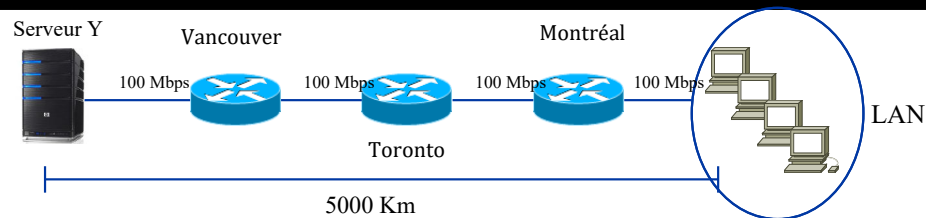
**2. On veut ajouter une nouvelle communication de vidéo (5 Mbps), entre B et A. Pour chacune de trois routes possibles, expliquez si on peut ajouter ou pas cette nouvelle communication à la route. Justifiez clairement votre réponse.**

Route 1 : On ne peut pas l'utiliser. Les liens sont utilisés à 60% de sa capacité, donc il reste 4 Mbps disponibles pour les nouvelles communications. Pour la vidéo on a besoin de 5 Mbps, donc on ne peut pas utiliser ce chemin.

Route 2 : On peut l'utiliser. Le délai est petit, la bande passante disponible est assez pour une communication vidéo, et la probabilité de perte de paquets est très petite.

Route 3 : On ne peut pas l'utiliser. Le délai est petit, la bande passante disponible est assez pour une communication de voix, la probabilité de perte de paquets est très petite, mais la variation du délai est très élevée et les communications vidéo sont sensibles à la variation du délai.

## Exercice: Délai de bout-en-bout



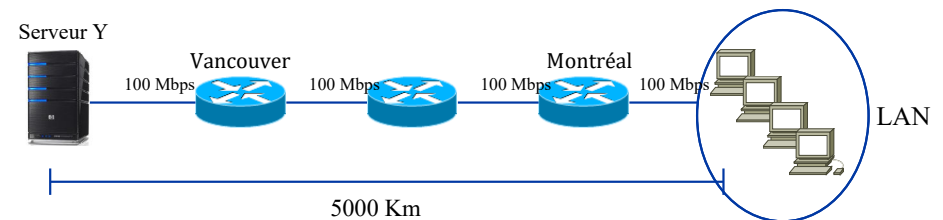
Un médecin à Montréal désire assister un autre médecin à Vancouver pour une chirurgie délicate à cœur ouvert. La chirurgie va être transmise par vidéo en temps réel à un groupe d'étudiants à Montréal. Une vidéo en couleur numérique est une série d'images consistant et pour un mouvement fluide en vidéo numérique, **25 images doivent être affichées par seconde**.

La communication devra passer par 3 routeurs situés respectivement à Montréal, Toronto, et Vancouver (Figure ). La vitesse des liens est indiquée dans la figure.

- taille d'une image 100 Koctets, après compression 20 Koctets;
- la longueur des paquets est de **1000 octets pour les données** et de **100 octets pour l'en-tête**;
- pour simplicité la taille de l'accusé de réception (ACK) est de la même que la taille que les paquets de données ;
- **les files d'attente des routeurs intermédiaires** sont d'une longueur de **5000 octets** et sont toutes utilisées en moyenne à **30%**;
- le délai de la file d'attente des PCs est 0 sec; le délai de propagation entre les PCs et les routeurs est de 0 sec ainsi qu'entre le serveur et le routeur.
- **le délai de traitement à chaque routeur intermédiaire est de 0,1 ms = 0,0001 sec**;
- la vitesse de propagation est de 200 000 km/s;
- le réseau local est composé de **N ordinateurs** ; pour **chaque ordinateur, il n'y a qu'une seule connexion vidéo au serveur**;

## Exercice: Délai de bout-en-bout

- taille d'une image 100 Koctets, après compression 20 Koctets;
- la longueur des paquets est de **1000 octets pour les données** et de **100 octets pour l'en-tête**;
- (ACK) est de la même que la taille que les paquets de données ;
- **les files d'attente des routeurs de longueur de 5000 octets**, utilisées en moyenne à **30%**;
- **le délai de traitement à chaque routeur intermédiaire est de 0,1 ms**;
- la vitesse de propagation est de 200 000 km/s;
- le réseau local est composé de **N ordinateurs** ; pour **chaque ordinateur**, il n'y a qu'une seule connexion vidéo au serveur

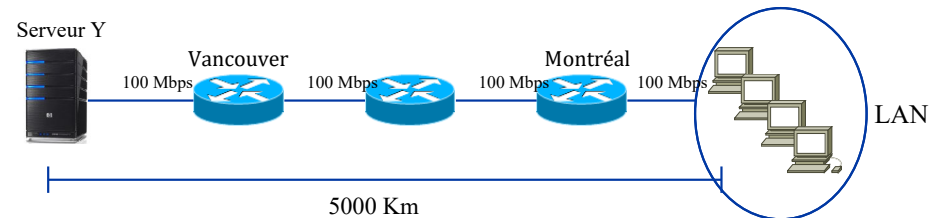


### 1. Calculez le délai de bout-en-bout entre le serveur Y et le réseau local

$$\begin{aligned}
 \text{Delai}_{B-B} &= \text{delai}_{\text{propagation}} + 4 * \text{delai}_{\text{trans100Mbps}} + 3 * \text{delai}_{\text{traitement}} + 3 * \text{delai}_{\text{FA100Mbps}} \\
 &= 5000 / 200000 + 4 * 1100 * 8 / 100 \text{ Mbps} + 3 * 0,0001 + 3 * 5000 * 0,3 * 8 / 100 \text{ Mbps} = 0.026 \text{ sec} \\
 \text{Delai}_{\text{aller-retour}} &= 2 * \text{delai}_{B-B} = 2 * 0,026 = 0.052 \text{ sec}
 \end{aligned}$$

## Exercice: Délai de bout-en-bout

- taille d'une image 100 Koctets, après compression 20 Koctets;
- la longueur des paquets est de **1000 octets pour les données** et de **100 octets pour l'en-tête**;
- (ACK) est de la même que la taille que les paquets de données ;
- **les files d'attente des routeurs de longueur de 5000 octets**, utilisées en moyenne à **30%**;
- **le délai de traitement à chaque routeur intermédiaire est de 0,1 ms**;
- la vitesse de propagation est de 200 000 km/s;
- le réseau local est composé de **N ordinateurs** ; pour **chaque ordinateur**, il n'y a qu'une seule connexion vidéo au serveur



2. Si le protocole de communication entre le client et le serveur n'utilise pas d'accusé de réception, quel nombre maximum de connexions vidéo peut-on avoir? Justifiez clairement votre réponse.

Un vidéo = 25 images/sec

Une image compressée = 20 Koctets => on a besoin de 20 paquets pour la transmettre (un paquet est de 1000 octets de données)

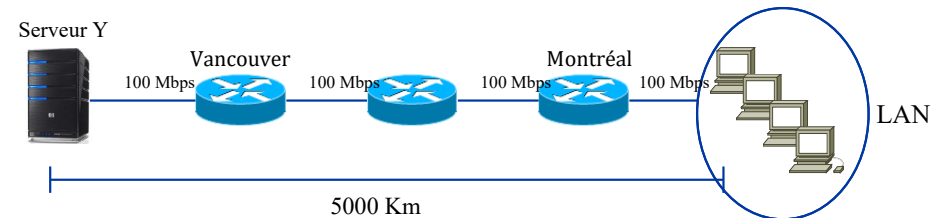
Une image = 20 paquets =  $20 \times (1000 + 100 \text{ octets}) = 22000 \text{ octets} = 176000 \text{ bits}$

Vidéo = 25 images/sec =  $25 \times 176000 \text{ bps} = 4,4 \text{ Mbps}$

Le débit plus petit est 100 Mbps, donc maximum on peut avoir  $100 / 4,4$  connexions vidéo = 22.

## Exercice: Délai de bout-en-bout

- taille d'une image 100 Koctets, après compression 20 Koctets;
- la longueur des paquets est de **1000 octets pour les données** et de **100 octets pour l'en-tête**;
- (ACK) est de la même que la taille que les paquets de données ;
- **les files d'attente des routeurs de longueur de 5000 octets**, utilisées en moyenne à **30%**;
- **le délai de traitement à chaque routeur intermédiaire est de 0,1 ms**;
- la vitesse de propagation est de 200 000 km/s;
- le réseau local est composé de **N ordinateurs** ; pour **chaque ordinateur**, il n'y a qu'une seule connexion vidéo au serveur



3. **Est-ce que TCP peut transmettre continuellement si une seule connexion est présente entre Montréal et Toronto ? (La fenêtre de TCP est de 65535 octets). Justifiez clairement votre réponse (2 points).**

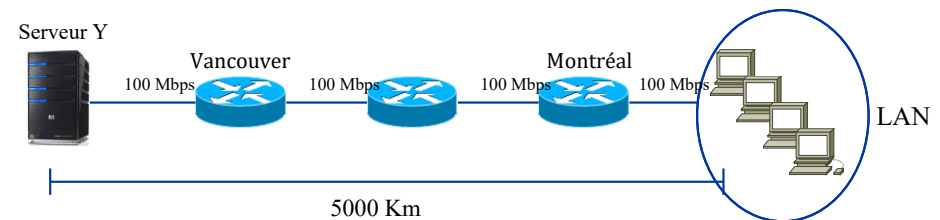
Nombre de paquets dans la fenêtre =  $65535 / 1100 = 59$ . Donc La taille réelle de la fenêtre est de  $59 * 1100 = 64\,900$  octets.

$\text{Délai}_{\text{transmission-fenetre}} = 64\,900 * 8 / 100\text{Mbps} = 0,0052 \text{ sec}$

Comme le  $\text{Délai}_{\text{transmission-fenetre}}$  est plus petit que le  $\text{Délai}_{\text{aller-retour}}$ , la transmission n'est pas continue.

## Exercice: Délai de bout-en-bout

- taille d'une image 100 Koctets, après compression 20 Koctets;
- la longueur des paquets est de **1000 octets pour les données** et de **100 octets pour l'en-tête**;
- (ACK) est de la même que la taille que les paquets de données ;
- **les files d'attente des routeurs de longueur de 5000 octets**, utilisées en moyenne à **30%**;
- **le délai de traitement à chaque routeur intermédiaire est de 0,1 ms**;
- la vitesse de propagation est de 200 000 km/s;
- le réseau local est composé de **N ordinateurs** ; pour **chaque ordinateur**, il n'y a qu'une seule connexion vidéo au serveur



4. Quelle est la longueur de la fenêtre de TCP pour garantir que la transmission soit continue (il y a une seule connexion est présente entre Montréal et Toronto)? Justifiez clairement votre réponse

Pour que la transmission soit continue le  $\text{Délai}_{\text{transmission-fenetre}}$  doit être plus grand que le  $\text{Délai}_{\text{aller-retour}}$ . Donc,

$$\text{Délai}_{\text{transmission-fenetre}} > 0,052 \text{ sec}$$

$$\text{Délai}_{\text{transmission-fenetre}} = X \cdot 8 / 100 \text{ Mbps} > 0,052 \text{ sec}$$

$$X > 0,052 \text{ sec} \cdot 100 \text{ Mbps} / 8 = 650 \text{ 000 octets}$$