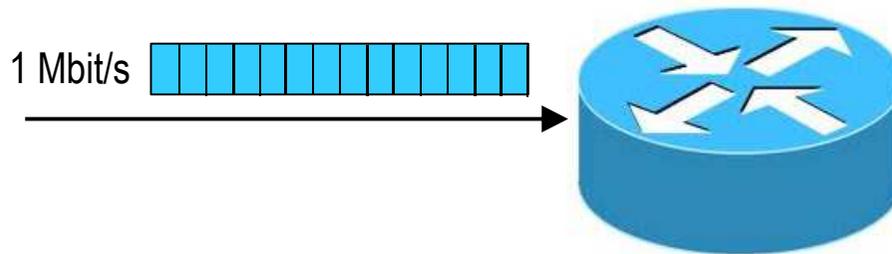


Exercice 1

Un routeur reçoit un flux de bits à une vitesse constante, égale à 1 Mbit/s. Les bits sont mémorisés dans le buffer de réception du routeur, jusqu'à ce que leur nombre est égale à 1000; ensuite, il sont retransmis vers la destination.

Calculer le temps nécessaire pour que le routeur reçoive tous les 1000 bits (*temps de réception*).



Rappel :

1 kbit = 10^3 bit

1 Mbit = 10^6 bit

1 Gbit = 10^9 bit

Rappel :

1 octet = 8 bits

1 koctet = 1 ko = 10^3 octets = $8 \cdot 10^3$ bits

1 Moctet = 1 Mo = 10^6 octets = $8 \cdot 10^6$ bits

1 Goctet = 1 Go = 10^9 octets = $8 \cdot 10^9$ bits

Exercice 1 - Solution

Un routeur reçoit un flux de bits à une vitesse constante, égale à 1 Mbit/s. Les bits sont mémorisés dans le *buffer* de réception du routeur, jusqu'à ce que leur nombre est égal à 1000; ensuite, ils sont retransmis vers la destination.

Calculer le temps nécessaire pour que le routeur reçoive tous les 1000 bits (*temps de réception*).

$$T = \frac{L}{R} = \frac{1000 \text{ (bit)}}{1 \text{ (Mb/s)}} = 1000 \mu\text{s} \equiv 1 \text{ ms}$$

Rappel :

1 kbit = 10^3 bit

1 Mbit = 10^6 bit

1 Gbit = 10^9 bit

Rappel :

1 octet = 8 bits

1 koctet = 1 ko = 10^3 octets = $8 \cdot 10^3$ bits

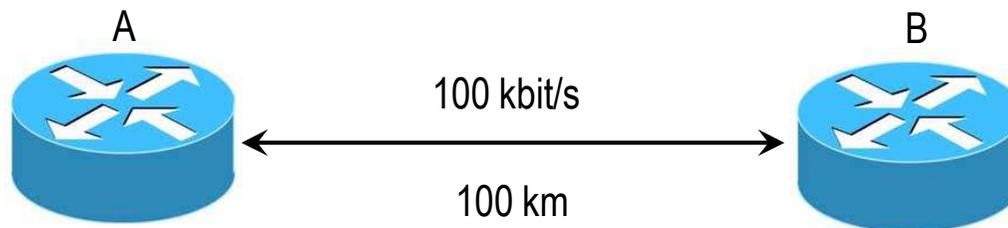
1 Moctet = 1 Mo = 10^6 octets = $8 \cdot 10^6$ bits

1 Goctet = 1 Go = 10^9 octets = $8 \cdot 10^9$ bits

Exercice 2

Un paquet de 10000 bit est envoyé par le nœud A sur un lien ayant une capacité de 100 kbit/s et une longueur de 100 km. Le paquet est reçu par B, et ensuite B envoie vers A un paquet de réponse, ayant la même longueur (10000 bit).

- 1) Calculer le temps nécessaire pour cet échange entre A et B, c'est à dire le temps qui passe entre la transmission du tout premier bit par le nœud A jusqu'à la réception (toujours en A) du tout dernier bit du paquet de réponse. La vitesse de propagation du signal soit de 200000 km/s.
- 2) Répondre à la même question du point 1), en considérant cette fois que la capacité du lien soit égale à 1 Gigabit/s (sa longueur est toujours de 100 km)

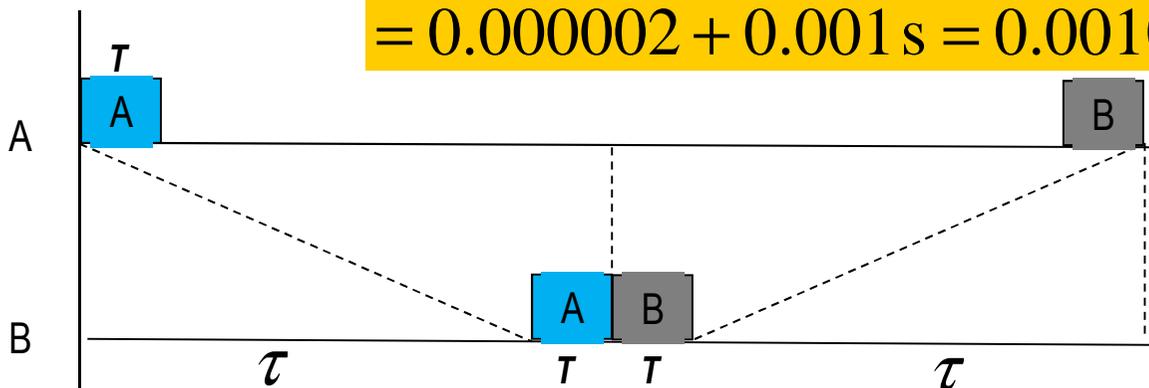


Exercice 2 - Solution

Voici la réponse dans les deux cas :

$$\begin{aligned} T &= T_1 + \tau_1 + T_2 + \tau_2 = 2 \times (T + \tau) = \\ &= 2 \times \left(\frac{10 \text{ (kb)}}{100 \text{ (kb/s)}} + \frac{100 \text{ (km)}}{200000 \text{ (km/s)}} \right) = \\ &= 0.2 + 0.001 \text{ s} = 0.201 \text{ s} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} T &= T_1 + \tau_1 + T_2 + \tau_2 = 2 \times (T + \tau) = \\ &= 2 \times \left(\frac{10 \text{ (kb)}}{10 \text{ (Gb/s)}} + \frac{100 \text{ (km)}}{200000 \text{ (km/s)}} \right) = \\ &= 0.000002 + 0.001 \text{ s} = 0.001002 \text{ s} \end{aligned}$$



Exercice 3

Deux nœuds (A et B) communiquent entre eux sur un canal *half-duplex* ayant une longueur égale à 100 km et une capacité de 1 Gb/s. Les deux nœuds doivent s'envoyer des fichiers, et ils se transmettent les informations avec la règle suivante : le nœud A utilise le canal pour transmettre 10000 bit vers B. Ensuite, c'est le tour de B de transmettre ses 10000 bit vers A et ainsi de suite.

Sachant que la vitesse de propagation du signal est de 200000 km/s,

- 1) Calculer le rythme effectif de transmissions (bit/s) pour chacun des deux nœuds
- 2) Calculer le temps total nécessaire pour que A (ou B, c'est la même chose) puisse transmettre vers B un fichier de taille égale à 1 Gigaoctet.

Exercice 3 - Solution

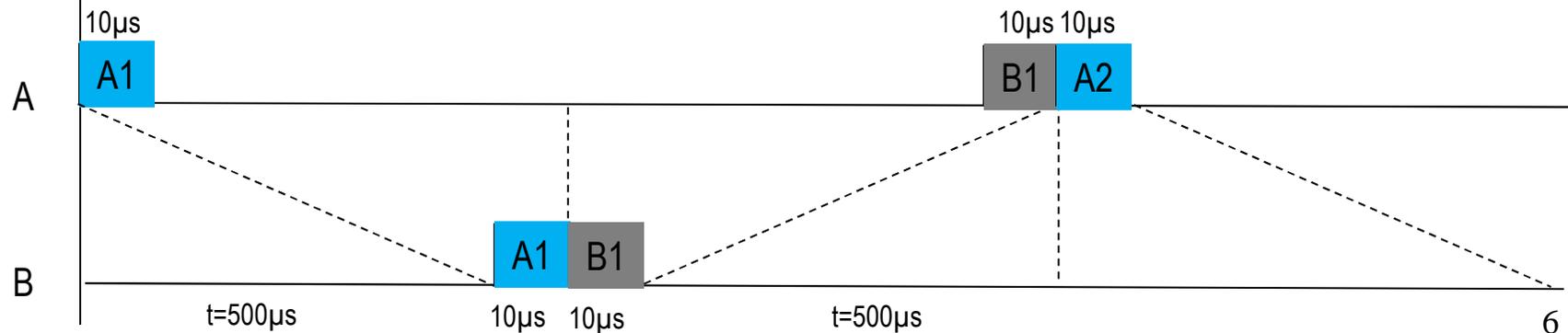
Temps de transmission $T = 10.000/1000.000.000 \equiv 10 \mu s$

Temps de propagation $t = 500 \mu s$

Interval entre 2 transmissions dans le meme sens = $2 \times 510 \mu s$

Vitesse effective da A- > B (et aussi de B- > A) $V = \frac{10.000}{2 \times 510} \equiv 9,8 \text{ Mb/s}$

Temps total = $\frac{8.000.000.000}{10.000} \times 1020 \times 10^{-6} = 816 \text{ s}$

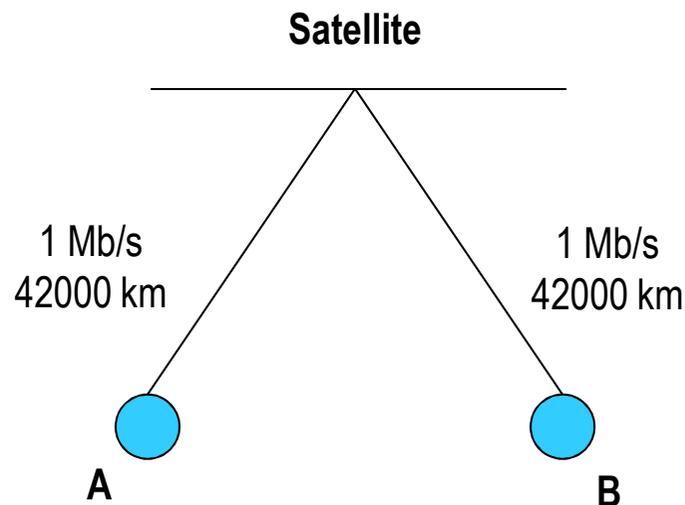


Exercice 4

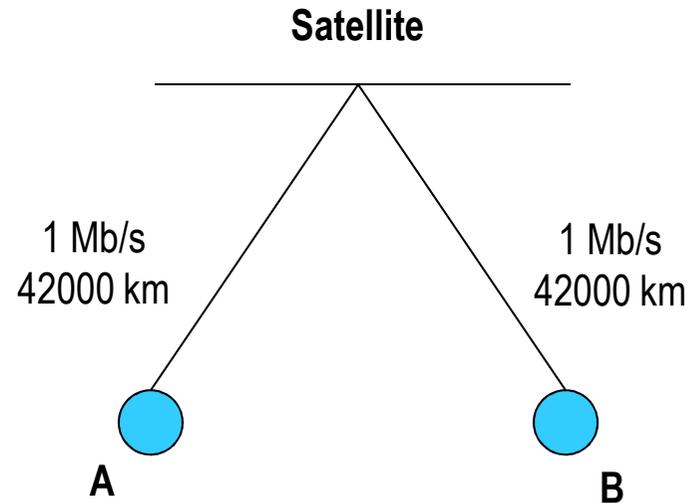
Deux stations, A et B, communiquent en utilisant un satellite géostationnaire, avec une capacité de 1 Mb/s. Le satellite opère comme un relai physique, avec un délai négligeable. Les paquets ont dimension égale à 10000 bit. On suppose que A ait toujours des paquets à envoyer vers B.

Calculer le nombre de paquets qui sont « *in flight* » de A vers B, c'est-à-dire le nombre de paquets qui ont été envoyés par A et qui ne sont pas encore arrivés à B.

La distance de A (et de B) par rapport au satellite est de 42000 km, et la vitesse de propagation du signal est de 300000 km/s.



Exercice 4 - Solution

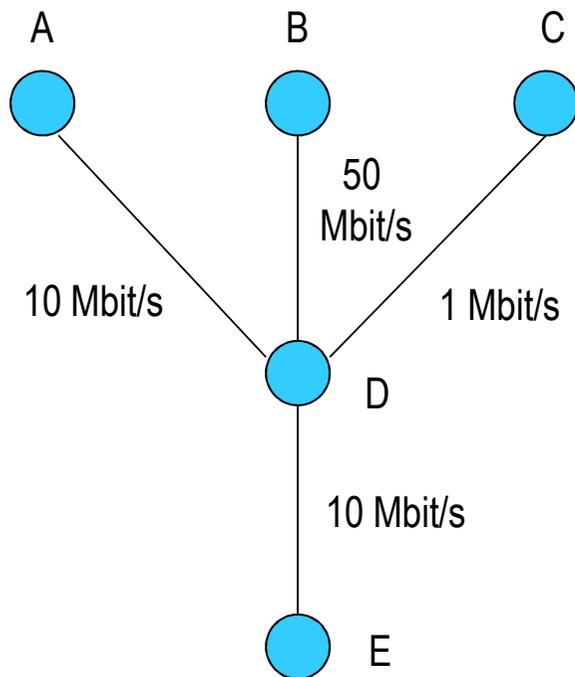


Délai de propagation A---Satellite
et aussi B---Satellite $= \tau = \frac{42000km}{300000km / s} = 0.14s$

Temps de transmission d'un paquet $= T_P = \frac{10^4 bit}{10^6 bit / s} = 0.01s$

Nombre de paquets "in flight" $= \frac{2\tau}{T_P} = 28$ paquets in flight

Exercice 5



A l'instant $t=0$ le nœud A transmet un paquet de 10.000 bit vers le nœud E. Au même instant, le nœud B transmet un paquet de 100.000 bit toujours vers E. Enfin, toujours au même instant $t=0$ le nœud C transmet un paquet de 10.000 bit toujours vers E.

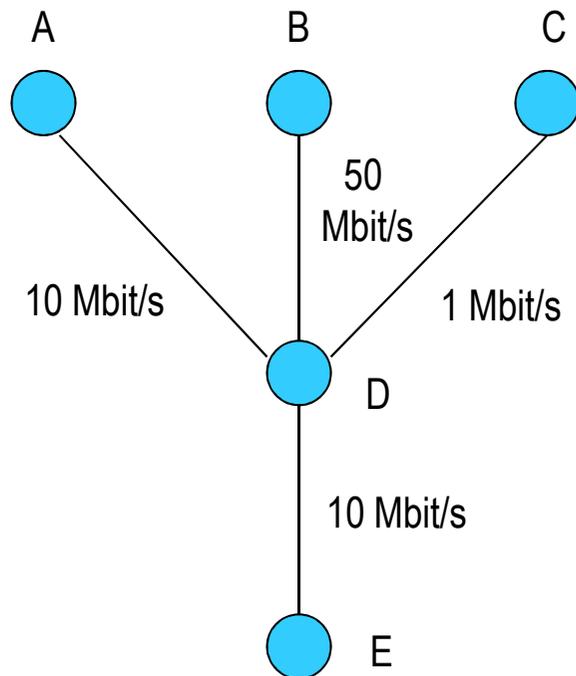
Calculer, pour chacun des 3 paquets, l'instant auquel le tout premier et le tout dernier bit sont reçus en E.

(Les délais de processing dans les nœuds et les délais de propagation sont nuls.)

Le nœud D relaie les paquets vers E avec la politique *premier arrivé, premier servi*.)

Exercice 5 - Solution

Topologie réseau :



Temps de transmission sur les liens A--D, B--D et C--D

$$T_{AD} = \frac{10^4 \text{ bit}}{10^7 \text{ bit / s}} = 1 \text{ ms}$$

$$T_{BD} = \frac{10^5 \text{ bit}}{5 \cdot 10^7 \text{ bit / s}} = 2 \text{ ms}$$

$$T_{CD} = \frac{10^4 \text{ bit}}{10^6 \text{ bit / s}} = 10 \text{ ms}$$

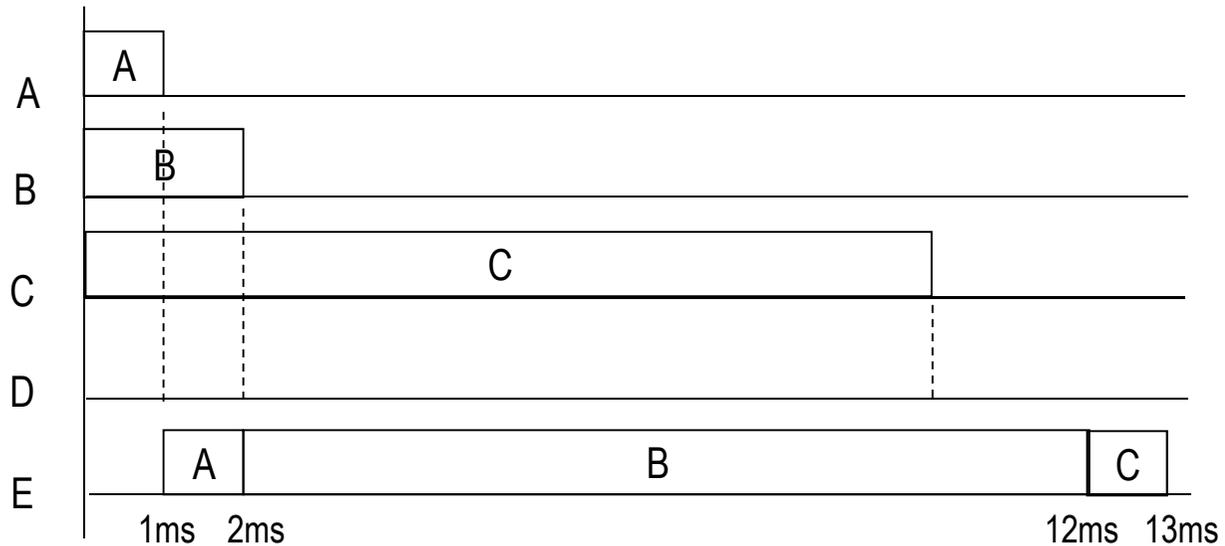
Temps de transmission sur le lien D--E

$$T_{DE}^A = T_{AD} = 1 \text{ ms}$$

$$T_{DE}^B = 10 \text{ ms}$$

$$T_{DE}^C = T_{CD} = 10 \text{ ms}$$

Exercice 5 - Solution



Paquet envoyé par A : le premier bit arrive en E à 1 ms, le dernier à 2 ms

Paquet envoyé par B : le premier bit arrive en E à 2 ms, le dernier à 12 ms

Paquet envoyé par C : le premier bit arrive en E à 12 ms, le dernier à 13 ms