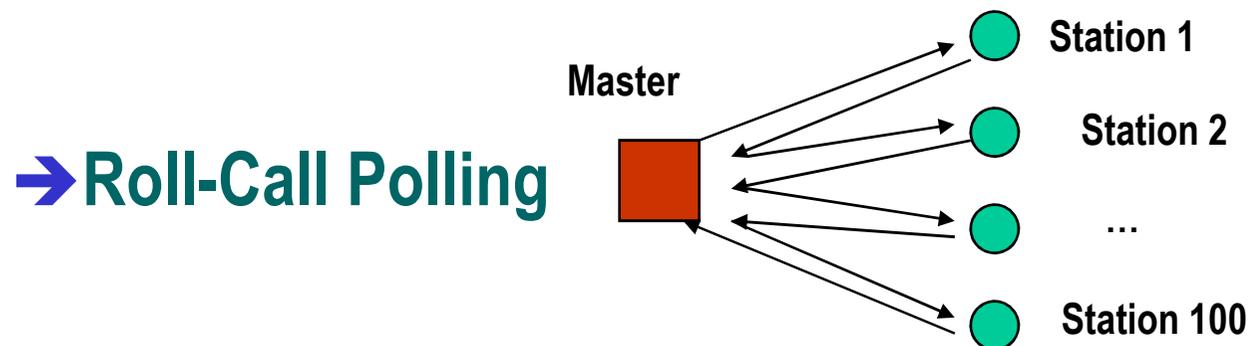


Exercice 1

Calculer l'efficacité du protocole *Roll-Call Polling*, dans le cas où le nombre total de stations soit égal à 100, mais seulement 10 d'entre elles ont toujours de paquets à transmettre.

Les paquets ont une taille de 10000 bit, et le *token* est de 100 bit. Le temps de propagation entre chaque station et le Master est de $10\ \mu\text{s}$, la capacité du canal de 1 Mbit/s.



Exercice 1 - Solution

N=10 stations actives

M=100 stations en total

$$T_P = \frac{10^4}{10^6} = 10ms$$

$$T_T = \frac{100}{10^6} = 100\mu s$$

$$\tau = 10\mu s$$

Temps utile (utilisé pour transmettre des données) = NT_P

Durée totale d'un cycle :

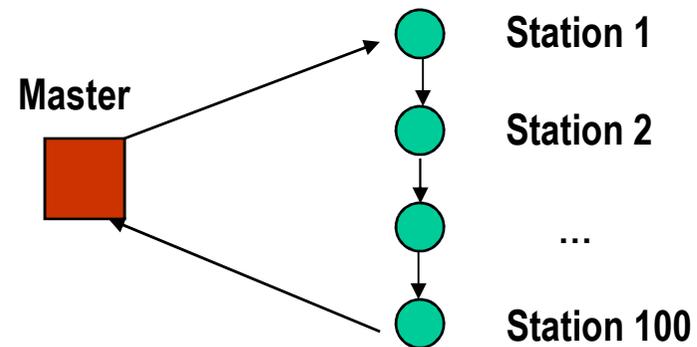
$$(M - N)(2\tau + 2T_T) + N(2\tau + 2T_T + T_P) = 2M(\tau + T_T) + NT_P$$

$$\text{Efficacité : } \eta = \frac{NT_P}{2M(\tau + T_T) + NT_P} = 0.8197$$

Exercice 2

Nous considérons une variante de l'Exercice 1, et nous voulons calculer l'efficacité du protocole *Hub Polling* avec le mêmes hypothèses de l'Exercices 1. Le temps de propagation entre 2 stations soit de $10 \mu\text{s}$.

→ **Hub Polling**



Exercice 2 - Solution

Temps utile (utilisé pour transmettre des données) = NT_P

Durée totale d'un cycle :

$$(M - N)(\tau + T_T) + N(\tau + T_T + T_P) = M(\tau + T_T) + NT_P$$

Efficacité : $\eta = \frac{NT_P}{M(\tau + T_T) + NT_P} = 0.9009$

Exercice 3

Dans un réseau Ethernet à 10 Mb/s, deux nœuds (A et B) tentent l'accès au canal en même temps, et il y a donc collision.

- 1) Calculer la probabilité que la collision se reproduise à la 1ère tentative de retransmission.
- 2) En supposant qu'une nouvelle collision se soit produite, calculer la probabilité que la collision se reproduise à la 2ème tentative de retransmission.

Exercice 3 - Solution

CSMA utilise un algorithme de Backoff : si une collision se produit, le nœud va attendre un nombre aléatoire X de slots. X est tiré d'une façon aléatoire dans l'intervalle :

$$0 \leq X < 2^{\text{\#tentatives de transmission de la meme trame}}$$

1) Dans notre cas, après la 1ère tentative de transmission (et donc, après la première collision, nous avons pour les 2 nœuds): $0 \leq X < 2$

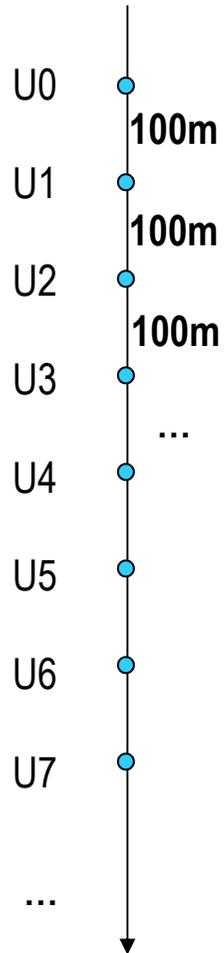
Il y a donc 4 possibilités, c'est à dire $(\mathbf{A=0}, \mathbf{B=0})$ $(A=0, B=1)$ $(A=1, B=0)$ $(\mathbf{A=1}, \mathbf{B=1})$, dont 2 amènent à une nouvelle collision (probabilité $2/4=0.5$)

2) Après cette collision, $0 \leq X < 4$

Et donc il y a 16 cas possibles :

$(\mathbf{0}, \mathbf{0})$ $(0, 1)$ $(0, 2)$ $(0, 3)$ $(1, 0)$ $(\mathbf{1}, \mathbf{1})$ $(1, 2)$ $(1, 3)$ $(2, 0)$ $(2, 1)$ $(\mathbf{2}, \mathbf{2})$ $(2, 3)$ $(3, 0)$ $(3, 1)$ $(3, 2)$ $(\mathbf{3}, \mathbf{3})$,
et donc la probabilité d'une nouvelle collision est de $4/16=0.25$

Exercice 4

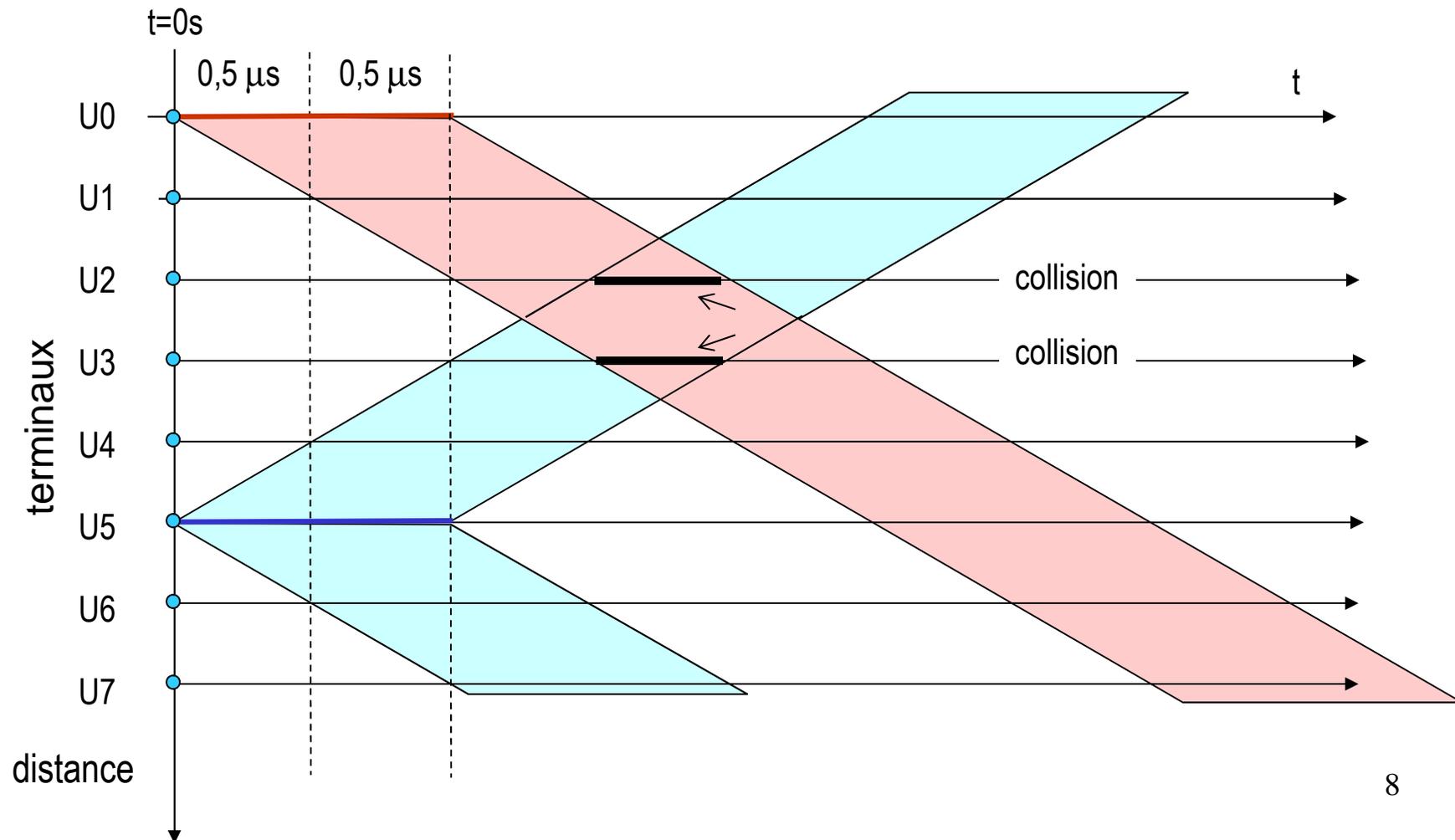


Un réseaux LAN, de capacité égale à 1 Gbit/s, a une longueur de 1 km. 11 terminaux (U0, U1, U2, ... U10) sont connectes à ce réseau, avec une distance de 100 m entre eux (donc, U0 est connecté à une extrémité, U10 à l'autre). Les terminaux U0 et U5 transmettent au même instant ($t=0s$) un paquet de taille 1000 bit chacun. Le délai de propagation est de $5 \mu s/km$.

Préciser, pour chacun des terminaux U0...U10, s'il voit une collision entre les 2 paquets ou pas.

Exercice 4 - Solution

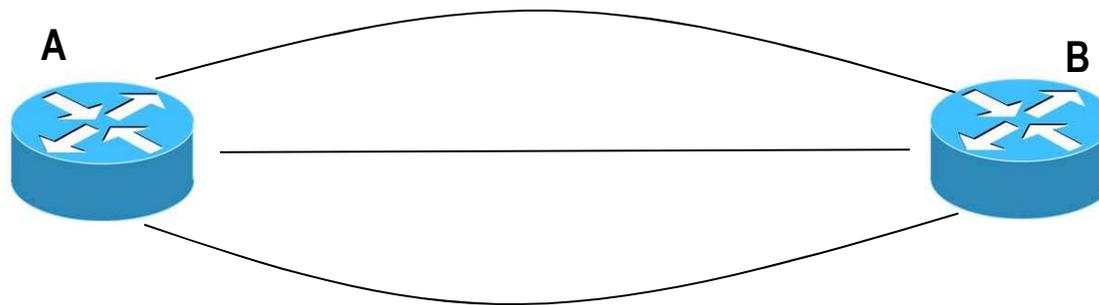
Il suffit de calculer les instants de début et fin réception des 2 paquets pour chaque station. S'ils se superposent (les 2 lignes en **bold** dans le graphique), il y a collision. Graphiquement, le résultat est le suivant:



Exercice 5

Entre les nœuds A et B il y a 3 canaux, de capacité égale à 200 kbit/s chacun. A doit envoyer vers B un message de taille 20000 bit. Le délai de propagation est négligeable.

- 1) En supposant qu'un seul des 3 liens soit utilisé, calculer le temps nécessaire pour transmettre le message vers B.
- 2) On suppose maintenant que A utilise les 3 canaux en parallèle pour communiquer avec B, avec la méthode dite de *multiplexage inverse*. Dans ce cas, le message est coupé en paquets ayant chacun un payload de taille 1000 bit + un en-tête de 100 bit. Calculer le temps nécessaire pour transmettre le message vers B.



Exercice 5 - Solution

1) **Un seul canal** est utilisé :

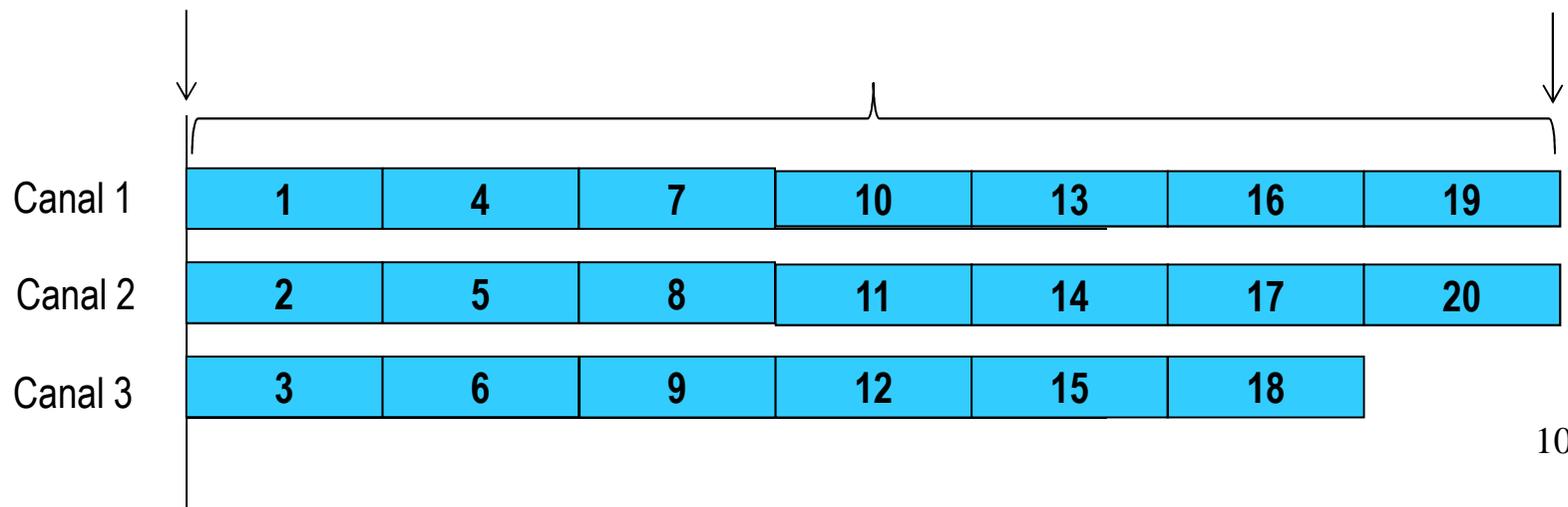
Temps de transmission du message = $20000 \text{ bit} / 200000 \text{ bit/s} = 1/10 = 0.1 \text{ s}$
(100ms)

2) Les **3 canaux** sont utilisés en même temps avec le **multiplexage inverse** :
A transmet donc 20 paquets, chacun de taille 1000 (payload) + 100 (en-tête) = 1100 bit.

7 sont transmis sur le canal 1, 7 sur le 2, 6 sur le 3 (3+3+6=20)

Temps de transmission : il est égal au temps nécessaire pour transmettre 7 paquets de 1100 bits chacun sur le canal 1 de capacité 200 kbit/s :

$7 * 1100 / 200000 \text{ (s)} = 0.0385 \text{ s} = 38.5 \text{ ms}$



Exercice 6

Un système radio cellulaire utilise un accès multiple TDMA pour 100 appels téléphoniques (100 canaux), chacun desquels transporte de la voix codifiée à 32 kbit/s. Le rayon de chaque cellule est de 300 m, le *timing advance* n'est pas utilisé, et on veut que l'efficacité totale du système soit égale à 90%.

Calculer donc:

- ◆ Le temps de garde (*guard time*) nécessaire
- ◆ La longueur (en bit) du *TDMA burst* pour chaque canal (*burst* = nombre de bits transmis par chaque source/appel téléphonique à l'intérieur du slot qui lui est réservé)
- ◆ La durée de la trame (en secondes)
- ◆ Le rythme de transmission du multiplexeur TDMA

La vitesse de propagation du signal est égale à 300000 km/s.

Exercice 6 - Solution

Le temps de propagation τ est égal à $\tau = 1 \mu\text{s}$ et donc le temps de garde est de $2 \mu\text{s}$. Le burst de transmission doit durer au moins T , avec $T/(T+2\tau)=0,9$, ce qui donne $T=18\tau$, c'est à dire :

$$T = 18 \mu\text{s}.$$

La durée de la trame D , avec $T=18\mu\text{s}$ est donc $D=100*(18+2)=2000 \mu\text{s}$, et donc $D=2 \text{ ms}$.

Puisque les bits de chaque appel/de chaque canal (le *burst*) sont générés durant la période de trame, le nombre de bit B d'un burst est $B=32000 \times 0,002=64 \text{ bits}$.

Les B bits du burst doivent être transmis à une vitesse V telle que $T=18 \mu\text{s}$ soit utilisés. Donc la vitesse du multiplexeur TDMA est de $V=64/18=3,555 \text{ Mb/s}$