

**Objectif :** Compréhension d'un protocole d'accès au médium

**Notions abordées :**

- Local Area Network
- Ethernet
- CSMA avec détection des collisions

## 1 Questions de cours

**Question 1** - Comment différencier une adresse de groupe multicast d'une adresse unicast? Est-ce qu'une adresse multicast peut être une adresse source dans une trame Ethernet?

**Question 2** - Si le second bit de poids faible du premier octet d'une adresse MAC est égal à 1, qu'en déduisez-vous?

**Question 3** - Comment un émetteur détecte-t-il une collision? Est-ce qu'un récepteur peut aussi en détecter? Est-ce utile?

**Question 4** - Donner la signification de chaque champ d'une trame 802.3. Quel est l'intérêt du champ taille/type?

## 2 Vitesse de transmission : débit et délai

### 2.1 Le débit

Le débit  $D$  d'une ligne de transmission détermine le temps  $Te(M, D)$  qu'il faut à un équipement pour émettre sur la ligne (ou en extraire) une certaine quantité d'information de  $M$  bits :

$$Te(M, D) = M/D \text{ secondes}$$

Plus le débit est élevé, plus on peut émettre de bits en un temps donné. Cela ne détermine pas le temps de traversée d'un bit sur le réseau mais simplement le temps que son signal occupe sur la liaison. La figure 2.1 schématise une comparaison d'émission de bits selon deux débits : en haut le temps d'émission de 3 bits pour un certain débit ; en bas, celui des 3 mêmes bits sur un débit 10 fois supérieur.

**Exemple** - Pour émettre (injecter dans le réseau) 100 kio sur une liaison de débit 10 Mbit/s, il faut :

$$Te(100\text{kio}, 10\text{Mbit/s}) = \frac{100 \times 2^{10} \times 8\text{bits}}{10000000} = \frac{819200}{10000000} = 0,08192\text{s} = 81,92\text{ms}$$

Inversement, dès que le premier bit parvient au récepteur, sa carte mettra 81,92 millisecondes pour les recevoir tous. NB - Rien n'est dit sur le temps nécessaire à ces bits pour parvenir au récepteur!

**Question 5** - Calculer le temps d'émission d'un message de 450 Mio sur une liaison à 100 Mbit/s.

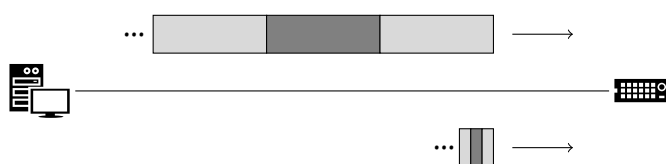


FIGURE 1 – Les bits émis avec un débit 10 fois plus élevé en bas, occupent 10 fois moins de "place" sur le canal

## 2.2 Le délai

Pour parvenir au récepteur, le premier bit doit parcourir la distance qui le sépare de l'émetteur. Le temps nécessaire à ce parcours s'appelle le délai (ou la latence). Il dépend surtout de la distance, (un peu) du support utilisé (câbles, fibres, air, ...) et de la nature de l'onde qui s'y propage (lumière, électricité, ...), et des équipements intermédiaires traversés qui ajoutent un temps de latence. Ce temps peut être négligeable sur de courtes distances (avec une vitesse de propagation qui peut atteindre 200 000 km/s, soit 2/3 de la vitesse de la lumière). Dans le cas d'une transmission entre la Terre et un satellite en orbite géostationnaire à 36 000 km, il est de l'ordre de 0,15 secondes.

Le temps total nécessaire à la transmission d'un message entre deux équipements sur une liaison est donc la somme du temps d'émission du message (ou de son extraction en réception mais pas les deux) et du délai d'acheminement d'un bit.

**Question 6** - Supposons qu'un drone, pouvant transporter un disque SSD de 1 To vole à la vitesse de 18 km/h. Jusqu'à quelle distance le drone possède-t-il une plus grande vitesse de transmission qu'une liaison réseau à 1 Gbit/s? On néglige ici le temps de propagation des bits sur le réseau (quelques microsecondes) où seul le débit sera pris en compte. Pour le drone, c'est l'inverse. On ne tient compte que du délai de propagation (du drone), et on néglige le temps qu'il faut pour l'équiper et le faire décoller.

## 3 Contrôle d'accès au médium

**Question 7** - Soit 3 machines A, B et C dans un réseau local qui communiquent en utilisant un protocole CSMA sans détection de collision. Simulez l'exécution du protocole en mode 1-persistant puis non persistant sachant que :

- Station A initie 2 émissions à  $t=0$  pour une durée de 10 et à  $t=23$  pour une durée de 3  
générateur aléatoire : 3, 6, 7
- Station B initie 1 émission à  $t=2$  pour une durée de 4  
générateur aléatoire : 7, 3, 8
- Station C initie 2 émissions à  $t=3$  pour une durée de 5 et à  $t=22$  pour une durée de 7  
générateur aléatoire : 4, 3, 4

Quelles sont les propriétés que l'on peut observer sur ce protocole ?

Si ce protocole était utilisé pour les communications sur Internet ( $\approx 2^{32}$  stations), combien de temps d'émission serait disponible par an pour chaque station ?

**Question 8** - Soit un réseau Ethernet à 10 Mb/s utilisant la technique d'accès au médium CSMA/CD :

- Quelle est la durée d'émission d'une trame de taille minimale (64 octets) et maximale (1522 octets) ?
- Quel est le temps d'attente maximal avant l'émission réussie d'une trame ?
- Mêmes questions sur un réseau à 100 Mb/s.
- Supposons que deux émetteurs entrent en collision sur leurs  $k$  premières tentatives d'émission. Durant la tentative suivante, un troisième émetteur entre en collision avec les deux premiers. Est-ce que les trois émetteurs auront les mêmes chances d'émettre par la suite ? Comment cela évolue-t-il en fonction de  $k$  ? Est-ce équitable ?

## 4 Décodage de trame

**Question 9** - Décodez les trames suivantes. Notez qu'elles ne contiennent pas le Frame Check Sequence.

```
0000  00 00 5e 00 01 33 18 a9 05 b2 cf 1b 08 00 45 00  ..^..3.....E.
0010  01 9a 60 08 40 00 40 06 4a 29 82 4f c0 ca 82 4f  ..^.@.@.J).O...O
0020  c9 c3 bb 97 00 50 41 e2 d6 ac dd 25 90 d0 80 18  ....PA....%....
0030  00 e5 90 b9 00 00 01 01 08 0a 0c ea b6 ad 3c cb  ....<.

0000  ff ff ff ff ff ff 00 26 88 d3 d8 f6 08 06 00 01  ....&.....
0010  08 00 06 04 00 01 00 26 88 d3 d8 f6 82 4f c0 fc  ....&.....O..
0020  00 00 00 00 00 00 82 4f c0 d9 00 00 00 00 00  ....O.....
0030  00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00  ....
```