

# Principe et architecture des réseaux

## Exercices

IUT de Villetaneuse — R&T 1<sup>re</sup> année

Responsable du cours : Laure PETRUCCI

25 octobre 2023

## TD 1 Codage et transfert des informations (1 h 50)

TD noté. Groupes de 4 personnes. 1 compte-rendu par groupe à rendre à l'enseignant après 1 h 50.

### Exercice 1.1 : Codage d'une feuille A4 (20 mn)

Soit une feuille de papier A4. On désire coder l'image sur cette feuille avec une résolution de 600 points/pouce<sup>2</sup>. On rappelle que 1 *pouce* = 25,4 mm et qu'une feuille A4 mesure 210 sur 297 mm.

**Question 1 :** Combien d'octets sont nécessaires pour coder l'image en noir et blanc ?

**Question 2 :** On souhaite maintenant coder cette image avec 256 niveaux de gris. Combien d'octets sont nécessaires ?

**Question 3 :** Traduire en kibi-octets (Kio) les réponses des questions précédentes.

### Exercice 1.2 : Transmission par satellite (20 mn)

Pour transmettre des messages entre deux points  $A$  et  $B$ , on utilise un satellite géostationnaire  $S$  situé à 36 000 km de la terre. Les messages font 1 518 octets et le débit de la voie utilisée pour émettre les messages vers le satellite depuis  $A$  et  $B$  est de 10 Mb/s.

**Question 1 :** Quel est le délai total d'acheminement d'un message de  $A$  vers  $B$  ?

**Question 2 :** On utilise une procédure dite *d'attente réponse* :  $A$  envoie un message vers  $B$  et attend que  $B$  acquitte ce message pour en envoyer un autre. La longueur du message d'acquiescement est de 64 octets.

Calculer le taux d'utilisation de la voie, c'est-à-dire le rapport du nombre de *bits de message* effectivement transmis par unité de temps au débit nominal de la voie (c'est-à-dire 10 Mb/s).

### Exercice 1.3 : Temps d'acheminement sur un bus (30 mn)

On considère une architecture physique et logique en bus. Deux stations sur ce bus,  $A$  et  $B$ , sont distantes de 2 500 m. Le débit est 10 Mb/s. Au temps  $t_0$ ,  $A$  décide d'émettre une trame de 64 octets.

**Question 1 :** Calculer le temps d'acheminement de cette trame jusqu'à  $B$ , sachant que la vitesse de propagation des signaux est 200 000 km/s.

**Question 2 :** Au temps  $t = t_0 + 10 \mu s$ ,  $B$  décide d'émettre à son tour une trame. Cela pose-t-il un problème ?

**Question 3 :** Le schéma de la figure 1 représente les transmissions de messages par  $A$  et  $B$ . La constante  $t_0$  représente le moment de la transmission du premier bit de la trame.

À quoi correspondent les temps  $t_1$ ,  $t_2 - t_0$ ,  $t_3 - t_0$ ,  $t_4 - t_2$ ,  $t_4 - t_3$  et  $t_4 - t_0$  ? Quelles sont leurs valeurs ?

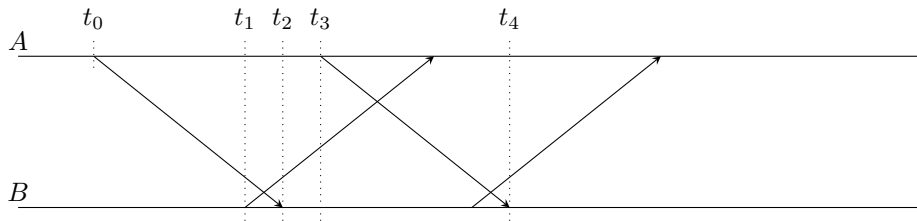


FIGURE 1 – Échange de messages entre les machines  $A$  et  $B$

### Exercice 1.4 : Anneau sur étoile (40 mn)

Pour définir une architecture logique en anneau sur une architecture physique en étoile, on propose le schéma de la figure 2 : chaque station envoie l'information à l'élément central qui la retransmet à la station suivante.

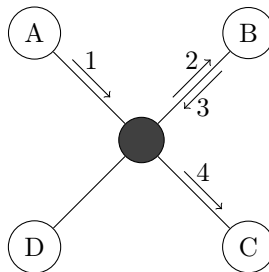


FIGURE 2 – Exemple d'envoi de la station  $A$  à la station  $C$

On considère un réseau de  $N$  stations dont l'architecture logique est en anneau et l'architecture physique en étoile. Soit  $L$  la distance séparant chaque station du nœud central. La vitesse de propagation des signaux électriques est  $V$ . Le débit de la ligne exprimé en  $b/s$  est  $D$ .

**Question 1 :** Exprimer le temps de propagation des signaux entre deux stations les plus éloignées possible sur ce réseau. On négligera les retards subis lors de la traversée des équipements.

**Question 2 :** On suppose que les différents nœuds du réseau, ainsi que le nœud central, attendent d'avoir entièrement reçu un message avant de l'analyser. Si le message ne leur est pas destiné, ils le retransmettent. Exprimer le délai total d'acheminement d'un message de taille  $n$  bits entre deux stations les plus éloignées possibles.

**Question 3 :** On suppose maintenant que le nœud central du réseau ré-émet immédiatement le message qu'il reçoit vers la station suivante. La traversée du nœud central induit un retard  $\tau_c$ . Chaque station, lors de la réception d'un message, analyse seulement l'entête (c'est-à-dire le début) du message pour savoir s'il leur est destiné. Si ce n'est pas le cas, la station retransmet le message immédiatement. Ceci induit un retard  $\tau_s$ .

Exprimer le délai total d'acheminement d'un message de taille  $n$  bits entre deux stations les plus éloignées possibles.

## TD 2 Fragmentation IP (45 mn)

TD noté. Groupes de 4 personnes. 1 compte-rendu par groupe à rendre à l'enseignant après 45 mn.

### Exercice 2.1 : Fragmentation et assemblage

On considère trois réseaux locaux liés en séquence par deux routeurs, comme indiqué dans la figure 3.

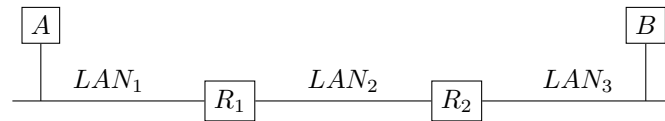


FIGURE 3 – Structure physique d'un réseau

La taille maximale d'un paquet sur le premier réseau est de 5 000 octets, sur le second 2 000 octets, et 1 000 octets sur le troisième. Une machine *A* connectée au premier réseau envoie un paquet à une machine *B* connectée au troisième réseau. Donner les paquets circulant sur les trois réseaux sous la forme :

(@IP source, @IP destination, identification, DF, MF, offset, taille, TTL)

La machine *A* envoie initialement le paquet (A,B,1234,0,0,0,4000,250).

## TD 3 Détection et correction d'erreurs (1 h 45)

TD noté. Groupes de 4 personnes. 1 compte-rendu par groupe à rendre à l'enseignant après 1 h 45.

### Exercice 3.1 : Codes à contrôle de parité (15 mn)

On souhaite transmettre le message  $M = \ll \text{Futur} \gg$ . Les codes ASCII des caractères sont (en hexadécimal) :

F	u	t	r
46	75	74	72

**Question 1 :** Quel est le message transmis en utilisant un VRC+LRC pair ?

### Exercice 3.2 : Code de Hamming (30 mn)

Soit  $C$  le code correcteur d'erreur suivant.

Message	Bits de contrôle
000	00
001	11
010	10
011	01
100	11
101	10
110	01
111	00

Calculons les distances entre les paires de mots différents :

00000	X							
00111	3	X						
01010	2	3	X					
01101	3	2	3	X				
10011	3	2	3	4	X			
10110	3	2	3	4	2	X		
11001	3	4	3	2	2	4	X	
11100	3	4	3	2	4	2	2	X
00000	00111	01010	01101	10011	10110	11001	11100	

**Question 1 :** Quelle est la distance de Hamming de ce code ?

**Question 2 :** Combien d'erreurs peut-il détecter ? corriger ?

**Question 3 :** On reçoit le message  $m = 10110$ . Quel était le message envoyé ?

**Question 4 :** On reçoit le message  $m = 11101$ . Quel était le message envoyé ?

**Question 5 :** On reçoit le message  $m = 00001$ . Quel était le message envoyé ?

### Exercice 3.3 : Code polynomial (1 h)

Une entité  $A$  utilise un code de polynôme générateur  $G(x) = x^5 \oplus x^3 \oplus x \oplus 1$  pour transmettre le message  $M = 10110010$  à une entité  $B$ .

**Question 1 :** Quel est le message  $M'$  transmis par  $A$  ?

**Question 2 :** L'entité  $A$  reçoit un message  $m' = 1100001111001$  (qui n'a aucune relation avec le message  $M'$  de la question précédente). Ce message est-il correct ?

**Question 3 :** Le code utilisé permet-il de détecter les erreurs simples ?

**Question 4 :** Le code utilisé permet-il de détecter les erreurs en nombre impair ?

**Question 5 :** Le code utilisé permet-il de détecter les erreurs doubles ?