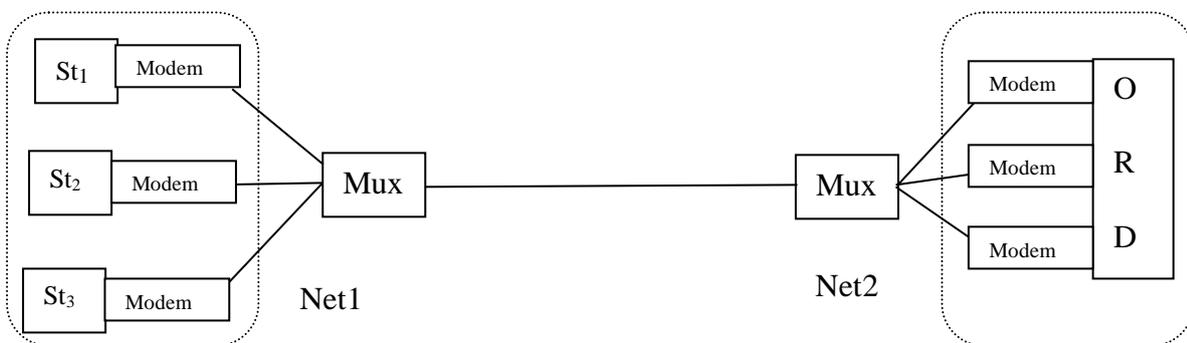


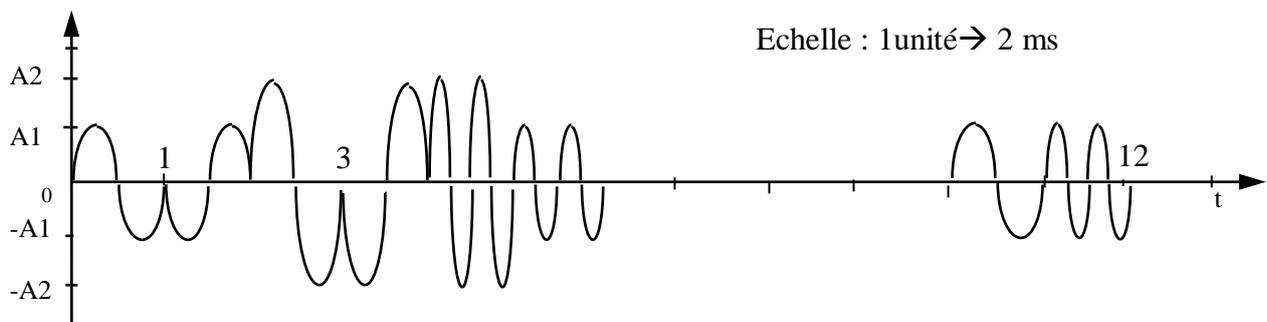
Epreuve de moyenne Durée
 Durée : 1h30

Exercice 1 (9 points)

Deux réseaux locaux distants Net_1 et Net_2 sont reliés par l'intermédiaire d'une ligne Haute vitesse et deux multiplexeurs/démultiplexeurs (MUX1 et MUX2). Les MUX/DEMUX, distants de 300 km, se basent sur un multiplexage temporel synchrone pour l'envoi des messages entre les deux réseaux.



Trois stations du réseau Net_1 St_1 , St_2 et St_3 , reliées à MUX1, communiquent avec un ordinateur central ORD du réseau Net_2 , via des modems de même rapidité de modulation. Le signal envoyé sur la ligne Haute vitesse et correspondant à ces communications est donné par le schéma suivant.



- 1) En supposant qu'on envoie 2 états multiplexeurs par quantum, donnez sa valeur.
- 2) Donnez les messages correspondants à chaque machine St_i en supposant que le message représenté par le signal envoyé sur la ligne principal est 10 00 11 01 11 01 10 01
- 3) Calculer la rapidité de modulation des modems reliés aux stations St_i .
- 4) Détaillez le type de modulation utilisé par chaque modem.
- 5) Représentez le message 110110000111 tel qu'il serait envoyé par le modem de St_3 sur la ligne basse vitesse.
- 6) Calculer le temps de transfert du message précédent (question 5), de St_3 entre les deux MUX, sachant que la vitesse de propagation sur la ligne Haute vitesse est de 15 km/s.

On suppose que St_3 utilise un codage polynomial $C(4,2)$ pour le contrôle d'erreur avec $G(x) = x^2 + 1$.

- 7) Donner le circuit correspondant à $G(x)$.
 8) Vérifier en utilisant le circuit si le message de S_{t_3} (question 5) est correct.

Exercice 2 : (12 points)

Soient les tables de routage des routeurs R_1 , R_2 , R_3 et R_4 :

R_1		R_2		R_3		R_4	
@ dest.	Voisin						
130.15.0.0	Direct	130.15.0.0	@ (R1)	130.15.0.0	@ (R2)	130.15.0.0	@ (R1)
135.47.0.0	@ (R2)	135.47.0.0	Direct	135.47.0.0	@ (R2)	135.47.0.0	@ (R3)
180.15.0.0	@ (R2)	180.15.0.0	@ (R3)	180.15.0.0	Direct	180.15.0.0	@ (R3)
220.5.8.0	Direct	220.5.8.0	@ (R1)	220.5.8.0	@ (R2)	220.5.8.0	@ (R1)
196.0.1.0	@ (R2)	196.0.1.0	Direct	196.0.1.0	@ (R2)	196.0.1.0	@ (R3)
192.9.0.0	Direct	192.9.0.0	@ (R1)	192.9.0.0	@ (R2)	192.9.0.0	@ (R1)
Autres	@ (R4)	autres	@ (R3)	Autres	@ (R4)	Autres	sortie internet

Les réseaux de classe C contiennent au plus une cinquantaine de machines. Ceux de classe B contiennent au plus un millier de machines et ceux de classe A contiennent au plus une vingtaine de millier de machines. Par ailleurs, les réseaux $196.0.1.0$ et $220.5.8.0$ possèdent respectivement des MTU (*taille maximale d'un paquet*) de 4000 et 1500 octets, alors que sur les liens point à point entre les routeurs, il est de 2000 octets. Nous assumons que le réseau $130.15.0.0$ est un 10 Broad 36 ; $135.47.0.0$ est un FDDI ; $180.15.0.0$ est un 100 Base FX ; $220.5.8.0$ est un 10 Base T ; $196.0.1.0$ est un 10 base 2 et $192.9.0.0$ est un 10 Base 5.

- 1) Donner l'architecture du réseau d'interconnexion en explicitant les équipements et les câblages utilisés dans chacun des réseaux.
- 2) Décrire les opérations effectuées sur le paquet lorsqu'une machine d'adresse IP $196.0.1.49$ transmet un datagramme de 3320 octets vers une autre machine d'adresse IP $220.5.8.49$. Donner le résultat de ces opérations.
- 3) En assumant que le réseau utilise TCP/IP; Donner la structuration et le contenu dans le détail du datagramme IP encapsulant un message de basse priorité, ayant une taille de 25 octets envoyé par la station $220.5.8.49$ à toutes les machines de son réseau.

Remarque: Si certains champs sont non renseignés laisser vide. En supposera que les entêtes ne contiennent pas d'options.

- 4) Réorganiser le système d'adressage afin d'économiser le nombre d'adresses, en précisant les adresses des sous réseaux.
- 5) Donner alors les nouvelles tables de routage, précisez les adresses attribuées aux routeurs.
- 6) Donner les changements à apporter aux tables de routage si un début de congestion se produit au niveau du routeur R_3 .

Bon courage.

CORRECTION

Exercice 1 (9 points)

Quest 1) Un état multiplexeur dure une unité de temps soit $t_{mux}=2\text{ ms}$ (0,25 pts)

$$Q=2 \times t_{mux}=4\text{ ms} \quad (0,5\text{ pts})$$

Quest 2)

St₁ envoie durant le premier quantum : 1000 (0,25 pts)

St₂ envoie durant le second quantum : 1101 (0,25 pts)

St₃ envoie durant le troisième et le dernier quantum : 1101 1001 (0,25 pts)

Quest 3) Calculons la rapidité :

$$R_{mux} = 1/t_{mux} = 500\text{ bauds} \quad (0,25\text{ pts})$$

$$R_{sti} = R_{mux}/3 = 166\text{ bauds} \quad (0,25\text{ pts})$$

Quest 4) D'après le signal on a 8 états pour 16 bits donc $n=2 \rightarrow V=2^n=4$

Le modem de St₁ utilise une modulation par amplitude (A1, A2) et par phase ($\phi_1=0$, $\phi_2=\pi$) (0,5 pts)

Le modem de St₂ utilise une modulation par amplitude (A1, A2) et par phase ($\phi_1=0$, $\phi_2=\pi$) (0,5 pts)

Le modem de St₃ utilise une modulation par amplitude (A1, A2) et par fréquence ($f_1=166$, $f_2=333$)

(0,75 pts)

Ques 4)

$$\text{On a : } t_{st3} = 1/R_{st3} = 6\text{ ms} \quad (0,25\text{ pts})$$

D'après le signal nous déduisons la correspondance suivante :

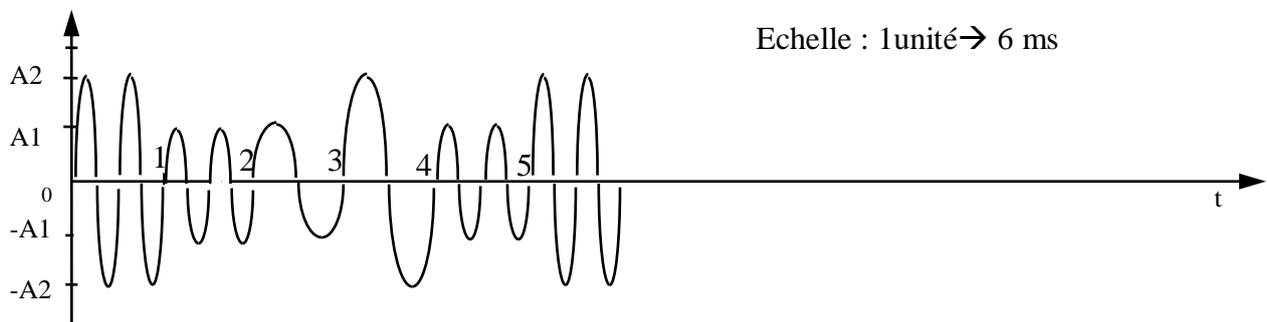
00 \rightarrow f1 A2 (par élimination)

10 \rightarrow f1 A1

01 \rightarrow f2 A1

11 \rightarrow f2 A2 (0,5 pts)

Nous devons envoyer : 11 01 10 00 01 11 (0,75 pts)



Ques 6)

$$T_{tf} = T_{pr} + T_{ts}$$

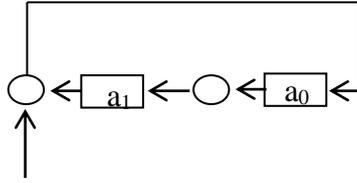
le message contient 6 états donc il faut 3 allocations de quantum à St₃, donc 3 scrutations.

$$T_{ts} = 3 \times \text{nbre de lignes} \times Q = 3 \times 3 \times 4 = 36\text{ ms} \quad (0,75\text{ pts})$$

$$T_p = \text{Distance} / \text{Vitesse} = 300/15 = 20\text{ sec} \quad (0,5\text{ pts})$$

$$T_{tf} = 20,036\text{ sec} \quad (0,25\text{ pts}).$$

Ques 7) on a à faire à un code C(4,2) le circuit correspondant à G(x) est : **(0,5 pts)**



Il faut vérifier les 3 blocs (de 4 bits chacun) indépendamment. 1101 1000 0111

x_i	x_i+a_1	a_0	a_1
		0	0
1	1	1	0
1	1	1	1
0	1	1	1
1	0	0	1

Mal reçu **(0,5 pts)**

x_i	x_i+a_1	a_0	a_1
		0	0
1	1	1	0
0	0	0	1
0	1	1	0
0	0	0	1

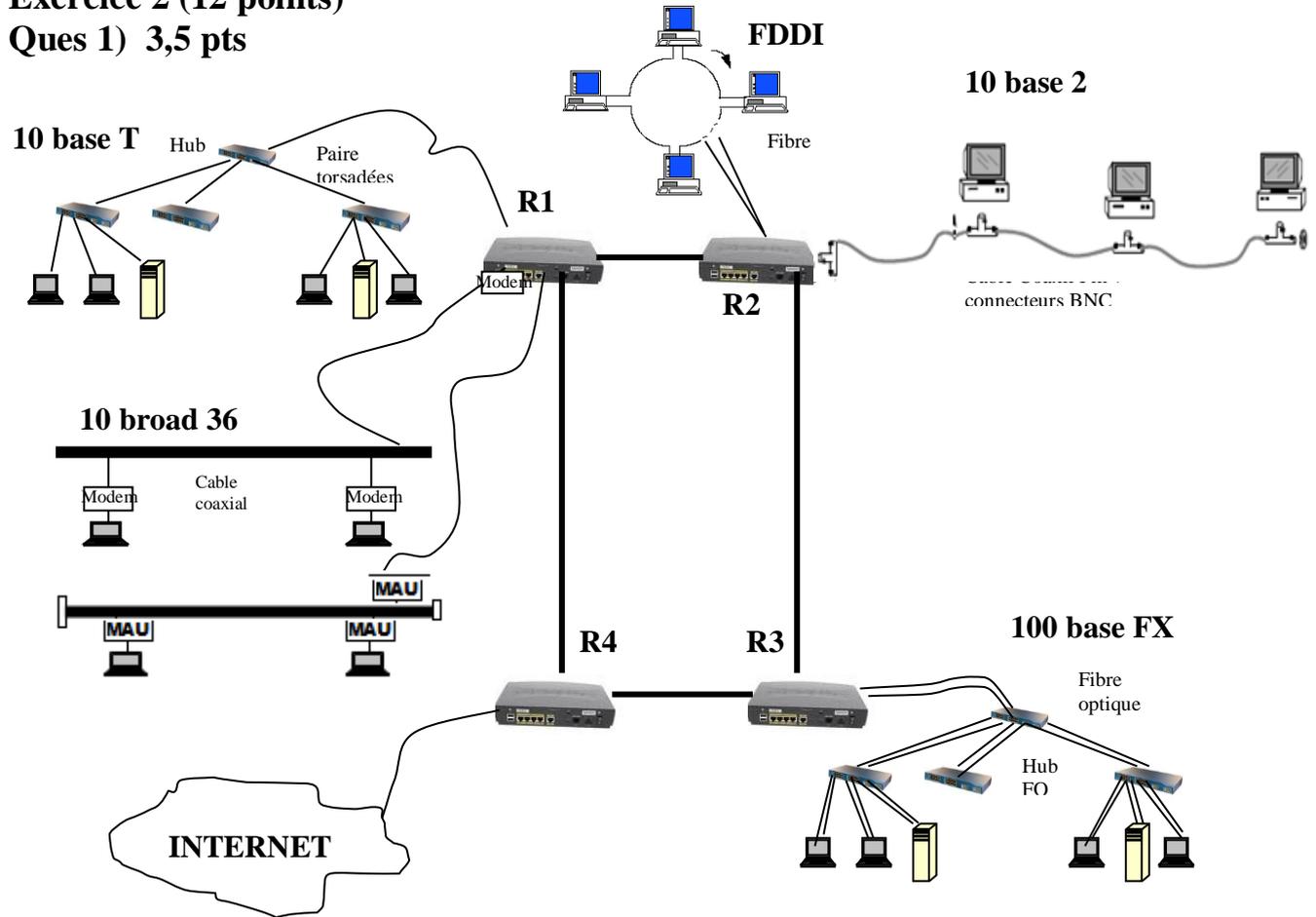
Mal reçu **(0,5 pts)**

x_i	x_i+a_1	a_0	a_1
		0	0
0	0	0	0
1	1	1	0
1	1	1	1
1	0	0	1

Mal reçu **(0,5 pts)**

Exercice 2 (12 points)

Ques 1) 3,5 pts



Ques 2)

- Première fragmentation entre (R2 et R3) MTU =2000

1er fragment : taille = 2000 ; A=0 ; B=1 et Depl= 0

2nd fragment : taille = 1340 ; A=0 ; B=0 et Depl= 1980

(0,5 pts)

- Seconde fragmentation (100 base FX) MTU =1500

Issu du premier fragment, on obtient deux nouveaux fragments

1er fragment : taille = 1500 ; A=0 ; B=1 et Depl= 0

2er fragment : taille = 520 ; A=0 ; B=1 et Depl= 1480

Le second fragment de la première fragmentation est inchangé

3rd fragment : taille = 1340 ; A=0 ; B=0 et Depl= 1980

(0,75 pts)

Ques 3) (1,5 pts)

0100 Ver	0101 LongE	000 ????? TOS	45 Longueur totale	
? identification			0 0 0 drapeaux	? Déplacement
? TTL		? Protocole	? Total de contrôle d'erreur	
220.5.8.49				
220.5.8.255				

Ques 4)

Une adresse de classe B est nécessaire vu le nombre de machines

Nous considérons l'adresse 140.150.0.0 **(0,25 pts)**

7 réseaux à adresser ; 3 bits sont utilisés pour le masque. Le masque est : 255.255.224.0

(0,5 pts)

Les plages des adresses pour les réseaux **(1 pts)**

130.15.0.0 (000) : [140.150.0.0 ; 140.150.31.255]

135.47.0.0 (001) : [140.150.32.0 ; 140.150.63.255]

180.15.0.0 (010) : [140.150.64.0 ; 140.150.95.255]

220.5.8.0 (011) : [140.150.96.0 ; 140.150.127.255]

196.0.1.0 (100) : [140.150.128.0 ; 140.150.159.255]

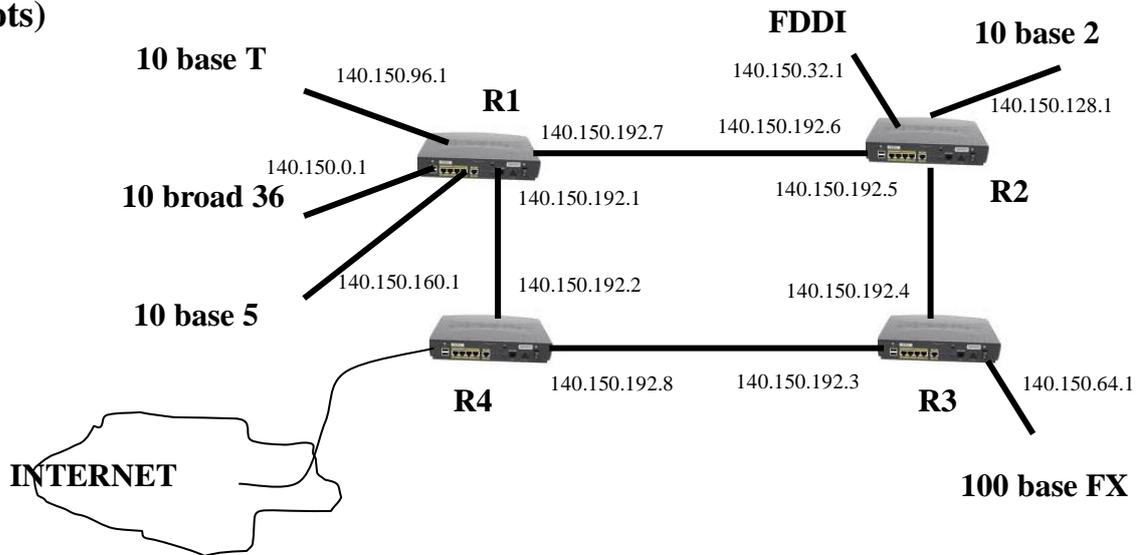
192.9.0.0 (101) : [140.150.160.0 ; 140.150.191.255]

Point à points (101) : [140.150.192.0 ; 140.150.223.255]

Les tables de routage : **(1,5 pts)**

<i>R1</i>		<i>R2</i>		<i>R3</i>		<i>R4</i>	
@ dest.	Voisin	Voisin		voisin		voisin	
140.150.0.0	140.150.0.1	140.150.192.7		140.150.192.5		140.150.192.1	
140.150.32.0	140.150.192.6	140.150.32.1		140.150.192.5		140.150.192.3	
140.150.64.0	140.150.192.6	140.150.192.4		140.150.64.1		140.150.192.3	
140.150.96.0	140.150.96.1	140.150.192.7		140.150.192.5		140.150.192.1	
140.150.128.0	140.150.192.6	140.150.128.1		140.150.192.5		140.150.192.3	
140.150.160.0	140.150.160.1	140.150.192.7		140.150.192.5		140.150.192.1	
Autres	140.150.192.2	140.150.192.4		140.150.192.8		sortie internet	

1,5 pts)



Ques 6) 1pts

Il faut router une partie du trafic transitant vers R3 vers R1.
Les modifications sont en gras

<i>R1</i>		<i>R2</i>		<i>R3</i>		<i>R4</i>	
@ dest.	Voisin	Voisin	Voisin	Voisin	Voisin	Voisin	Voisin
140.150.0.0	140.150.0.1	140.150.192.7	140.150.192.5	140.150.192.5	140.150.192.1	140.150.192.1	140.150.192.1
140.150.32.0	140.150.192.6	140.150.32.1	140.150.192.5	140.150.192.5	(140.150.192.1)	140.150.192.3	140.150.192.1
140.150.64.0	140.150.192.6	140.150.192.4	140.150.64.1	140.150.64.1	140.150.192.3	140.150.192.1	140.150.192.1
140.150.96.0	140.150.96.1	140.150.192.7	140.150.192.5	140.150.192.5	140.150.192.1	140.150.192.1	140.150.192.1
140.150.128.0	140.150.192.6	140.150.128.1	140.150.192.5	140.150.192.5	(140.150.192.1)	140.150.192.1	140.150.192.1
140.150.160 0	140.150.160.1	140.150.192.7	140.150.192.5	140.150.192.5	140.150.192.1	140.150.192.1	140.150.192.1
Autres	140.150.192.2	(140.150.192.7)	140.150.192.8	140.150.192.8	sortie internet	sortie internet	sortie internet

Correction du controle

1) La Taille du Code est $C(n, k)$ $n=6$ (taille du registre X) $k=3$ (nombre de lignes de bus u_i)
(1pts)

2) $X_1 = u_1$; $X_2 = u_2$; $X_3 = u_3$; $X_4 = u_2 + u_1$; $X_5 = u_3 + u_1$; $X_6 = u_2$ **(1,5 points)**

$$G = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 \end{pmatrix} \quad \text{(1,pts)}$$

$$H = \begin{pmatrix} 1 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \quad \text{(0,5 pts)}$$

3) Codage

$$X = U G$$

$000 \rightarrow 000\ 000$; $111 \rightarrow 111\ 001$; $110 \rightarrow 110\ 011$; $011 \rightarrow 011\ 111$; $101 \rightarrow 101\ 100$
(2,5 pts)

4) Il faut calculer la distance de hamming minimale entre les 8 mots du code

On trouve $D_{\min} = 2 = 2d$ il faut détailler **(1,5 pts)**

Donc ce code détecte ($d = 1$) erreur et corrige ($d-1=0$) erreur. **(1pts)**

5) Pour le décodage on multiplie $Y H = S$ pour calculer le vecteur syndrome

$(110\ 001) H = S_1 = (0,1,0)$ il y a une erreur dans le premier bloc **(1,5 pts)**

$(010\ 000) H = S_2 = (1,0,1)$ il y a une erreur dans le second bloc **(1,5 pts)**

Les erreurs ne peuvent pas être corrigées car le code n'est pas un code correcteur **(1pts)**

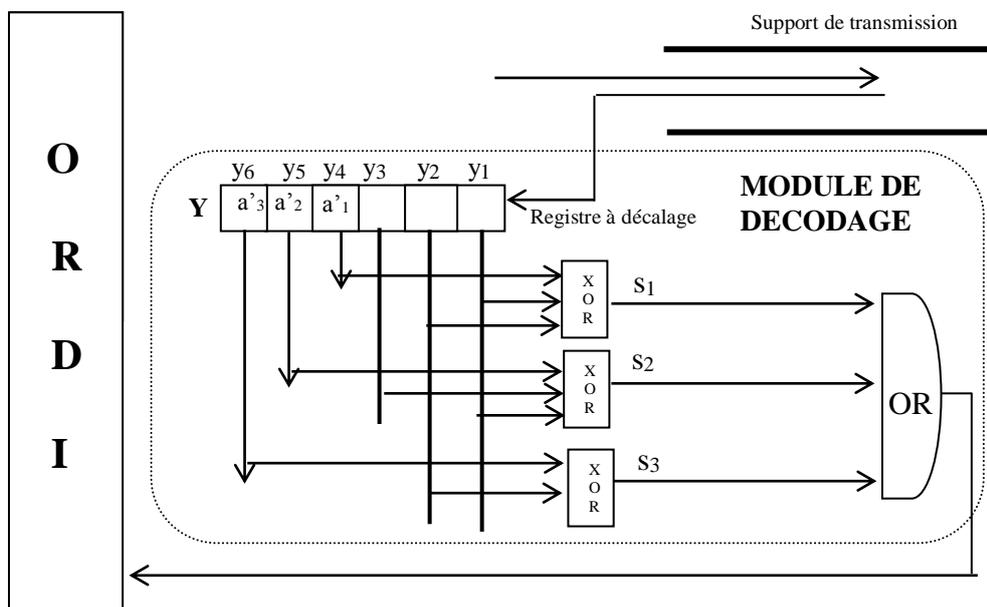
6) **Circuit de décodage 1,5**

$$S_1 = Y_1 + Y_2 + Y_4$$

$$S_2 = Y_1 + Y_3 + Y_5$$

$$S_3 = Y_2 + Y_6$$

(5 pts)



Réprésentons le signal de M_1 : $M_{S1}=011\ 111$

000 \rightarrow f_1 , A_1 , $\varphi=0$; 001 \rightarrow f_1 , A_2 , $\varphi=0$;

010 \rightarrow f_1 , A_3 , $\varphi=0$; 011 \rightarrow f_1 , A_4 , $\varphi=0$;

100 \rightarrow f_2 , A_1 , $\varphi=0$; 101 \rightarrow f_2 , A_2 , $\varphi=0$;

110 \rightarrow f_2 , A_3 , $\varphi=0$; 111 \rightarrow f_2 , A_4 , $\varphi=0$;

Nous devons envoyer : 011 111 (0,75 pts)

Nous représentons le signal de M_2 : $M_{S2}=10001101$.

0 \rightarrow f_3 , A_1 , $\varphi=0$; 1 \rightarrow f_3 , A_1 , $\varphi=0$;

