

Epreuve de Rattrapage RESEAUX Durée : 1h30

Exercice 1 (10 points)

Soit un code linéaire utilisant la matrice P suivante :

$$P = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 1 & 1 & 0 \end{pmatrix}$$

- 1) Donner les dimensions de ce code
- 2) Donner les matrices de codage et de décodage
- 3) Coder le message A=101111011110.
- 4) Combien d'erreurs ce code détecte-t-il et corrige-t-il ? justifier.
- 5) Vérifier si le message B=1111000100010110 est bien reçu.
- 6) Si oui, peut-on corriger automatiquement cette séquence, justifier.
- 7) Tracer les circuits de codage et de décodage et de correction.
- 8) Soit le débit de transmission égale à 3000 bps. Représentez le message de la question 5 en modulation de base utilisant 2 fréquences $f_1=2000$, $f_2=4000$, quatre amplitudes et deux phases π et $3\pi/2$.

Exercice 2 (10 points)

Soit une entreprise disposant de plusieurs réseaux raccordés via trois routeurs R1, R2 et R3. R1 est doté de 5 ports alors que R2 et R3 ont chacun 3 ports. Nous avons : les réseaux A_i ($i=1..3$) de 50 machines chacun : A1, A2, A3 sont respectivement, un 100BaseTX, un 10Base5 et un 10base 2. Le réseau B est un réseau FDDI en anneau reliant 10 machines. Enfin le réseau C_i ($i=1..2$) de 10 autres machines chacun : C1, C2 sont respectivement un 10BaseF, un 10base T. Les tables de routage des 3 routeurs sont données ci-après :

R1		R2		R3	
@réseau	Sortie	@réseau	Sortie	@réseau	Sortie
@ A1	Direct	@ A1	@R1	@ A1	@R2
@ A2	Direct	@ A2	@R1	@ A2	@R2
@ A3	Direct	@ A3	@R1	@ A3	@R2
@ B	@R2	@ B	Direct	@ B	@R2
@ C1	@R2	@ C1	Direct	@ C1	Direct
@ C2	@R2	@ C2	@R3	@ C2	Direct
Défaut	@ Internet	Défaut	@R1	Défaut	@R2

1. Donner l'architecture du réseau de l'entreprise en explicitant les normes utilisées dans chaque réseau.
2. Proposer un adressage avec une seule adresse réseau avec découpage en sous-réseaux.
3. Donner les adresses des interfaces routeurs
4. Donner les tables de routages en explicitant toutes les adresses.
5. Supposons que les réseaux des sites A1, C1, et C2 ont une unité MTU (Taille de transfert maximale d'un paquet) respective de 2500, 1500 et 500 octets, alors que le MTU des réseaux point à point (entre routeurs) est de 2000 octets. Que se passe-t-il si un datagramme de 2600 octets passe d'une machine du réseau A1 vers une autre machine du réseau C2 ? Décrire les opérations effectuées ainsi que leurs résultats.

Bon courage

Epreuve de Rattrapage RESEAUX Durée : 1h30

Exercice 1 (10 points)

Soit un code linéaire utilisant la matrice P suivante :

$$P = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 1 & 1 & 0 \end{pmatrix}$$

1) Donner les dimensions de ce code **(0.5pts)**

P est de dimension $(k,r) = (3,5)$, d'où $k=3, r=5, n=k+r=3+5=8 \rightarrow$ ce code est $C(8,3)$.

2) Donner les matrices de codage et de décodage **(1pts)**

Matrice de codage $G = (I_k \ P) = (I_3 \ P)$

Matrice de décodage $H = \begin{pmatrix} P \\ I_r \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} P \\ I_5 \end{pmatrix}$

$$G = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 1 & 1 & 0 \end{pmatrix} \quad \text{(0.5pts)}$$

$$H = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 1 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \quad \text{(0.5pts)}$$

3) Coder le message $A=101111011110$. **(2pts)**

$A=101/111/011/110$

$U_1 / U_2 / U_3 / U_4$

$$X_1 = U_1 \cdot G = (101) \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 1 & 1 & 0 \end{pmatrix} = (101\ 00111) \quad \text{(0.5pts)}$$

$$X_2 = U_2 \cdot G = (111) \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 1 & 1 & 0 \end{pmatrix} = (111\ 01011) \quad \text{(0.5pts)}$$

$$X_3 = U_3 \cdot G = (011) \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 1 & 1 & 0 \end{pmatrix} = (011\ 11010) \quad \text{(0.5pts)}$$

$$X_4 = U_4 \cdot G = (110) \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 1 & 1 & 0 \end{pmatrix} = (110\ 11101) \quad \text{(0.5pts)}$$

Le message A est donc codé en $X_1 \ X_2 \ X_3 \ X_4 = 10100111\ 11101011\ 01111010\ 11011101$

4) Combien d'erreurs ce code détecte-t-il et corrige-t-il ? justifier. **(1.5pts)**

Il faut trouver la distance de Hamming.

L'ensemble des mots sur $k=3$ bits sont $\{000, 001, 010, 011, 100, 101, 110, 111\}$

L'ensemble des mots de ce code $C(8,3)$ leur correspondant sont = $\{000\ 00000, 001\ 10110, 010\ 01100, 011\ 11010, 100\ 10001, 101\ 00111, 110\ 11101, 111\ 01011\}$ **(0.5pts)**

$D_h(000\ 00000, 001\ 10110) = 4$ $D_h(000\ 00000, 010\ 01100) = 3$ $D_h(000\ 00000, 011\ 11010) = 5$ $D_h(000\ 00000, 100\ 10001) = 3$ $D_h(000\ 00000, 101\ 00111) = 5$ $D_h(000\ 00000, 110\ 11101) = 6$ $D_h(000\ 00000, 111\ 01011) = 6$	$D_h(001\ 10110, 010\ 01100) = 5$ $D_h(001\ 10110, 011\ 11010) = 3$ $D_h(001\ 10110, 100\ 10001) = 5$ $D_h(001\ 10110, 101\ 00111) = 3$ $D_h(001\ 10110, 110\ 11101) = 6$ $D_h(001\ 10110, 111\ 01011) = 6$
$D_h(010\ 01100, 011\ 11010) = 4$ $D_h(010\ 01100, 100\ 10001) = 6$ $D_h(010\ 01100, 101\ 00111) = 6$ $D_h(010\ 01100, 110\ 11101) = 3$ $D_h(010\ 01100, 111\ 01011) = 5$	$D_h(011\ 11010, 100\ 10001) = 6$ $D_h(011\ 11010, 101\ 00111) = 6$ $D_h(011\ 11010, 110\ 11101) = 5$ $D_h(011\ 11010, 111\ 01011) = 3$
$D_h(100\ 10001, 101\ 00111) = 4$ $D_h(100\ 10001, 110\ 11101) = 3$ $D_h(100\ 10001, 111\ 01011) = 5$	$D_h(101\ 00111, 110\ 11101) = 5$ $D_h(101\ 00111, 111\ 01011) = 3$
$D_h(110\ 11101, 111\ 01011) = 4$	

Distance de Hamming minimale $D_{\min} = 3 = 2x1+1 = 2d+1$. **(0.5pts)**

→ La détection est d'ordre 2 et la correction est d'ordre 1. **(0.25pts)**

→ Ce code détecte 2 erreurs et corrige 1 erreur. **(0.25pts)**

5) Vérifier si le message $B=1111000100010110$ est bien reçu. **(1pts)**

$$B=11110001 / 00010110 = B_1 / B_2$$

$$S_1 = B_1.H = (11110001) \begin{pmatrix} 1\ 0\ 0\ 0\ 1 \\ 0\ 1\ 1\ 0\ 0 \\ 1\ 0\ 1\ 1\ 0 \\ 1\ 0\ 0\ 0\ 0 \\ 0\ 1\ 0\ 0\ 0 \\ 0\ 0\ 1\ 0\ 0 \\ 0\ 0\ 0\ 1\ 0 \\ 0\ 0\ 0\ 0\ 1 \end{pmatrix} = (1\ 1\ 0\ 1\ 0) \text{ correspond à la somme des lignes 2, 3 de H}$$

(0.5pts)

$$S_2 = B_2.H = (00010110) \begin{pmatrix} 1\ 0\ 0\ 0\ 1 \\ 0\ 1\ 1\ 0\ 0 \\ 1\ 0\ 1\ 1\ 0 \\ 1\ 0\ 0\ 0\ 0 \\ 0\ 1\ 0\ 0\ 0 \\ 0\ 0\ 1\ 0\ 0 \\ 0\ 0\ 0\ 1\ 0 \\ 0\ 0\ 0\ 0\ 1 \end{pmatrix} = (1\ 0\ 1\ 1\ 0) \text{ correspond à la ligne 3 de H.}$$

(0.5pts)

Le message B est mal reçu puisque S_1 et S_2 ne sont pas nuls.

6) Si oui, peut-on corriger automatiquement cette séquence, justifier. **(1pts)**

On peut corriger automatiquement en retrouvant les numéros de ligne de H qui correspondent au syndrome de H calculé et en inversant les bits correspondant à ces numéros de ligne.

D'où B corrigé sera égal à $10010001 / 00110110$ **(0.5pts) +(0.5pts)**

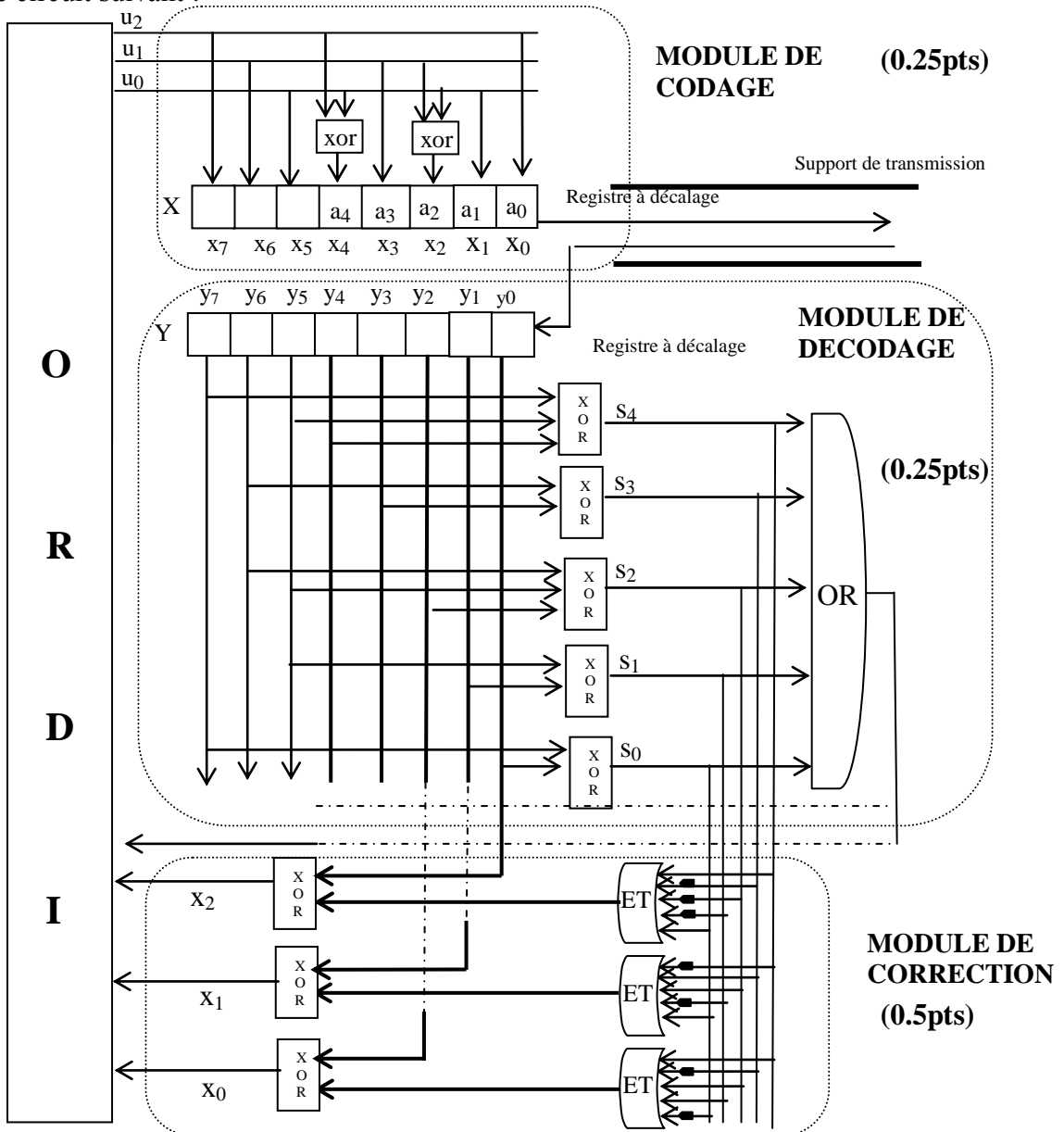
7) Tracer les circuits de codage et de décodage et de correction. **(1.5pts)**

Soit A le vecteur des bits de redondance et S le syndrome de H.

$$A = U.P \rightarrow (a_4 a_3 a_2 a_1 a_0) = (u_2 u_1 u_0) \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 1 & 1 & 0 \end{pmatrix} \rightarrow \begin{cases} a_4 = u_2 + u_0 \\ a_3 = u_1 \\ a_2 = u_1 + u_0 \\ a_1 = u_0 \\ a_0 = u_2 \end{cases} \quad (0.25pts)$$

$$S = Y.H \rightarrow (s_4 s_3 s_2 s_1 s_0) = (y_7 y_6 y_5 y_4 y_3 y_2 y_1 y_0) \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 1 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \rightarrow \begin{cases} s_4 = y_7 + y_5 + y_4 \\ s_3 = y_6 + y_3 \\ s_2 = y_6 + y_5 + y_2 \\ s_1 = y_5 + y_1 \\ s_0 = y_7 + y_0 \end{cases} \quad (0.25pts)$$

D'où le circuit suivant :



8) Soit le débit de transmission égale à 3000 bps. Représentez le message de la question 5 en modulation de base utilisant 2 fréquences $f_1= 2000$, $f_2=4000$, quatre amplitudes et deux phases π et $3\pi/2$. **(1.5pts)**

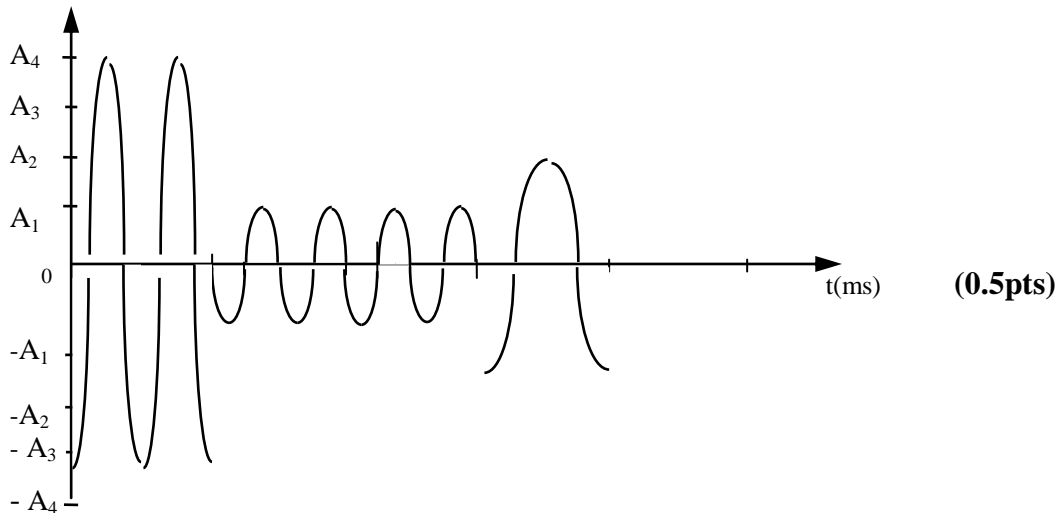
La modulation utilisée est une modulation utilisant 2 fréquences $f_1= 2000$, $f_2=4000$, quatre amplitudes A_1, A_2, A_3 et A_4 et deux phases π et $3\pi/2$, donc la valence $V = 2 \times 4 \times 2 = 16$ états différents

→ Le nombre de bits par état est $n=4\text{bit}/\text{état}$. **(0.25pts)**

On adopte la représentation suivante des différents états **(0.5pts)** :

Etat	Représentation	Etat	Représentation
0 000	A_1, π, f_1	1000	A_3, π, f_1
0001	A_1, π, f_2	1001	A_3, π, f_2
0010	$A_1, 3\pi/2, f_1$	1010	$A_3, 3\pi/2, f_1$
0011	$A_1, 3\pi/2, f_2$	1011	$A_3, 3\pi/2, f_2$
0100	A_2, π, f_1	1100	A_4, π, f_1
0101	A_2, π, f_2	1101	A_4, π, f_2
0110	$A_2, 3\pi/2, f_1$	1110	$A_4, 3\pi/2, f_1$
0111	$A_2, 3\pi/2, f_2$	1111	$A_4, 3\pi/2, f_2$

Pour représenter le message $B=1111/0001/0001/0110$, on le divise en 4bits. **(0.25pts)**



Exercice 2 (10 points)

Soit une entreprise disposant de plusieurs réseaux raccordés via trois routeurs R1, R2 et R3. R1 est doté de 5 ports alors que R2 et R3 ont chacun 3 ports. Nous avons : les réseaux A_i ($i=1..3$) de 50 machines chacun : A1, A2, A3 sont respectivement, un 100BaseTX, un 10Base5 et un 10base 2. Le réseau B est un réseau FDDI en anneau reliant 10 machines. Enfin le réseau C_i ($i=1..2$) de 10 autres machines chacun : C1, C2 sont respectivement un 10BaseF, un 10base T. Les tables de routage des 3 routeurs sont données ci-après :

R1

@réseau	Sortie
@ A1	Direct
@ A2	Direct
@ A3	Direct

R2

@réseau	Sortie
@ A1	@R1
@ A2	@R1
@ A3	@R1

R3

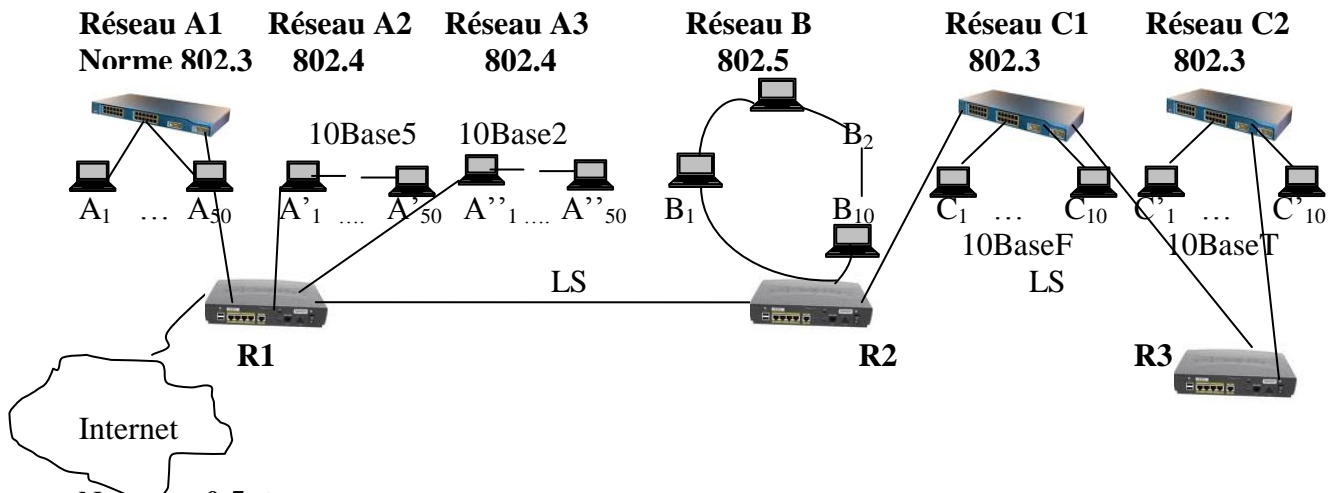
@réseau	Sortie
@ A1	@R2
@ A2	@R2
@ A3	@R2

@ B	@R2
@ C1	@R2
@ C2	@R2
Défaut	@ Internet

@ B	Direct
@ C1	Direct
@ C2	@R3
Défaut	@R1

@ B	@R2
@ C1	Direct
@ C2	Direct
Défaut	@R2

1. Donner l'architecture du réseau de l'entreprise en explicitant les normes utilisées dans chaque réseau. (3pts)



Normes : 0.5pts

Chaque réseau : 0.25pts → 1.5pts

Interconnexion : 0.25pts chaque liaison (R1-internet, R1-R2, R2-C1, R3-C2-C1) → 1pts

2. Proposer un adressage avec une seule adresse réseau avec découpage en sous-réseaux. (3pts)

On a $50 \times 3 + 10 \times 3 = 180$ machines + 5 interfaces de R1 + 3×2 interfaces de R2, R3 → on a besoin de 191 adresses IP → une adresse de classe C suffit.

On a 6 sous-réseaux dont chacun a un nombre de machines variant entre 10 et 50 + 3 sous-réseaux d'interconnexion entre les routeurs → on a besoin d'adresser 9 sous-réseaux, ce qui correspond à emprunter 4 bits pour les sous-réseaux.

Si, on utilise une adresse de classe C, et qu'on utilise 4 bits pour les sous-réseaux, il restera 4 bits pour les machines, mais avec 4 bits, on pourra uniquement adresser $2^4 - 2 = 14$ machines.

Donc, ce n'est pas suffisant. (0.5pts)

On prend donc une adresse de classe B, soit l'adresse 185.13.0.0. (0.25pts)

En empruntant 4 bits pour les sous-réseaux, on aura le masque $255.255.11110000.0 = 255.255.240.0$. (0.5pts)

D'où, on propose l'adressage suivant : 0.25pts x 7 (A1 et A2 compté 1fois) = 1.75pts

N°ss-réseau	@sous-réseau	Plage		Adresse diffusion	Adresse routeur
		De	à		
Réseau A1	185.13.0.0	185.13.0.1	185.13.15.254	185.13.15.255	185.13.0.1
Réseau A2	185.13.16.0	185.13.16.1	185.13.31.254	185.13.31.255	185.13.16.1
Réseau A3	185.13.32.0	185.13.32.1	185.13.47.254	185.13.47.255	185.13.32.1
Réseau B	185.13.48.0	185.13.48.1	185.13.63.254	185.13.63.255	185.13.48.1
Réseau C1	185.13.64.0	185.13.64.1	185.13.79.254	185.13.79.255	185.13.64.1 185.13.64.2
Réseau C2	185.13.80.0	185.13.80.1	185.13.95.254	185.13.95.255	185.13.80.1
Entre R1- R2	185.13.96.0	185.13.96.1	185.13.111.254	185.13.111.255	185.13.96.1 185.13.96.2

R1- Internet	185.13.112.0	185.13.112.1	185.13.127.254	185.13.127.255	185.13.112.1 185.13.112.2
--------------	--------------	--------------	----------------	----------------	------------------------------

3. Donner les adresses des interfaces routeurs (1.5pts)

Routeur	Interface dans le ss-réseau	Adresse interface	
R1	S/Réseau A1	185.13.0.1	
	S/Réseau A2	185.13.16.1	0.25
	S/Réseau A3	185.13.32.1	0.25
	S/Réseau R1 – R2	185.13.96.1	
	S/Rés. R1-Internet	185.13.112.1	0.25
R2	Réseau B	185.13.48.1	
	Réseau C1	185.13.64.1	0.25
	S/Réseau R1- R2	185.13.96.2	0.25
R3	Réseau C1	185.13.64.2	
	Réseau C2	185.13.80.1	0.25

4. Donner les tables de routages en explicitant toutes les adresses. (1.5pts)

R1		R2		R3	
@réseau	Sortie	@réseau	Sortie	@réseau	Sortie
185.13.0.0	Direct	185.13.0.0	185.13.96.1	185.13.0.0	185.13.64.2
185.13.16.0	Direct	185.13.16.0	185.13.96.1	185.13.16.0	185.13.64.2
185.13.32.0	Direct	185.13.32.0	185.13.96.1	185.13.32.0	185.13.64.2
185.13.48.0	185.13.96.2	185.13.48.0	Direct	185.13.48.0	185.13.64.2
185.13.64.0	185.13.96.2	185.13.64.0	Direct	185.13.64.0	Direct
185.13.80.0	185.13.96.2	185.13.80.0	185.13.64.1	185.13.80.0	Direct
Défaut	185.13.128.2	Défaut	185.13.96.1	Défaut	185.13.64.2

5. Supposons que les réseaux des sites A1, C1, et C2 ont une unité MTU (Taille de transfert maximale d'un paquet) respective de 2500, 1500 et 500 octets, alors que le MTU des réseaux point à point (entre routeurs) est de 2000 octets. Que se passe-t-il si un datagramme de 2600 octets passe d'une machine du réseau A1 vers une autre machine du réseau C2 ? Décrire les opérations effectuées ainsi que leurs résultats. (1pts)

Si un datagramme de 2600 octets passe d'une machine du réseau A1 vers une autre machine du réseau C2, il passera par le s/réseau entre R1 et R2, puis par le s/réseau C1, enfin par le s/réseau C2. Comme le MTU de A1 est de 2500, celui entre R1 et R2 est de 2000, celui de C1 est de 1500 et celui de C2 est de 500 octets, donc :

- Le datagramme de 2600 octets, sera d'abord partitionné en deux datagrammes de 2500 et 100 octets dans le réseau A1.
- Le datagramme de 2500 sera ensuite partitionné par R1 en deux datagrammes de 2000 et 500 octets pour aller dans le s/réseau entre R1 et R2.
- Le datagramme de 2000 sera encore partitionné en deux datagrammes de 1500 et 500 pour aller dans le réseau C1.
- Le datagramme de 1500 sera enfin partitionné en trois datagrammes de 500 chacun pour aller dans le réseau C2.
- Le reste des datagrammes passe sans problème d'un réseau à un autre.