

Epreuve de moyenne Durée
 Module RESEAUX
 Durée : 1h30

Exercice 1 (8 points)

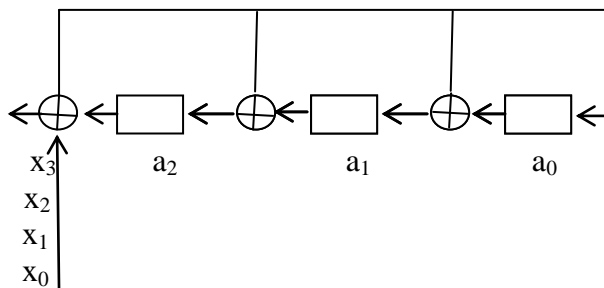
Un capteur raccordé à un réseau produit des données correspondant à la position verticale d'un objet. La position est une valeur entière graduée de 0 à 15. On transmet une seule position par message. Pour transmettre les valeurs de position, le capteur utilise un polynôme générateur $G(x)=x^3+x^2+x+1$.

Soit M un message codé contenant la position la plus haute.

1) Donnez la suite de bits associée au message M en utilisant le circuit de G(x).

Le code utilisé est C(7, 4) puisque les positions de 0 (0000) à 15 (1111) correspondent à l'information utile sur 4 bits, et le degré du polynôme générateur est r=3.

Le circuit correspondant au polynôme générateur est :



La position la plus haute = 15 = (1111)₂, ce qui correspond à l'information utile à coder.

| x_i | $x_i \oplus a_i$ | a_2 | a_1 | a_0 |
|-------|------------------|-------|-------|-------|
| | | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 1 | 0 | 1 | 1 | 0 |
| 1 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |

Le message M est codé 1111000 .

2) Montrez que ce code détecte trois erreurs consécutives.

Le polynôme générateur divise $x+1$, donc il détecte tout nombre impair d'erreurs et par conséquent, il peut détecter trois erreurs consécutives.

3) Retrouvez les matrices de codage et de décodage du code linéaire équivalent.

Soit $P_{4,3} = \begin{pmatrix} a & b & c \\ d & e & f \\ g & h & i \\ j & k & l \end{pmatrix}$

Pour U= 0001, les bits de contrôle sont A=111, UxP=A donne (j, k, l)=(1, 1, 1).
 Pour U= 0010, les bits de contrôle sont A=001, UxP=A donne (g, h, i)=(0, 0, 1).
 Pour U= 0100, les bits de contrôle sont A=010, UxP=A donne (d, e, f)=(0, 1, 0).
 Pour U= 1000, les bits de contrôle sont A=100, UxP=A donne (a, b, c)=(1, 0, 0).

$$D'où : P_{4,3} = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \end{pmatrix} \quad G = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 \end{pmatrix} \quad H = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \\ 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

4) Tracer les circuits de codage et de décodage de ce code.

Pour le codage, on a $X=(U,A)$ où $U=(u_3,u_2,u_1,u_0)$

$$A=(a_2,a_1,a_0)=U \cdot P_{4,3} = (u_3,u_2,u_1,u_0) \cdot \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \end{pmatrix}$$

$$\Rightarrow \begin{cases} a_2 = u_3 \cdot 1 + u_2 \cdot 0 + u_1 \cdot 0 + u_0 \cdot 1 = u_3 + u_0 \\ a_1 = u_3 \cdot 0 + u_2 \cdot 1 + u_1 \cdot 0 + u_0 \cdot 1 = u_2 + u_0 \\ a_0 = u_3 \cdot 0 + u_2 \cdot 0 + u_1 \cdot 1 + u_0 \cdot 1 = u_1 + u_0 \end{cases}$$

Pour le décodage, on calcule le syndrome $S=Y.H$ où $Y=(y_6,y_5,y_4,y_3,y_2,y_1,y_0)$ est le mot reçu.

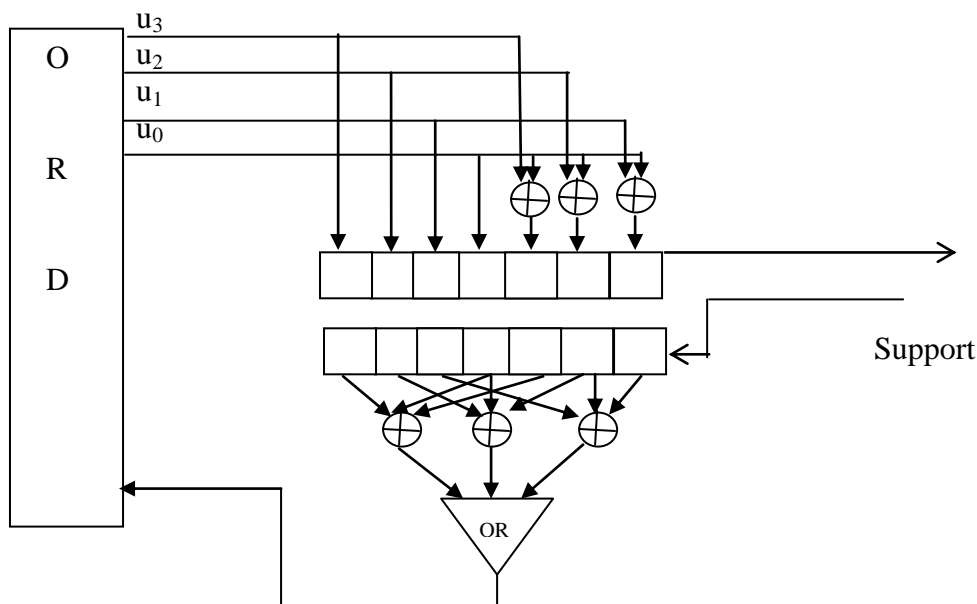
$$S = (s_2,s_1,s_0) = (y_6,y_5,y_4,y_3,y_2,y_1,y_0) \cdot \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \\ 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \Rightarrow \begin{cases} s_2 = y_6 \cdot 1 + y_5 \cdot 0 + y_4 \cdot 0 + y_3 \cdot 1 + y_2 \cdot 1 + y_1 \cdot 0 + y_0 \cdot 0 \\ s_1 = y_6 \cdot 0 + y_5 \cdot 1 + y_4 \cdot 0 + y_3 \cdot 1 + y_2 \cdot 0 + y_1 \cdot 1 + y_0 \cdot 0 \\ s_0 = y_6 \cdot 0 + y_5 \cdot 0 + y_4 \cdot 1 + y_3 \cdot 1 + y_2 \cdot 0 + y_1 \cdot 0 + y_0 \cdot 1 \end{cases}$$

$$\Rightarrow \begin{cases} s_2 = y_6 + y_3 + y_2 \\ s_1 = y_5 + y_3 + y_1 \\ s_0 = y_4 + y_3 + y_0 \end{cases}$$

Si $S=(0,0,0)$ alors il n'y a pas d'erreur, sinon, il ya erreur. Pour vérifier cela, on retourne comme sortie du circuit de décodage s_2 OR s_1 OR s_0 , qui sera égal à :

- 0 (pas d'erreur) si $S=(0,0,0)$, et
- 1 (il ya erreur) si au moins un des s_i est égal à 1.

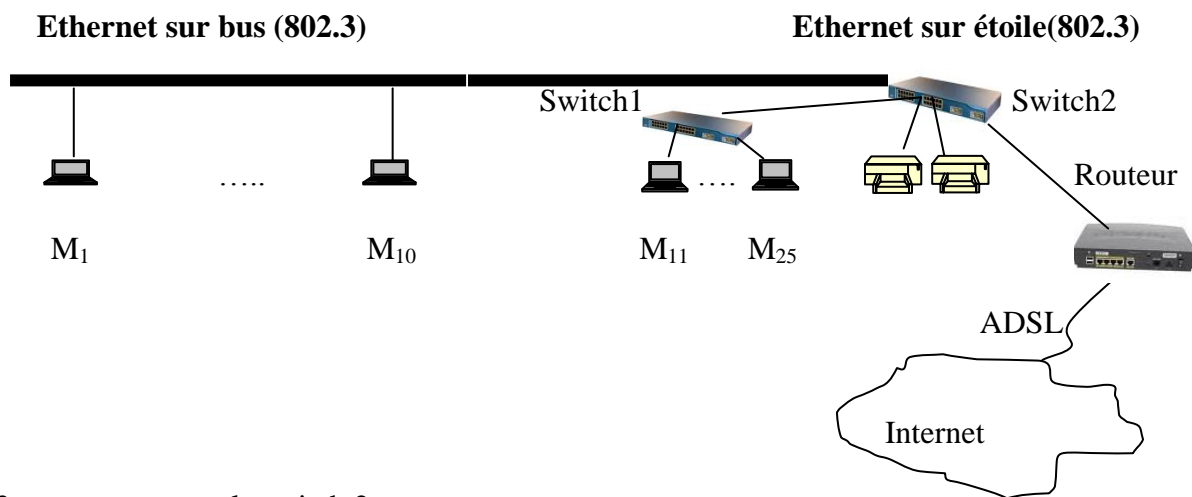
On utilise pour cela des portes OR



Exercice 2 (12 points)

Un jeune informaticien a été recruté par une entreprise OMEGA pour la mise en place et administration d'un réseau informatique au niveau de son siège à Alger. L'entreprise dispose de 25 ordinateurs et deux imprimantes à grand débit dotées d'interfaces réseau.

- 1) Le premier souci de l'entreprise OMEGA est de mettre en place un premier réseau local. Elle dispose d'un ensemble d'équipements reçu comme don de l'ONU : deux switches de 16 ports et un port BNC sur l'un des switches, du câblage en paires torsadées, ainsi que de 10 segments de câble coaxial fin. De plus, l'entreprise souhaite raccorder son réseau local au réseau Internet. Elle acquiert à cet effet un routeur à trois ports et une liaison ADSL. Proposez à l'informaticien une architecture appropriée pour ce réseau, en précisant les normes utilisées.



12 ports restent sur le switch 2.
1 port reste sur le routeur

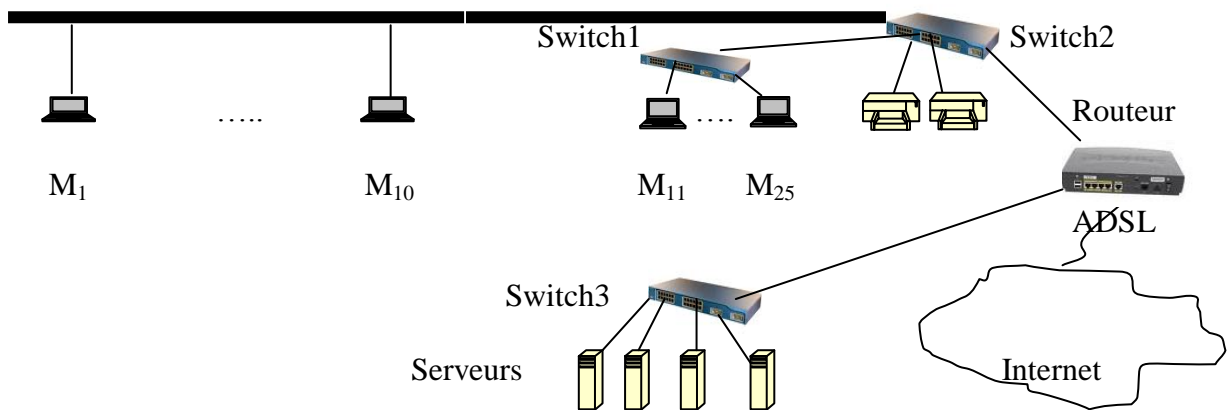
- 2) L'entreprise OMEGA installe un serveur web www.omega.dz, un serveur de messagerie mail.omega.dz et 4 serveurs de données serv1, serv2, serv3 et serv4 en plus des machines du

réseau. Pour plus de sécurité des données des serveurs, l'informaticien décide d'isoler ces serveurs des autres machines du réseau local dans un réseau physique différent du premier.

a. Est-il nécessaire de rajouter un nouvel équipement ? Modifier l'architecture d'interconnexion globale en précisant nécessaire le nouvel équipement à utiliser.

Pour mettre les machines sur un réseau physique différent, il faut le séparer du premier réseau par un dispositif pont ou routeur. Comme le routeur dispose d'un port vide, on peut l'utiliser pour le réseau des serveurs. Mais il sera nécessaire de se doter d'un switch pour raccorder les serveurs.

La nouvelle architecture est alors la suivante :



b. Proposez un plan d'adressage pour le réseau d'Alger avec découpage en sous-réseaux logiques et une possibilité d'ajout deux nouveaux sous-réseaux. Justifiez.

Dans le réseau d'Alger, on dispose de 25 machines, 2 imprimantes et 6 serveurs. De plus, le routeur a trois interfaces réseau, ce qui nécessite 36 adresses IP. Donc, on choisit une adresse de classe C, amplement suffisante. On choisit par exemple l'adresse : 192.168.10.0 comme adresse du réseau global.

On a trois sous-réseaux : le sous-réseau des machines et imprimantes, le sous-réseau des serveurs et le sous-réseau d'accès à Internet. Pour pouvoir adresser ces trois sous-réseaux et éventuellement deux nouveaux sous-réseaux (donc 5 sous-réseaux), on peut utiliser des adresses de sous-réseau sur 3 bits. Chaque sous-réseau pourra contenir au max $2^5 - 2 = 30$ machines, ce qui est suffisant pour chacun des trois sous-réseaux.

Adresser des sous-réseaux sur 3 bits nécessite un masque = $255.255.255.11100000 = 255.255.255.224$. Le plan d'adressage est alors le suivant :

| Sous-Réseau | Nb mach | Adresse sous-réseau | Adresses machines |
|-------------------|---------|---|---|
| Alger-machine-imp | 27 | 192.168.10. 00100000 = 192.168.10.32 | De 192.168.10.33 à 192.168.10.61 (61 pour le 1 ^{er} port routeur) |
| Alger-serveurs | 6 | 192.168.10. 01000000 = 192.168.10.64 | De 192.168.10.65 à 192.168.10.72 (72 pour le 2 ^{ième} port routeur) |
| Internet | 1 | 192.168.10. 01100000 = 192.168.10.96 | 192.168.10.97 pour le 3 ^{ième} port routeur) |

3) L'entreprise OMEGA a deux sites annexes dans les wilayas de Constantine et Oran. Elle souhaite raccorder ces deux sites à celui d'Alger. Le site d'Oran contient un réseau 100 Base TX et un réseau en anneau à base de fibre optique dit FDDI. Chacun de ces réseaux relie 10 machines. Le site de Constantine est un réseau 10 Base F d'une vingtaine de machines.

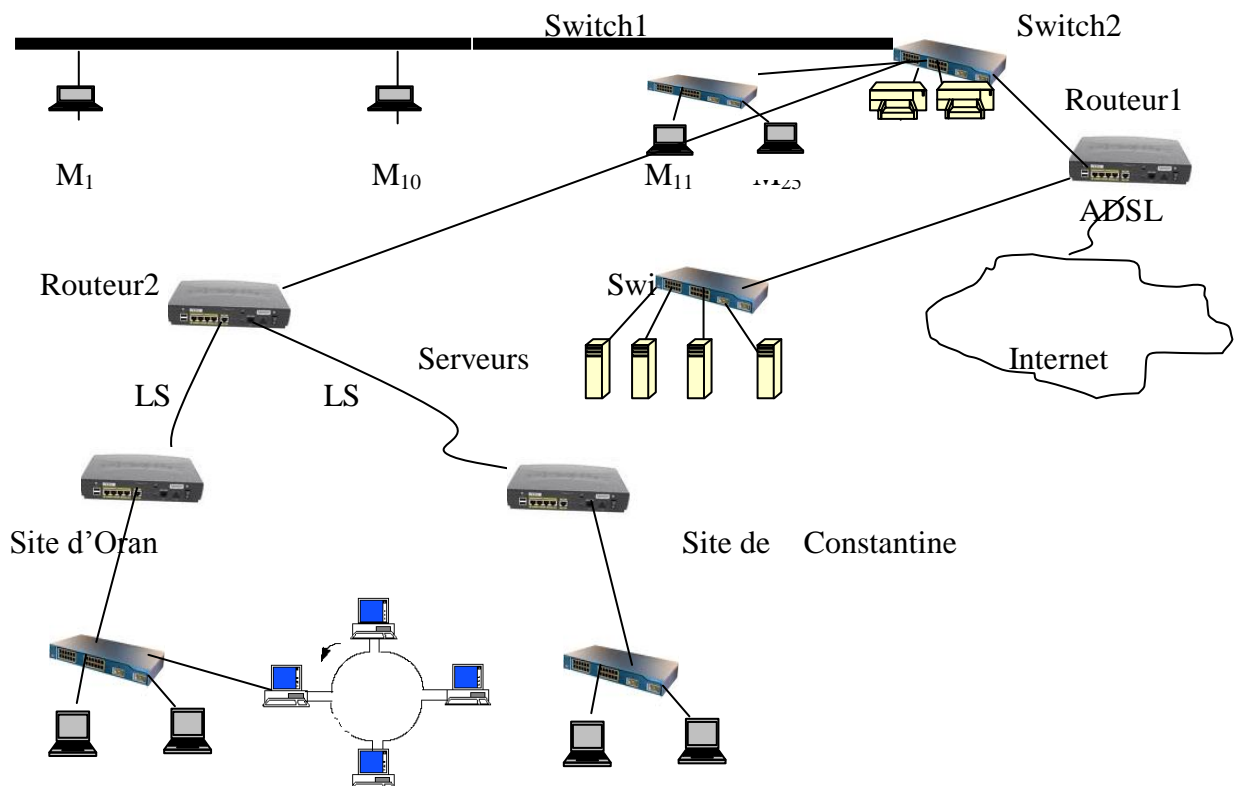
a. Quels sont les nouveaux équipements et liaisons nécessaires pour chacun des sites et éventuellement pour le siège central d'Alger que doit commander l'informaticien pour cette interconnexion ?

Pour le site d'Oran : le réseau 100 Base TX nécessite un switch 100 base T avec deux ports de fibre optique pour raccorder le réseau en anneau FDDI .

Pour le site de Constantine, le réseau 10 Base F nécessite un switch 10 Base F pour fibre optique.

Pour l'interconnexion avec le site d'Alger, chacun des sites d'Oran et Constantine nécessite un routeur et une ligne spécialisée (LS) pour être connecté au site d'Alger. Comme les 3 ports du routeur d'Alger ont été utilisés, il est nécessaire de rajouter un 2^{ème} routeur à Alger à connecter sur un switch d'Alger et d'autre part au LS des sites d'Oran et Constantine.

b. Représenter la nouvelle architecture du réseau global de l'entreprise OMEGA.



c. L'informaticien décide de garder le même adressage du réseau d'Alger attribuée en 2.b). Complétez le plan d'adressage en conséquence de telle manière à adresser le reste du réseau.

On rajoute une adresse IP au 1^{er} port du Routeur 2 d'Alger dans le 1^{er} sous-réseau d'Alger : 192.168.10.62.

| Sous-Réseau | Nb mach | Adresse sous-réseau | Adresses machines |
|-------------------------|---------|--|---|
| Site Oran | 20 | 192.168.10. 10000000 = 192.168.10.128 | De 192.168.10.129 à 192.168.10.150 (150 pour le 1 ^{er} port routeur d'Oran) |
| Site Constant | 20 | 192.168.10. 10100000 = 192.168.10.160 | De 192.168.10.161 à 192.168.10.182 (182 pour le 1 ^{er} port routeur de Constantine) |
| Entre Alger-Oran | 2 | 192.168.10. 11000000 = 192.168.10.192 | 2 ^{ième} port Routeur2 Alger : 192.168.10.193 2 ^{ième} port Routeur Oran : 192.168.10.194 |
| Entre Alger-Constantine | 2 | 192.168.10. 11100000 = 192.168.10.224 | 3 ^{ième} port Routeur2 Alger : 192.168.10.225 2 ^{ième} port Routeur Constantine : 192.168.10.226 |

d. Donnez les tables de routage utilisées dans le réseau d'interconnexion global.

Table de routage Site Alger Routeur 1

| Adresse réseau | Interface Routeur |
|------------------|-------------------|
| 192.168.10.32 | 193.194.10.61 |
| 192.168.10.64 | 193.194.11.72 |
| 192.168.10.128 | 192.168.10.62 |
| 192.168.10.160 | 192.168.10.62 |
| Default (autres) | 192.168.10.97 |

Table de routage Site Alger Routeur 2

| Adresse réseau | Interface Routeur |
|------------------|-------------------|
| 192.168.10.32 | 193.194.10.62 |
| 192.168.10.64 | 193.194.11.61 |
| 192.168.10.128 | 192.168.10.194 |
| 192.168.10.160 | 192.168.10.226 |
| Default (autres) | 192.168.10.61 |

Table de routage Site Oran

| Adresse réseau | Interface Routeur |
|------------------|-------------------|
| 192.168.10.32 | 193.194.10.193 |
| 192.168.10.64 | 193.194.11.193 |
| 192.168.10.128 | 192.168.10.150 |
| 192.168.10.160 | 192.168.10.193 |
| Default (autres) | 192.168.10.193 |

Simplifié
En

| Adresse réseau | Interface routeur |
|------------------|-------------------|
| 192.168.10.128 | 192.168.10.150 |
| Default (autres) | 192.168.10.193 |

Table de routage Site Constantine

| Adresse réseau | Interface Routeur |
|------------------|-------------------|
| 192.168.10.32 | 193.194.10.225 |
| 192.168.10.64 | 193.194.11.225 |
| 192.168.10.128 | 192.168.10.225 |
| 192.168.10.160 | 192.168.10.182 |
| Default (autres) | 192.168.10.225 |

Simplifié
En

| Adresse réseau | Interface routeur |
|------------------|-------------------|
| 192.168.10.160 | 192.168.10.182 |
| Default (autres) | 192.168.10.225 |

- 4) En supposant les MTU suivants : FDDI est de 4000, 10 Base F est de 1500 et Point à point est de 2000, donner les résultats des opérations que subit un paquet de 3600 octets envoyé par une machine du réseau FDDI vers une machine du réseau 10 Base F.

Le datagramme IP de 3600 octets devra passer :

- du réseau FDDI vers le routeur d'Oran,
- puis du routeur d'Oran vers le routeur 2 d'Alger en point à point,
- puis du routeur 2 d'Alger vers le routeur de Constantine en point à point, et
- enfin du routeur de Constantine vers le réseau 10 Base F.

Les MTU des sous-réseaux FDDI (d'Oran), 10 BaseF (de Constantine) et Point à point (entre les 2 sites) étant différents, il faudra fragmenter le datagramme IP :

- Le routeur du site d'Oran va fragmenter le datagramme de 3600 octets en deux datagrammes : l'un de 2000 octets, l'autre de 1600 octets.
- Le routeur 2 d'Alger reçoit les deux fragments et les renvoie au routeur de Constantine.
- Le routeur de Constantine reçoit les 2 fragments, et comme le MTU du 10 BaseF est de 1500, ces fragments vont encore être eux-mêmes fragmentés : le 1^{er} fragment de taille 2000 octets sera fragmenté en deux fragments (l'un de 1500 octets et l'autre de 500 octets) ; le 2^{ième} fragment de taille 1600 octets sera fragmenté en deux autres fragments (l'un de 1500 octets et l'autre de 100 octets).