

Note :

A9

اللقب: نبیق

الاسم: لطیف

الفوج: 6.03

Interrogation écrite

PAN.

Exercice ①

1. Le type de réseaux reliant des LANs via des routeurs est appelé ? ..... **PAN**
2. La quatrième couche du modèle OSI est appelée ? ..... **transport**   
trans point  
liaison de données
3. L'unité de données utilisée au niveau 2 du modèle OSI est appelée ? ..... **message**   
messagge
4. L'opération de passage des signaux numériques en suite de bits est appelée ? ..... **codage en bande de**   
codage en bande de
5. La modulation est réalisée par un équipement ETCD appelé ? ..... **modem**
6. La communication de la liaison bidirectionnelle à l'alternat est nommée ? ..... **Simplex**
7. Le support le plus adapté pour les topologies de type bus est ? ..... **fibre optique**   
câble coax  
de rétroaction
8. Les méthodes de détection d'erreurs sont complétées par des méthodes dites ? ..... **A.R.Q.**
9. Le nombre de types de trames utilisées par le Protocole HDLC est ? ..... **3 types**
10. L'interface physique entre un ETTD et son ETCD est appelée ? ..... **junction**

Exercice ②

1. Un réseau PAN est un cas particulier d'un réseau MAN (O/N)? ..... **Non**
2. Un réseau avec une topologie en bus est une architecture point à point (O/N)? ..... **Non**
3. Dans le mécanisme de la détection par écho, c'est l'émetteur qui contrôle l'erreur (O/N)? ..... **Oui**
4. Le multiplexage fréquentiel est utilisé dans le cadre des transmissions analogiques (O/N)? ..... **Oui**
5. La fibre optique est un support qui utilise les signaux électriques (O/N)? ..... **Non**
6. Les trois premières couches du modèle OSI sont orientées application (O/N)? ..... **Non**   
transmission de données  
application
7. Le signal numérique est moins sensible au problème d'affaiblissement (O/N)? ..... **Non**
8. Le routage est une fonctionnalité de la couche réseau du modèle OSI (O/N)? ..... **Oui**
9. Dans une transmission en bande de base les signaux utilisés sont numériques (O/N)? ..... **Oui**
10. La paire torsadée est caractérisée par sa grande sensibilité aux perturbations (O/N)? ..... **Oui**

### Exercice ③

Un système de transmission numérique fonctionne à un débit de 32 Mbits/s.

Si un signal élémentaire permet le codage d'un mot de 8 bits, quelle est la largeur de bande minimale nécessaire de la voie (en MHz)?

$$R = 2 * B \text{ (max)} \Rightarrow R \leq 2 * B$$

$$R = B \cdot \log_2 \frac{R}{2}, D = R * \log_2 (V) \Rightarrow R = \frac{D}{\log_2 (V)}, V = 2^3$$

$$\Rightarrow R = \frac{32 \pi \text{ bits/s}}{\log_2 (2^3)} = \frac{32}{3} \stackrel{?}{=} 10,66 \text{ bits/s}$$

denn:  $B \cdot \frac{10,66}{2} = 5,33 \text{ bits/s}$

### Exercice ④

Quel est le rapport en vraie grandeur d'un rapport signal à bruit de 20 dB ?

$$S/N_{dB} = 20 \text{ dB} \quad \text{ora} \quad S/N_{dB} = 10 \log_{10} S/\mu_v$$

$$\Rightarrow \log_{10} S/\mu_v = \frac{S/N_{dB}}{10} \Rightarrow S/\mu_v = 10^{\frac{S/N_{dB}}{10}}$$

$S/N_v = 10^{\frac{S/N_{dB}}{10}}$

### Exercise ⑤

Calculez le CRC de 1010100100100010101 avec le polynôme générateur  $x^6 + x^5 + x^3 + x + 1 \Rightarrow g(x) = 1101011$

Note :

08

Hadja

603

جع

Af.Rca

Interrogation écriteExercice ①

1. Comment appelle-t-on un ensemble de règles qui détermine le format et la transmission des données? ... *protocoles* .....

2. A quel niveau du modèle OSI est utilisé un pont pour assurer d'interconnexion de deux réseaux Ethernet? ..... *couche physique* .....

3. Avec une distance de Hamming=9, on peut corriger des erreurs sur combien de bits au maximum? ..... *4 à 6 bits* .....

4. Parmi les topologies suivantes (anneau, étoile, maillage, bus), quelles sont celles qui sont multipoint? ..... *anneau, bus* .....

5. L'unité de données utilisée au niveau 3 du modèle OSI est appelée? ... *Paquets* .....

6. Si une adresse générale désigne une seule machine d'un segment, on parle alors d'un type d'adressage appelé? ... *adresse globale* .....

7. Quelle topologie parmi (étoile, bus et anneau) est la plus économique en câblage? *Bus*

Exercice ②

1. Dans le cas du Full duplex la transmission est dans les deux sens et en même temps (O/N)? *Oui*

2. Le mode sans connexion garantie plus de sécurité par rapport au mode avec connexion (O/N)? ..... *Non* .....

3. RZ est un code à trois niveaux (O/N)? ..... *Oui* .....

4. X25 est un réseau grande distance à commutation de Paquets (O/N)? ..... *Oui* .....

5. Un Modem est un ETTD (O/N)? ..... *Oui* .....

Exercice ③

Quel est le temps de transmission en ns de 2Mbits sur un réseau dont le débit est 1Gb/s?

$$\text{Oui} \quad t_e = \frac{\text{taille}}{\text{débit}} \quad 2 \text{ Mbit} = 2 \cdot 10^6 \text{ bits} \quad 1 \text{ Gb/s} = 10^9 \text{ b/s}$$

$$t_e = \frac{2 \cdot 10^6 \text{ bits}}{10^9 \text{ b/s}} = 2 \cdot 10^{-3} \text{ s}$$

$$= 2 \cdot 10^6 \text{ ns} \quad \cancel{10^{-9} \text{ s} = 1 \text{ ns}}$$

### Exercice ④

Soit le bloc de 5 caractères de 7 bits reçus avec leurs bits de parité (paires):

	C1	C2	C3	C4	C5	LRC
b1	1	0	1	0	1	1
b2	0	1	0	0	1	0
b3	1	1	1	0	0	1
b4	0	0	1	1	0	1
b5	0	0	1	1	0	0
b6	0	1	0	0	1	1
b7	1	0	0	0	1	0
VRC	1	1	0	0	0	0

1) y-a-t-il des erreurs dans ce bloc? Si oui, peut-on les localiser?

✓ Oui il y a des erreurs dans ce Bloc.

N

J

2) Cette technique de transmission est utilisée avec quel type de méthode de transmission des signaux ?

✓ transmission synchrone

### Exercice ⑤

Calculez le CRC de 00110100011 avec le polynôme générateur  $x^5 + x^3 + x + 1$

$$G(x) = 1011011$$

$$\begin{array}{r}
 00110100011 \\
 \underline{1011011} \\
 \hline
 0111110 \\
 \underline{1011011} \\
 \hline
 0101011 \\
 \underline{1011011} \\
 \hline
 000000100000 \\
 \underline{1011011} \\
 \hline
 \end{array}$$

(Rc = R = 001011)

$$1011011$$

donc CRC = 01011

## Interrogation écrite

### Exercice ①

1. L'architecture type d'une structure centralisée est l'équivalent d'une topologie en ? ..... Anneau... Etoile.....
2. La politique de routage basé sur un chemin fixe par rapport à la destination est appelée ? ..... Routage... statique.....
3. Si une adresse générale désigne un sous ensemble de machines, on parle alors d'un type d'adressage appelé ? ..... Broadcast.....
4. Quel est l'équivalent de la couche réseau/OSI au niveau du modèle TCP/IP? ..... les... protocoles... IP.....
5. Quelle est la grandeur de transmission formulée par le rapport de la distance sur la vitesse de propagation? ..... Temps... de... propagation.....
6. Avec une distance de Hamming=7, on peut corriger des erreurs sur combien de bits au maximum ? ..... Sur... 3 bits.....
7. L'avantage principal du routage est ? ..... simplicité.....
8. Quel est le niveau d'utilisation de l'équipement d'interconnexion Switch ? ..... physique.....
9. L'ensemble des services informatiques dans un système de télécommunication est appelée ? ..... Télématique.....
10. La mise en œuvre pratique d'une topologie en anneau multipoint est faite par un équipement appelé : ..... commutateur.....

### Exercice ②

1. Avec 16 machines on peut former un réseau avec une topologie en arbre binaire (O/N)? ..... O.....
2. Dans le mécanisme de détection par écho la détection d'erreurs est faite au niveau de l'émetteur (O/N)? ..... O.....
3. La fibre optique est un support caractérisé par sa sensibilité aux perturbations (O/N)? ..... N.....
4. La couverture des LANs se situe au niveau des couches physique et liaison (O/N)? ..... O.....
5. Dans un même système, la taille d'un paquet est supérieure à celle d'une trame (O/N)? ..... N.....
6. Le signal numérique est facilement transmissible sur longue distance (O/N)? ..... N.....
7. CSMA/CD est une méthode déterministe d'accès au support commun (O/N)? ..... O.....
8. OSI est un modèle généraliste basé sur un découpage en 7 couches (O/N)? ..... O.....
9. Dans la commutation de cellules, les paquets ont une taille fixe (O/N)? ..... O.....
10. Un BER élevé représente un avantage pour une liaison (O/N)? ..... N.....

### Exercice ③

Un système de transmission utilise un codage sur 2 bits. Si la rapidité de modulation est 9600 bauds.

1. Calculer le moment élémentaire

$$\begin{aligned} \text{9600. states} &\rightarrow 15 \\ 2 \text{ states} &\rightarrow x \quad \} \quad x = 2 \\ &9600 \end{aligned}$$

2. Calculer le débit binaire sans prise en compte de la notion du bruit

$$\begin{aligned} D &= R \cdot \log_2 (u) \\ D &= 9600 \cdot \log_2 (2^2) = 9600 \cdot 2 = 19200 \text{ bits/s} \end{aligned}$$

## Examen semestriel

(Durée : 2 heures Documents: Non autorisés)

7/10

الل

&gt;

موج

Exercice ① (8 pts)

1. Donner les types de communication de la ligne d'interface (sans explication)
  - Simplex
  - Half duplex
  - Full duplex
2. Rappeler les trois types de trames utilisées par le protocole HDLC.
  - Information (I)
  - Suivi (S)
  - Numérotée (u)
3. Quel est le protocole utilisé par Ethernet pour gérer l'accès au support commun ?
  - CSMA/CD
4. Donner les types d'adresses générales d'assemblées ? (sans explication)
  - Unicast
  - Multicast
  - Broadcast
5. Comment appelle-t-on un ensemble de règles qui détermine le format et la transmission des données ?
  - Protocole
6. Nommer 2 fonctionnalités de la couche Réseau du modèle OSI.
  - Routage
  - Adressage
7. Que représente la grandeur s'exprimant par la formule  $C * d / v$  avec C débit binaire du support, d longueur (distance) du support et v vitesse de propagation d'un signal sur le support ?
  - Nombre de bits par seconde
8. Essayez d'imaginer une situation dans laquelle un code correcteur (par exemple Hamming) est préférable à un code détecteur avec retransmission de trames.
  - Liaison simplex
  - Temps de propagation élevé (Satellite par exemple)
9. Pour réaliser un réseau selon une topologie en interconnexion totale avec 23 stations, quel est le nombre de liens nécessaires ?
  - $N * (N-1)/2 = 253$
10. Laquelle des deux techniques routage ou commutation de paquets vous paraît-elle la plus apte à éviter la congestion des réseaux d'un réseau ? Pourquoi ?
  - Le routage prend mieux en compte les problèmes de congestion puisqu'il est capable de diriger les paquets vers des routes différentes. Dans le cas contraire, en revanche, si une route passe par un point de congestion, il n'a pas la possibilité de modifier son trajet. Il faut commencer par ouvrir une nouvelle route et cela peut prendre du temps.

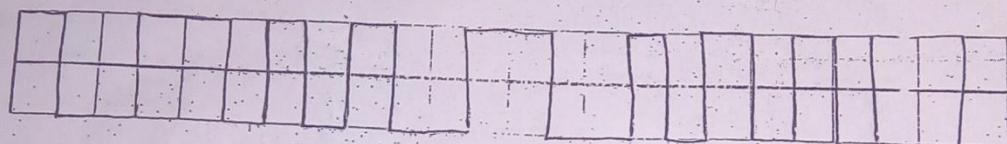
11. Quelles sont les principales différences entre l'approche bande de base et l'approche large bande?

<u>Bande de base</u>	<u>Large bande</u>
Signal numérique	Signal analogique
Opération de base : Codage	Opération de base : Modulation
Équipement : ERBDB	Équipement : Modem
Courte distance	Longue distance
Adapté : Lans	Adapté : Wans

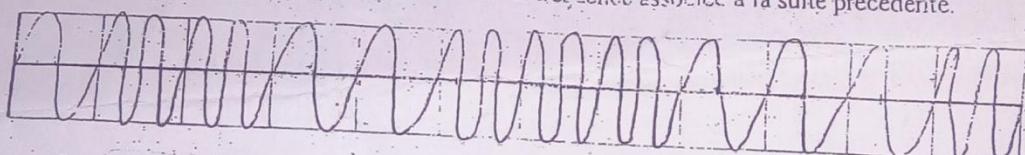
### Exercice ② (4 pts)

Soit la suite binaire suivante : 011001110001

1. Représentez le signal binaire associé à la suite précédente en bande de base codé selon le code Biphasé différentiel.



2. Illustriez par un graphe la modulation de fréquence associée à la suite précédente.



3. Calculer le CRC de la suite binaire précédente en se basant sur le polynôme générateur  $G(X) = X^4 + X^2 + X + 1$

$$G = 10111$$

$$\begin{array}{r}
 0110011100010000 \quad | \quad 10111 \\
 10111 \\
 \hline
 01101 \\
 10111 \\
 \hline
 01010 \\
 10111 \\
 \hline
 00010000 \\
 10111 \\
 \hline
 001110 \\
 10111 \\
 \hline
 010010 \\
 10111 \\
 \hline
 001011 \\
 10111 \\
 \hline
 000111 \\
 10111 \\
 \hline
 000011 \\
 \end{array}$$

$$\text{CRC} = R = \boxed{0011}$$

### Exercice ① (2 pts)

1. Quelle est la rapidité de modulation nécessaire pour qu'un canal de transmission ait un débit binaire de 2400bit/s, sachant que les signaux transmis sont quadrivalents ?

$$D = R \log_2(4) \Rightarrow R = D / \log_2(4)$$

$$R = 2400 / \log_2(4) = \frac{2400}{2} = 1200 \text{ bauds}$$

2. Soit un support de transmission caractérisé par les fréquences extrêmes 60-108kHz, et par un rapport signal sur bruit de 37dB. Quelle est la capacité maximale théorique de cette ligne ?

$$S/N_{dB} = 10 \cdot \log_{10}(S/N_r) \Rightarrow S/N_r = 10^{\frac{37}{10}} \Rightarrow S/N_r = 10 \stackrel{3,7}{=} 1.025 \text{ Sc}$$

$$B = 106.200 - 60.000 \text{ Hz} = 48000 \text{ Hz}$$

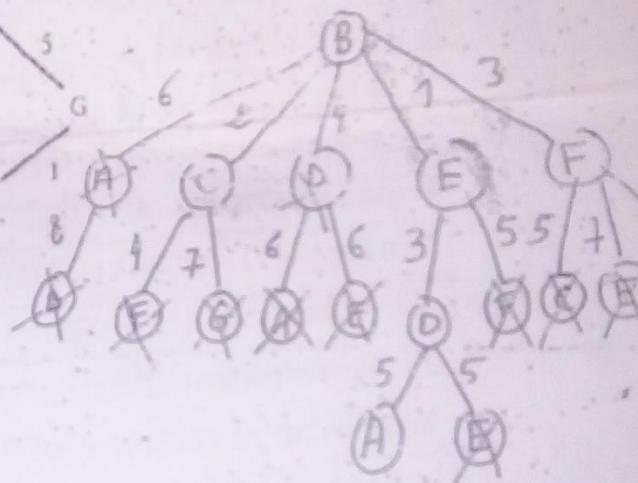
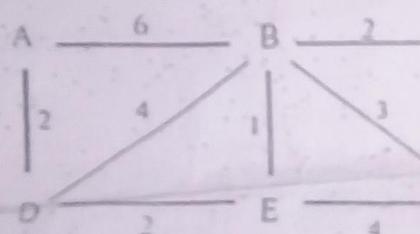
$$D = B \cdot \log_2(S/N_r + 1) = 48000 \cdot \log_2(10 + 1) \approx \boxed{59000 \text{ bit/s}}$$

$$\approx \boxed{590 \text{ Kb/s}}$$

### Exercice ② (2 pts)

Considérez le réseau suivant, composé de 7 noeuds désignés par les lettres «A» à «G».

Etablir la table de routage du noeud b.



DF	Noeud prochain	Coût
A	E	5
B	/	0
C	Direct	2
D	E	3
E	Direct	1
F	Direct	3
G	F	4

Exercice 0 (4 pts)

Votre entreprise s'est vue affecter l'adresse IP 214.123.115.0. Vous devez créer 8 sous-réseaux distincts pour les 8 succursales de l'entreprise, à partir de cette adresse IP.

- 0, / 1. Quelle est votre adresse en binaire ?

- 0, / 2. Quelle est votre classe ?

- 0, / 3. Quel est le nombre de bits nécessaires pour faire un partage en 8 sous réseaux ?

- 0, / 4. Quel masque de sous-réseau devez vous utiliser? (En décimal)

- 0, / 5. Combien d'adresses IP (masque inclus) pourra recevoir chaque sous-réseau?

- 0, / 6. Quelle est l'adresse de broadcast de l'adresse sous-réseau utilisable? (en décimal)

- 0, / 7. Quelle est l'adresse de la dernière machine du premier sous réseau ? (en décimal)

- 0, / 8. Combien d'adresses IP distinctes peut-on trouver avec un tel masque, tout sous-réseaux possibles confondu ?

## Examen

Corrigé type

Exercice 1: cochez la ou les bonnes réponses si elles existent : (5 pt)

Le réseau MAN fait partie du domaine :  Privé (o,2)  Publique

Le poste-câblage dans un réseau LAN c'est un :  Câblage après construction (moins coûteux) (o,1)  
 Câblage dès la construction (moins coûteux)  
 Câblage après construction (coûteux) (o,2)  
 Câblage dès construction (coûteux)

Le câble coaxial est caractérisé par un :  Un débit faible (o,1)  
 Un débit moyen  
 Un débit très élevé

Exemples de LANs :  Token ring (o,1)  
 Ethernet (o,1)  
 Bluetooth

Dans le réseau Token ring, le codage au niveau physique est:  Biphasé (o,1)  
 Biphasé différentiel (o,1)  
 Bipolaire

Méthodes d'accès au support dans Ethernet :  à compétition (o,2)  
 Déterministe  
 Mixte

La commutation est utilisée en mode :  avec connexion (o,2)  
 Sans connexion

La technique d'adressage «Absence du champ adresse» est utilisée :  Cas de la diffusion (o,1)  
 Cas du point à point (o,1)  
 Cas le plus général  
 Cas d'une architecture client/ serveur

Quel terme définit un ensemble donné de règles qui déterminent l'élaboration au format des messages et le processus d'encapsulation utilisé pour acheminer les données :

- La segmentation
- Le protocole (o,1)
- Le multiplexage
- La QoS
- Le réassemblage.

Combien d'adresses IP peut avoir une machine ?  Une adresse (o,1)  
 Plusieurs adresses  
 Deux adresses

Pour communiquer sur Internet, il faut avoir obligatoirement une adresse IP permanente ?  Vrai (o,2)  
 Faux

A quoi sert le protocole ARP ?  A trouver l'adresse Ethernet quand on a l'adresse IP (o,1)  
 A trouver l'adresse IP quand on a l'adresse Ethernet  
 A trouver l'adresse IP quand on a le nom de la machine

Si le temps de propagation est négligeable la méthode adaptée est :  Rejet systématique (o,2)  
 Rejet sélectif

Exercice 2:

(6pt)

1. associez à la fonction de chaque couche du modèle OSI, son nom, son numéro ainsi que l'unité de données de protocole :

Fonction principale	Nom de la couche	Numéro de la couche	L'unité de données de protocole
Contrôle du dialogue	Session	5	Données
Qualité de la transmission	Transport	4	Segment
Interaction avec les logiciels	Application	7	Données
Gestion de la syntaxe	Présentation	6	Données
Envoi sur le média physique	physique	1	Bit
Préparation de l'envoi sur le média	Liaison	2	Trame
Sélection du chemin	Réseau	3	Paquet

2. Qu'arrive-t-il à une trame lorsque le commutateur ne contient pas l'adresse MAC de destination correspondante dans sa table de commutation ?

c.s. ....Tous les ports sauf le port souci.....

3. Quel est le mode de transmission utilisé pour empêcher toute collision possible lors d'une communication avec un autre équipement réseau ?

c.s. ....Full duplex.....

4. Le tableau ci-dessous montre les adresses IP et MAC de 5 stations interconnectées et faisant partie du même réseau IP :

Adresse	Station 1	Station 2	Station 3	Station 4	Station 5
MAC	0028AF86CE51	0028AF86CF51	0028AFG6CD51	0028AF86CFF1	0028AF86CD1
IP	126.0.0.128	126.0.0.213	126.0.0.317	126.0.0.244	126.0.0.99

- Relevez les erreurs existant dans les adresses de ces 5 stations :

Adresse	Station 1	Station 2	Station 3	Station 4	Station 5
MAC	X	X	6 n'existe pas en Hexadécimal	X	44 bits au lieu de 48 bits
IP	X	X	319 n'existe pas en décimal (bit)	X	X

5. Comment un modem gère-t-il les erreurs de transmission ?

c.s. ....Par code cyclique et bit de parité.....

6. Quel est le nom de l'algorithme permettant de détecter des collisions sur un média partagé ?

c.s. ....CSMA/CD.....

7. Quelle est la topologie de l'architecture Ethernet et le protocole associé ?

c.s. ....Architecture en bus avec le protocole CSMA/CD.....

Quel est le principe d'adressage au niveau transport ?  
N. E. Paet.

... dans le protocole HDLC, quel est le type de la trame **FRMR** et quel est son rôle ?

quel solution suivie pour éviter le problème de dédoublement de trames ?

Exercise 3: (6 pts)

1. L'ISIC vient de vous attribuer l'adresse IP 145.245.0.0 à votre entreprise. Vous devez créer 60 sous-réseaux distincts pour les 60 succursales de l'entreprise, à partir de cette adresse IP.

  1. Quel masque de sous-réseau devez-vous utiliser?
  2. Combien d'adresses IP (machines ou routeurs) pourra recevoir chaque sous-réseau?
  3. Quelle est l'adresse de broadcast du 5ième sous-réseau utilisable?
  4. Quelle est l'adresse du sous réseau 20?
  5. Combien d'adresses IP distinctes est-il possible d'utiliser avec un tel masque, tout sous-réseaux possibles confondus?
  6. Donner les intervalles d'adresses utilisables pour les trois premiers sous-réseaux ?

### Section 3

### 1/ Le masque sans réseau

146. 245. 0. 0 → 1.00.1.0001..., Radix B ↗ [ ] Ref [ ] Med.

$$\text{60.} + 1 \times R + 1 \times \text{diff} = 62 \hat{=} 2^n > 62 \Rightarrow \boxed{n=6} \quad \text{①}$$

Chaque sans réseau pourra recevoir  $2^{10} - 2 = 10222$  ①

3) Address broadcast SRS: SRS → 0.00101

18618001111010100010111111111

1

1 Adress: Zionsgasse 10. SP 20. 10100

1.00|1.000|1.111|0.101|0.10100|0.000000000

145. 245. 80. 0

.....  
.....

1<sup>er</sup> SR: 100100011110101100000110000000001 [146.246.4.1]  
100100011110101000001111111110 [146.246.7.24]

geme SR: 100100011110101000010000000001 [145.245.8.1  
1001000111101010000101111110 145.245.11.25

8<sup>eme</sup> SP: 10010001111010110000111000000001 145.245.12.1  
10010001111010110000111111111110 145.245.11.1

Exercice 4: (3 pts)

On considère un réseau dont le débit est de 20 Mbits/s. Les trames envoyées sur ce réseau ont une taille maximale de 500 bits dont un champ de contrôle de 16 bits.

1. Quel est le nombre de messages nécessaires pour envoyer un fichier F de 2,9 Kbits d'une station à une autre ?

On considère l'hypothèse que le dialogue entre deux stations est selon le protocole HDLC avec rejet systématique. L'acquittement prend la forme d'un message de 16 bits. Un temporisateur est armé à une durée T après l'envoi des messages. Si la station émettrice reçoit un acquittement de ces messages, elle procède à l'envoi des messages suivants, sinon elle applique le principe du rejet systématique. La distance qui sépare les deux stations les plus éloignées sur ce réseau est de 2 Km. La vitesse de propagation de signaux est  $V=200000\text{Km/S}$ .

Sachant que : - on utilise un adressage sur 2 bits,

- la quatrième trame est erronée à la réception (la trame numéro 3)

2. Quelle est la durée totale de l'envoi du fichier F ?

3. En ignorant le temps de propagation, quelle devient cette durée ?

4. Quelle est l'efficacité du réseau?

Solution:

$$1/\ \text{taille\_utile} = 5.000 - 16 = 4.984 \text{ bits} \quad \text{taille\_fichier} : 2.9 \text{ kbits} = 2.900 \text{ bits}$$

$$\text{Nbr\_trame} = \frac{2.900}{4.984} = 0,584 \quad \rightarrow 6 \text{ trames} \quad \rightarrow 5 \text{ trames de taille } 4.984$$

$$1 + 0 = 4.800$$

2/ La durée totale de l'envoie du fichier :

adressage sur 2 bits  $\rightarrow 2^2 \cdot 1 = 3$  trames à la fois (0,7)

durée de transfert (3 trames + ack + 3 trames + ack + 3 trames + ack)

$$\text{Durée totale} = 3 \times \left( \frac{5.000}{2.10^7} + \frac{2.10^3}{2.10^8} \right) + \left( \frac{16}{2.10^7} + \frac{2.000}{2.10^8} \right) +$$

$$3 \times \left( \frac{5.000}{2.10^7} + \frac{2.10^3}{2.10^8} \right) + \left( \frac{16}{2.10^7} + \frac{2.000}{2.10^8} \right) + 3 \left( \frac{100}{2.10^7} + \frac{2.10^3}{2.10^8} \right) +$$

$$\left( \frac{16}{2.10^7} + \frac{2.000}{2.10^8} \right) = 3,1824 \text{ m.s.}$$

(1)

3/ si TP est ignoré :

$$\text{Durée totale} = 3 \left( \frac{5.000}{2.10^7} \right) + \left( \frac{16}{2.10^7} \right) + 3 \left( \frac{5.000}{2.10^7} \right) + \left( \frac{16}{2.10^7} \right) + 3 \left( \frac{100}{2.10^7} \right) +$$

$$+ \left( \frac{16}{2.10^7} \right) = 0,2874 \text{ m.s.}$$

(0,7)

4/ Efficacité =  $\frac{\text{Débit utile}}{\text{Débit théorique}} = \frac{\text{Nbr de bits utiles}}{\text{Nbr de bits total}}$

$$= \frac{2.900}{(5.500) + (480 \cdot 16) + (16 \cdot 3)} = \frac{2.900}{30.440}$$

2/