

**BACCALAUREAT PROFESSIONNEL**  
**MAINTENANCE-RESEAUX-BUREAUTIQUE-TELEMATIQUE**

**EPREUVE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE**

**SOUS-EPREUVE :  
ETUDE THEORIQUE DE FONCTIONS**

**LE DOSSIER COMPORTE :**

**1 PAGE DE BAREME,  
7 PAGES DE TEXTE DU SUJET,  
1 PAGE RECAPITULATIVE DES ANNEXES,  
4 PAGES D'ANNEXES.**

<b>ACADEMIE DE NICE</b>		<b>SESSION 2001</b>
<b>EXAMEN : BACCALAUREAT PROFESSIONNEL</b>		
<b>SPECIALITE : Maintenance Réseaux Bureautique Télématique</b>		
<b>Epreuve E1 – Sous épreuve A1</b>	<b>Durée : 4 Heures</b>	<b>Coefficient : 2,5</b>
<b>ETUDE THEORIQUE DE FONCTIONS</b>	<b>SUJET</b>	<b>Page 1 / 1</b>

<b>BAREME</b>
---------------

- A Fibre optique : 13 points
- B Codage des informations sur l'anneau FDDI : 17 points
- C Analyse de protocole : 20 points

<b>IMPORTANT</b>
------------------

La feuille 4 / 7 du sujet est un document à rendre avec la copie.

<b>ACADEMIE DE NICE</b>		<b>SESSION 2001</b>
<b>EXAMEN : BACCALAUREAT PROFESSIONNEL</b>		
<b>SPECIALITE : Maintenance Réseaux Bureautique Télématicque</b>		
<b>Epreuve E1 – Sous épreuve A1</b>	<b>Durée : 4 Heures</b>	<b>Coefficient : 2,5</b>
<b>ETUDE THEORIQUE DE FONCTIONS</b>	<b>SUJET</b>	<b>Page 1 / 1</b>

## A. LIAISON PAR FIBRE OPTIQUE DE DEUX RESEAUX LOCAUX : INTERCONNEXION PAR RESEAU FDDI

Les services techniques municipaux sont implantés à 400 mètres du bâtiment « mairie ». On veut relier ces deux services avec un réseau FDDI.

Cet anneau FDDI fédère le réseau Ethernet des services techniques et l'anneau Token-Ring de la mairie.

L'objet du travail est l'étude de l'interconnexion de réseaux locaux par un réseau FDDI entre la mairie et les services techniques.

### Spécifications des composants utilisés :

Spécifications de la fibre multimode à gradient d'indice 62,5/125, standard FDDI :

Caractéristiques de transmission (à 1300 nm)	
Atténuation optique (affaiblissement linéique)	$\leq 0,8$ dB/km
Bande passante (pour une fibre d'un km)	$\geq 600$ MHz
Indice de réfraction	1,4935
Caractéristiques géométriques et mécaniques	
Excentricité maximum de la gaine optique en %	3,0
Ouverture numérique (ON)	$0,275 \pm 0,02$

Spécification du connecteur à ferrure céramique 125  $\mu$ m de type FSD - FDDI :

Affaiblissement typique	0,2 dB
Taux de réflexion	$\leq -18$ dB

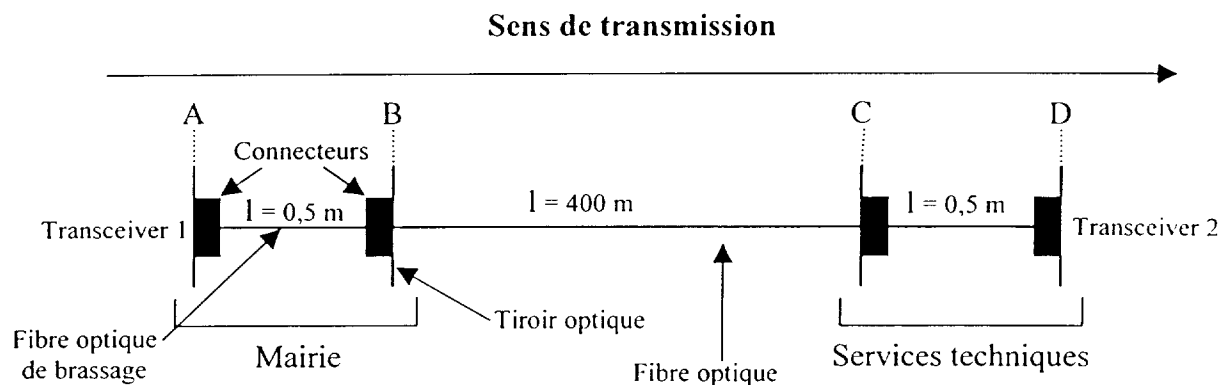
### Formulaire :

Niveau relatif de puissance	$NRP_{2/1} = NAP_2 - NAP_1$
Niveau absolu de puissance	$NAP = 10 \log \left( \frac{P}{1 \text{ mW}} \right)$
Atténuation	$A = 10 \log \left( \frac{P_1}{P_2} \right)$
Rendement de couplage à l'émission (connecteur)	$R = \frac{ON^2}{2}$
Puissance couplée (connecteur)	$P_{\text{couplée}} = P_{\text{émise}} \times R$

ACADEMIE DE NICE		SESSION 2001
EXAMEN : BACCALAUREAT PROFESSIONNEL		
SPECIALITE : Maintenance Réseaux Bureautique Télématique		
Epreuve E1 – Sous épreuve A1	Durée : 4 Heures	Coefficient : 2,5
ETUDE THEORIQUE DE FONCTIONS	SUJET	Page 1 / 7

A.1. Type de fibre

Rappelez les avantages des fibres monomodes par rapport aux fibres multimodes à gradient d'indice.

A.2. Calcul de la perte de couplage et de la puissance émise

A.2.a) Calculez le rendement de couplage puis l'atténuation  $A_{\text{couplage}}$  de couplage à l'émission au point A.

A.2.b) Le niveau absolu de puissance réellement disponible dans la fibre au point A est égal à  $-17$  dBm. Quel est alors le niveau absolu de puissance fourni par le transceiver ?

A.3. Perte et longueur de la fibre sur le réseau FDDI

A.3.a) Le niveau absolu de puissance optique reçue doit être supérieur à  $-28$  dBm. Une marge de 3 dB est à prendre pour le vieillissement et la réparation éventuelle de la fibre. Calculez la longueur maximale théorique de la fibre entre transceivers.

A.3.b) En fait, la longueur de la fibre entre la mairie et les services techniques est faible devant la limite théorique. Lors d'une émission, calculez le niveau absolu de puissance optique reçu par le transceiver 2.

A.4. Temps de transmission et fibres occupées

A.4.a) Calculez le temps correspondant à l'émission d'un jeton de 11 octets.

A.4.b) Vérifiez, par le calcul, qu'un jeton occupe 176 m de fibre.

A.4.c) La célérité dans une fibre optique est environ égale à 200 000 km/s. Vérifiez, par le calcul, les longueurs de fibre occupées par des trames de taille minimale et de taille maximale (voir Annexe 1).

ACADEMIE DE NICE		SESSION 2001
EXAMEN : BACCALAUREAT PROFESSIONNEL		
SPECIALITE : Maintenance Réseaux Bureautique Télématique		
Epreuve E1 – Sous épreuve A1	Durée : 4 Heures	Coefficient : 2,5
ETUDE THEORIQUE DE FONCTIONS	SUJET	Page 2 / 7

<b>B. CODAGE DES INFORMATIONS SUR L'ANNEAU FDDI</b>
---

Le transfert des informations se fait en mode synchrone. La transmission des bits n'utilise pas le codage Manchester car il nécessiterait, pour atteindre le débit nominal de 100 Mbits/s, d'être à la limite de fonctionnement des sources lumineuses de type LED (transition des états « allumé – éteint » trop rapide).

Les données sont transmises selon le codage 4B/5B, qui consiste à associer à tout groupe de 4 bits, un mot de code de 5 bits que l'on appelle symbole (voir Annexe 2).

Ce codage se caractérise par le fait qu'il y a au plus deux zéros consécutifs dans chaque symbole.

Les symboles sont ensuite transmis suivant le codage NRZI (No Return to Zero Inverted). Cette technique consiste à produire une transition du signal sur la ligne (changement d'état) chaque fois qu'un bit à 1 est transmis et aucune transition quand il s'agit d'un bit à zéro.

Exemples :



B.1. Rappelez le principe d'une transmission synchrone.

B.2.

B.2.a) Dans le cas de l'utilisation du codage Manchester, quel serait le nombre maximum d'états (allumés ou éteints) à transmettre par seconde, pour assurer un débit binaire nominal de 100Mbits/s (voir Annexe 2) ?

B.2.b) Dans quelle unité peut s'exprimer cette valeur ?

#### Etude du codage 4B/5B – NRZI sur un anneau FDDI

B.3. Complétez le DOCUMENT REPONSE 1 (page suivante).

B.4.

B.4.a) Quel est le nombre maximum d'états (allumé ou éteint) transmis par seconde, pour assurer un débit binaire nominal de 100Mbits/s ?

B.4.b) Dans quelle unité peut s'exprimer cette valeur ?

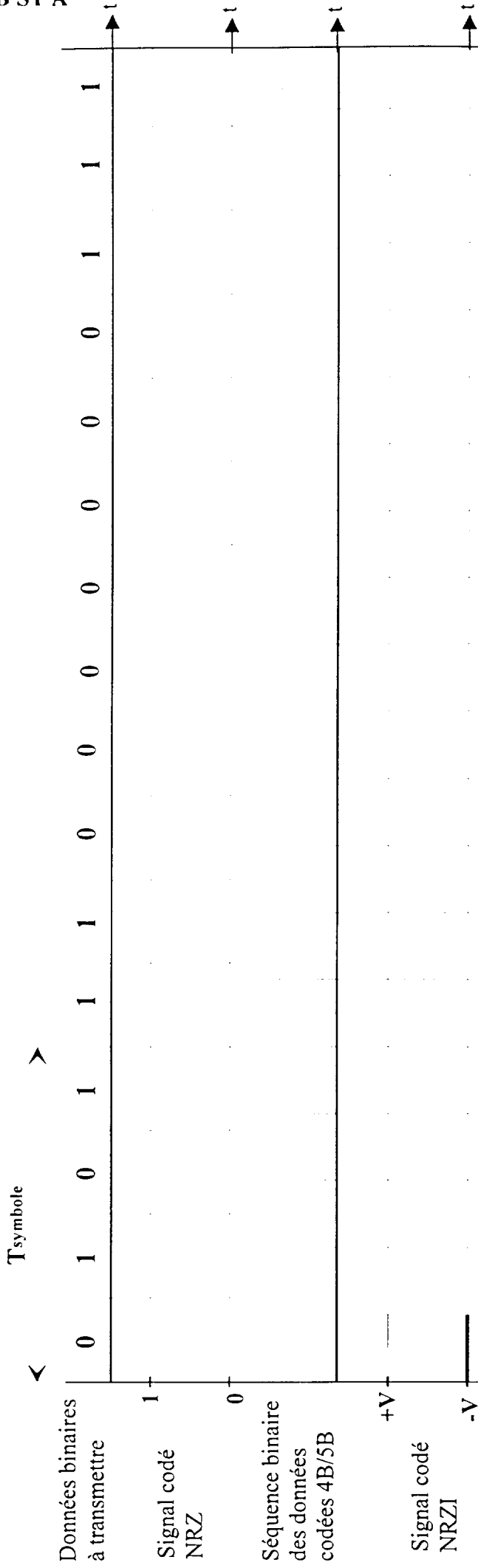
B.5. Pourquoi a-t-on limité le nombre de zéros binaires successifs à deux dans les seize symboles retenus pour le code 4B/5B ?

B.6. Quelle est la durée maximale sans transition (changement d'état) lors de la transmission d'une séquence binaire ?

ACADEMIE DE NICE		SESSION 2001
EXAMEN : BACCALAUREAT PROFESSIONNEL		
SPECIALITE : Maintenance Réseaux Bureautique Télématique		
Epreuve E1 – Sous épreuve A1	Durée : 4 Heures	Coefficient : 2,5
ETUDE THEORIQUE DE FONCTIONS	SUJET	Page 3 / 7

DOCUMENT REPONSE 1

a) Complétez le chronogramme suivant :



b) Quelle est la valence des codes NRZ et NRZI ? : .....

Le débit binaire des données à transmettre est de 100 Mbits/s.

c) Quelle est la durée d'émission d'un symbole ( $T_{\text{symbole}}$ ) ? : .....

d) Quel est le débit binaire de la séquence codée en 4B/5B ? : .....

ACADEMIE DE NICE		SESSION 2001
EXAMEN : BACCALAUREAT PROFESSIONNEL		
SPECIALITE : Maintenance Réseaux Bureautique Télématique		
Epreuve E1 – Sous épreuve A1	Durée : 4 Heures	Coefficient : 2,5
ETUDE THEORIQUE DE FONCTIONS		SUJET
		Page 4 / 7

<b>C. ANALYSE DE PROTOCOLE</b>
--------------------------------

Tous les nœuds d'un réseau ont besoin d'une adresse IP pour communiquer entre eux par l'intermédiaire des protocoles TCP/IP.

Cette adresse se décompose en une partie « adresse réseau » et une partie « adresse nœud ».

L'adresse IP de chaque nœud doit être unique au sein du même réseau.

Ces adresses sont constituées de 4 octets et sont réparties en 3 classes.

Adresse de classe A :

	1 octet	3 octets	
0	Adresse réseau	Nœud de réseau	

Classe A    0 r r r r r r r    . n n n n n n n n    . n n n n n n n n    . n n n n n n n n  
               0 0 0 0 0 0 0    . n n n n n n n n    . n n n n n n n n    . n n n n n n n n    valeur réservée  
               0 1 1 1 1 1 1    . n n n n n n n n    . n n n n n n n n    . n n n n n n n n    valeur réservée

où r représente les bits de l'adresse réseau et n représente les bits de l'adresse nœud (hôte).

Adresse de classe B :

	2 octets	2 octets	
10	Adresse réseau	Nœud de réseau	

Classe B    1 0 r r r r r r    . r r r r r r r r    . n n n n n n n n    . n n n n n n n n

Adresse classe C :

	3 octets	1 octet	
110	Adresse réseau	Hôte (Nœud de réseau)	

Classe C    1 1 0 r r r r r    . r r r r r r r r    . r r r r r r r r    . n n n n n n n n

La classe est déterminée par le 1<sup>er</sup> octet de l'adresse IP.

C.1. Donnez le nombre de réseaux qu'il est possible d'adresser pour les trois classes.

C.2. Déterminez la plage d'adresses réseau (valeurs minimale et maximale que peut prendre l'adresse réseau) pour chaque classe (en notation décimale).

C.3. Combien peut-on adresser de nœuds pour le réseau dont l'adresse est 124 . 0 . 0 . 0 ?

ACADEMIE DE NICE		SESSION 2001
EXAMEN : BACCALAUREAT PROFESSIONNEL		
SPECIALITE : Maintenance Réseaux Bureautique Télématique		
Epreuve E1 – Sous épreuve A1	Durée : 4 Heures	Coefficient : 2,5
ETUDE THEORIQUE DE FONCTIONS	SUJET	Page 5 / 7

Création de sous réseaux

Un réseau IP, dont l'adresse est unique, peut être divisé en plusieurs sous-réseaux.

On utilise un masque de sous-réseau pour différencier la partie sous-réseau de la partie hôte.

Le masque de sous-réseau est constitué de bits de valeur 1 pour les parties « réseaux » et « sous-réseaux » et de valeur 0 pour la partie « hôte » de l'adresse.

Dans le cas d'une adresse en classe B dont la partie réseau est « 141 . 15 » et dont la partie de sous-réseau est constituée de 4 bits :

C.4. Donnez et justifiez la valeur du masque, le nombre de nœuds adressables dans le sous-réseau ainsi que le nombre de sous-réseaux possibles.

C.5. Pour l'adresse IP 141 . 15 . 33 . 2, donnez et justifiez l'adresse du sous-réseau.

Après la capture d'un échange entre plusieurs postes du site « services techniques », il vous est demandé d'analyser les différentes trames représentées ci-dessous.

Trame 1 :

000 : ff-ff-ff-ff-ff-ff-00-00-01-ff-f6-35-08-06-00-01
010 : 08-00-06-04-00-01-00-00-01-ff-f6-35-8d-0f-10-06
020 : 00-00-00-00-00-00-8d-0f-10-07-20-20-20-20-20

Trame 2 :

000 : 00-00-01-ff-f6-35-00-c0-6c-75-87-34-08-06-00-01
010 : 08-00-06-04-00-02-00-c0-6c-75-87-34-8d-0f-10-07
020 : 00-00-01-ff-f6-35-8d-0f-10-06-00-00-00-00-00-00
030 : 00-00-00-00-00-00-00-00-00-00-00-00-00-00-00

Trame 3 :

000 : 00-c0-6c-75-87-34-00-00-01-ff-f6-35-08-00-45-00
010 : 00-3c-6e-01-00-00-20-01-f2-94-8d-0f-10-06-8d-0f
020 : 10-07-08-00-42-5c-02-00-09-00-61-62-63-64-65-66
030 : 67-68-69-6a-6b-6c-6d-6e-6f-70-71-72-73-74-75-76
040 : 77-61-62-63-64-65-66-67-68-69

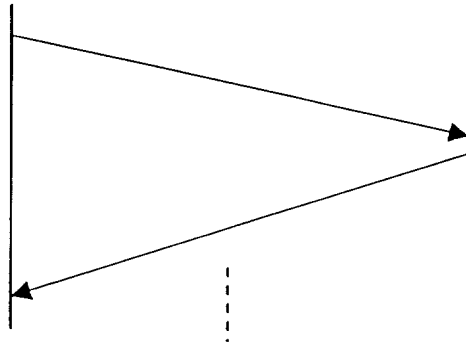
Trame 4 :

000 : 00-00-01-ff-f6-35-00-c0-6c-75-87-34-08-00-45-00
010 : 00-3c-f9-09-00-00-20-01-67-8c-8d-0f-10-07-8d-0f
020 : 10-06-00-00-4a-5c-02-00-09-00-61-62-63-64-65-66
030 : 67-68-69-6a-6b-6c-6d-6e-6f-70-71-72-73-74-75-76
040 : 77-61-62-63-64-65-66-67-68-69

ACADEMIE DE NICE		SESSION 2001
EXAMEN : BACCALAUREAT PROFESSIONNEL		
SPECIALITE : Maintenance Réseaux Bureautique Télématique		
Epreuve E1 – Sous épreuve A1	Durée : 4 Heures	Coefficient : 2,5
ETUDE THEORIQUE DE FONCTIONS	SUJET	Page 6 / 7



C.6. Représentez le diagramme d'échange correspondant (cf. exemple de la figure ci-dessous) en le complétant avec les adresses des niveaux 2 et les types des protocoles transportés par les trames.



C.7. A qui est envoyée la première trame ?

C.8. Expliquez la fonction des deux premières trames.

C.9. Décodez les adresses IP source et destination des 2 dernières trames (sous forme décimale).

C.10. Indiquez et justifiez le protocole transporté par les paquets des trames 3 et 4.

C.11. Indiquez la commande permettant de tester la communication entre deux machines IP.

C.12. Les deux protocoles les plus couramment transportés par les paquets IP sont UDP et TCP. Indiquez le mode de connexion utilisé par chacun ainsi que la différence entre ces deux modes.

<b>ACADEMIE DE NICE</b>		<b>SESSION 2001</b>
<b>EXAMEN : BACCALAUREAT PROFESSIONNEL</b>		
<b>SPECIALITE : Maintenance Réseaux Bureautique Télématique</b>		
<b>Epreuve E1 – Sous épreuve A1</b>	<b>Durée : 4 Heures</b>	<b>Coefficient : 2,5</b>
<b>ETUDE THEORIQUE DE FONCTIONS</b>	<b>SUJET</b>	<b>Page 7 / 7</b>

**PAGE RECAPITULATIVE  
DES ANNEXES**

- Annexe 1 (1 page) : CARACTERISTIQUES DE FDDI**
- Annexe 2 (1 page) : CODE 4B/5B  
et  
CODE MANCHESTER**
- Annexe 3 (2 pages) : STRUCTURES DE LA TRAME ETHERNET II  
ET DES PAQUETS IP**

<b>ACADEMIE DE NICE</b>		<b>SESSION 2001</b>
<b>EXAMEN : BACCALAUREAT PROFESSIONNEL</b>		
<b>SPECIALITE : Maintenance Réseaux Bureautique Télématique</b>		
<b>Epreuve E1 – Sous épreuve A1</b>	<b>Durée : 4 Heures</b>	<b>Coefficient : 2,5</b>
<b>ETUDE THEORIQUE DE FONCTIONS</b>	<b>ANNEXE DU SUJET</b>	<b>Page 1 / 1</b>

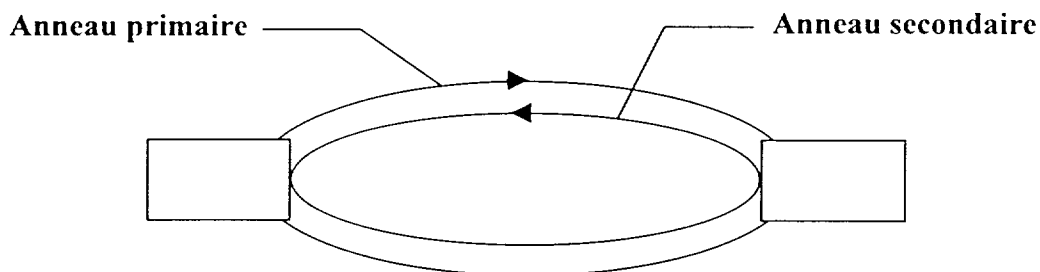
CARACTERISTIQUES DE FDDI

Le réseau FDDI possède les caractéristiques suivantes :

- la topologie est en double anneau contrarotatif pour pallier les pannes et les défaillances d'un coupleur,
- la longueur de la fibre peut atteindre 200 km, ce qui fait une distance maximale de 100 km lorsque le réseau est à plat,
- la distance maximale entre 2 nœuds est de 2 km,
- le débit est de 100 Mbits/s par boucle,
- la taille du jeton est de 11 octets soit 176 m de fibres occupées,
- la taille minimale des trames est de 28 octets soit 448 m de fibres occupées,
- la taille maximale des trames est de 4500 octets soit 72 km de fibres occupées,
- le retard induit par une station est de 15 octets soit 1,32  $\mu$ s.
- la méthode d'accès utilise un jeton temporisé qui permet d'avoir une synchronisation assurant à l'utilisateur une qualité de service au moins du point de vue du débit,
- le support physique est une fibre optique multimode 62,5/125 (fenêtre 1300 nm, émission par LED, réception par photodétecteurs PIN) mais d'autres possibilités sont acceptables et en particulier la fibre optique monomode qui porte la distance maximale entre 2 stations à 60 km au lieu de 2 km,
- le nombre maximum de stations (DTE) en classe A est 500 ou 1000 en classe B,
- les adresses sont sur 16 ou 48 bits,
- le principal protocole supporté est TCP/IP.

Il existe 3 classes d'équipements : la classe A pour les équipements connectés sur le double anneau, la classe C composée des concentrateurs et la classe B qui regroupe les équipements connectés sur un seul des anneaux par un concentrateur.

Un des avantages de FDDI est la tolérance aux pannes. En cas de coupure d'un des anneaux, le réseau utilise le deuxième anneau. Et en cas de multiples coupures, le réseau se reconfigure automatiquement en plusieurs sous-réseaux.



*Double anneau FDDI*

ACADEMIE DE NICE		SESSION 2001
EXAMEN : BACCALAUREAT PROFESSIONNEL		
SPECIALITE : Maintenance Réseaux Bureautique Télématique		
Epreuve E1 – Sous épreuve A1	Durée : 4 Heures	Coefficient : 2,5
ETUDE THEORIQUE DE FONCTIONS	ANNEXE DU SUJET	page 1 / 4

CODE 4B/5B

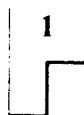
Tableau de correspondance entre données (4 bits) et symboles (5 bits) :

DONNEES	SYMBOLES
0000	11110
0001	01001
0010	10100
0011	10101
0100	01010
0101	01011
0110	01110
0111	01111
1000	10010
1001	10011
1010	10110
1011	10111
1100	11010
1101	11011
1110	11100
1111	11101

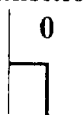
CODE MANCHESTER

Règles de codage :

- pour un élément logique 1 on crée une transition à front montant :



- pour un élément logique 0 on crée une transition à front descendant :



ACADEMIE DE NICE		SESSION 2001
EXAMEN : BACCALAUREAT PROFESSIONNEL		
SPECIALITE : Maintenance Réseaux Bureautique Télématicque		
Epreuve E1 – Sous épreuve A1	Durée : 4 Heures	Coefficient : 2,5
ETUDE THEORIQUE DE FONCTIONS	ANNEXE DU SUJET	page 2 / 4

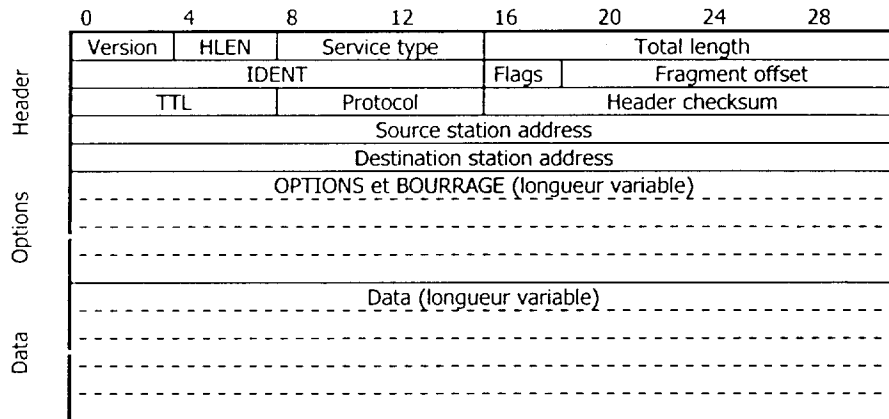
**STRUCTURE DE LA TRAME ETHERNET II**

<b>Synchronisation</b>
<b>Adresse destination (6 octets)</b>
<b>Adresse source (6 octets)</b>
<b>Type de protocole (2 octets)</b>
<b>Champ de données</b>
<b>FCS</b>

Les parties grisées ne sont pas enregistrées par l'analyseur de protocoles  
Valeurs du champ Type : IP → 800 ; ARP → 806 ; RARP → 8035

**FORMAT DE L'ENTETE IP**

Le datagramme est constitué d'un ensemble de mots de 32 bits pour faciliter la vitesse de transfert, le stockage et le calcul dans les stations.



Version : 4 bits : Indique la version du protocole IP (actuellement 4)

HLEN : 4 bits : « Header LENgth » longueur de l'entête IP (avec les options) exprimée en mots de 32 bits. La taille minimum est de 5.

Service type : 8 bits :

0	1	2	3	4	5	6	7
PRE			D	T	R		

PRE : 3 bits : Niveau de priorité ; de 0 (plus faible) à 7 (plus élevée) ; en général ignoré par les implémentations.

DTR : 3 bits : Utilisés par le routage.

D : 1 bit : Faible délai.

T : 1 bits : Gros débit.

R : 1 bits : Haute fiabilité.

<b>ACADEMIE DE NICE</b>		<b>SESSION 2001</b>
<b>EXAMEN : BACCALAUREAT PROFESSIONNEL</b>		
<b>SPECIALITE : Maintenance Réseaux Bureautique Télématique</b>		
<b>Epreuve E1 – Sous épreuve A1</b>	<b>Durée : 4 Heures</b>	<b>Coefficient : 2,5</b>
<b>ETUDE THEORIQUE DE FONCTIONS</b>	<b>ANNEXE DU SUJET</b>	<b>page 3 / 4</b>

Total length : 16 bits : Longueur totale en octets de l'entête et des données IP.

IDENT : 16 bits : Identifie de manière unique le datagramme initial : Très utile lorsque la fragmentation des datagrammes est utilisée (chaque fragment aura cette même identification). En effet, sur les réseaux il existe une longueur maximale de trame :

Flags : 3 bits : Définit le type de fragmentation :  
000 : Fragmentation autorisée, le fragment n'est pas le dernier  
001 : Fragmentation autorisée, le fragment est le dernier  
010 : Fragmentation non autorisée.

Fragment offset : 13 bits : Place du premier mot du fragment du datagramme original, exprimé en multiple de 8 octets. Ce n'est pas le numéro de fragment.

TTL : 8 bits : Time to Live : Durée résiduelle de vie du fragment ou datagramme. Donnée en secondes. La valeur est initialisée par l'émetteur, contrôlée par et mise à jour par les routeurs. Quand la valeur devient  $\leq 0$ , le fragment ou datagramme est détruit. Très utile pour éliminer les datagrammes qui risquent d'errer dans le réseau, particulièrement lors d'envoi en diffusion multiple (multicast).

Protocol : 8 bits : Indique le protocole de niveau supérieur qui doit exploiter le champ de données. Quelques exemples :  
0 : IP accès immédiat à IP  
1 : ICMP  
3 : GGP Gateway to Gateway ; pour mettre à jour les tables de routage  
6 : TCP  
17 : UDP

Header checksum : 16 bits : Checksum de l'entête (contrôle d'erreur sur l'entête, options comprises). C'est la somme en complément à 1 des  $\frac{1}{2}$  mots de 32 bits (donc 16 bits). Ce checksum n'est effectué que sur l'entête car il le calcul est effectué très souvent (émetteur, routeurs, récepteur).

Les données ne sont contrôlées que par le niveau supérieur (TCP) mais pas dans UDP. Il est inutile de le faire pour chaque fragment car de toute façon il faudra détruire tout le datagramme.

Source Address,

Destination Address : 32 bits : Adresse IP source et destination sur 4 octets.

### Format des options IP

Options : Elles sont codées sous la forme TLV (Type, Longueur, Valeur). Type et longueur sont sur 1 octet.  
La taille totale des options doit être un multiple de 32 bits. On ajoute donc un bourrage avec des 0 si nécessaire.  
Les options ne seront pas détaillées dans ce cours.

ACADEMIE DE NICE		SESSION 2001
EXAMEN : BACCALAUREAT PROFESSIONNEL		
SPECIALITE : Maintenance Réseaux Bureautique Télématique		
Epreuve E1 – Sous épreuve A1	Durée : 4 Heures	Coefficient : 2,5
ETUDE THEORIQUE DE FONCTIONS	ANNEXE DU SUJET	page 4 / 4