

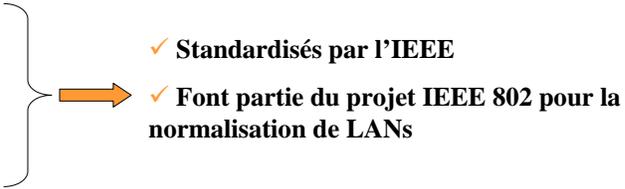
# *Réseaux locaux et Interconnexion*

1

## *Les réseaux locaux (LAN)*

Un LAN est un système de transmission de données permettant à un nombre d'équipements indépendants de communiquer entre eux dans une zone géographique limitée.

Les LANs sont dominés par 3 grandes architectures:

- Ethernet
  - Token Bus
  - Token Ring
- 
- ✓ Standardisés par l'IEEE  
✓ Font partie du projet IEEE 802 pour la normalisation de LANs

2

## *Le projet IEEE 802*

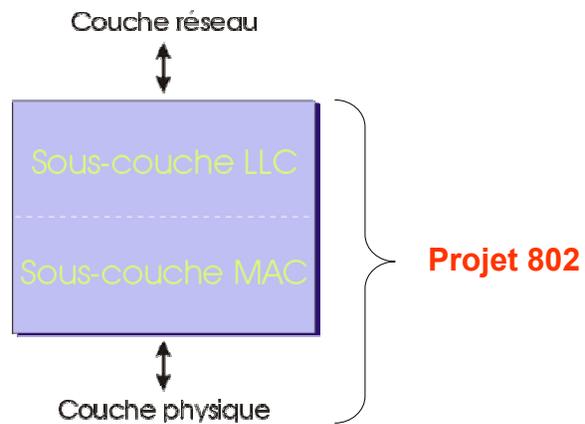
Est une manière de spécifier les fonctionnalités de la couche Liaison afin de permettre:

- L'interopérabilité et la compatibilité entre technologies de LANs hétérogènes.
- Le transfert de données qui traversent des réseaux disparates.

3

## *Organisation de la couche liaison de données*

**LLC:** Logical Link Layer  
**MAC:** Medium Access Control



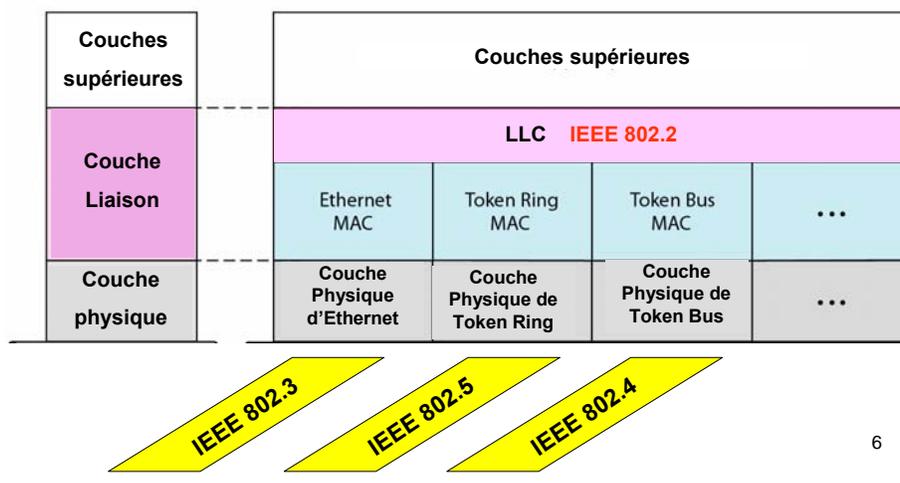
4

## Organisation de la couche liaison de données (suite)

- **LLC** est indépendante de l'architecture du réseau sous-jacent
  - ➔ commune à tous les standards LAN de l'IEEE.
- **MAC** contient un nombre de modules distincts, chacun porte les spécifications d'une propriété de l'architecture du LAN utilisé.

5

## Standards IEEE pour les LANs



6

## Modèle IEEE 802

➤ Reprend la structure de HDLC en la divisant en deux groupes:

### LLC

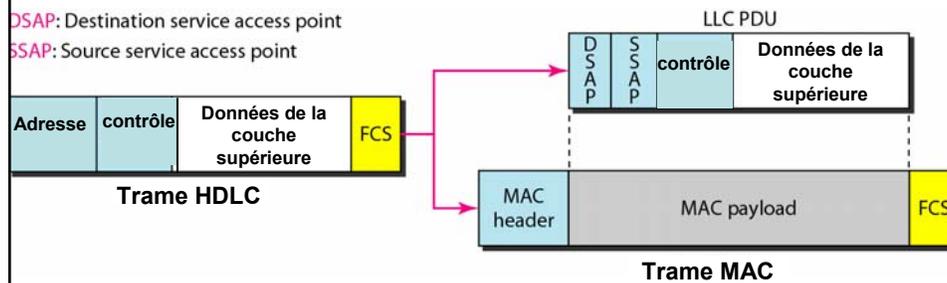
Contient la portion de trame propre à l'utilisateur:

- Mise en trame
- Adresse logique
- Informations de contrôle
- Contrôle de flux
- Données

### MAC

- Résoud les contentions pour l'accès au support partagé;
- Détient les informations nécessaires pour acheminer les données:
  - Adresse physique
  - Flag
  - Contrôle d'erreur

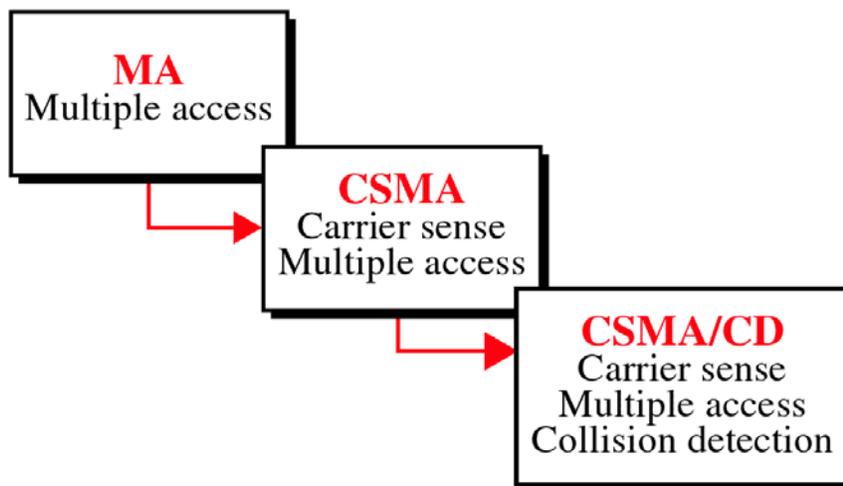
## De HDLC vers IEEE 802



# *La gestion d'accès multiple*

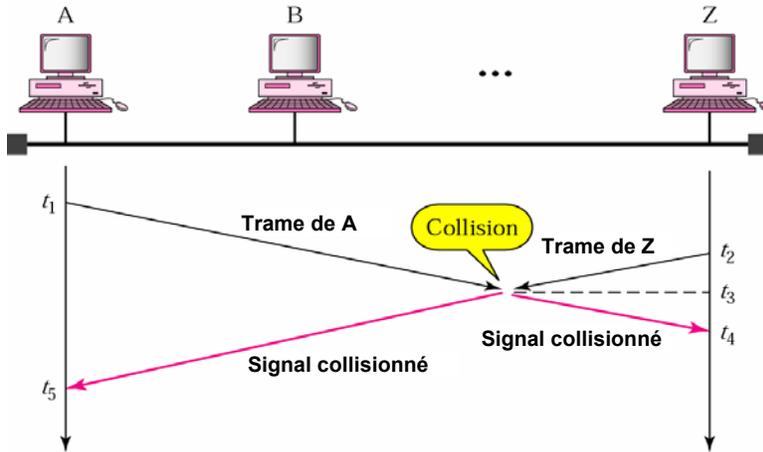
9

## *La technique CSMA/CD*



10

## Collision dans CSMA/CD



**TC (Tranche Canal) ou TS (Time Slot)** : durée nécessaire à une station pour que celle-ci soit certaine que son message a été transmis sans collision.

$$TC \geq 2 T_p$$

11

## Principes de CSMA/CD

(Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection ou **détection de porteuse avec accès multiple et détection de collision**)

- ✓ Chaque trame est diffusée sur le bus et chaque station écoute pour prendre les trames qui lui sont destinées.
- ✓ Basée sur les principe de compétition : sur un canal partagé.
- ✓ Ecoute de la porteuse avant transmission
- ✓ Si occupé, attendre un temps aléatoire puis réessayer.
- ✓ A chaque collision détectée (par l'émetteur), attendre un délai aléatoire (**back off**) et retransmettre la trame.

12

## *Délai de back off aléatoire* **BEB (Binary Exponential Backoff)**

- En cas de collision, il faut que les stations réémettent sans créer de nouvelles collisions à l'infini !
- L'algorithme du BEB permet de tirer au sort la durée d'attente avant la prochaine réémission:
- Chaque émetteur attend un nombre entier de TS, tiré au sort ( $r * 51,2$  us), avant de réémettre

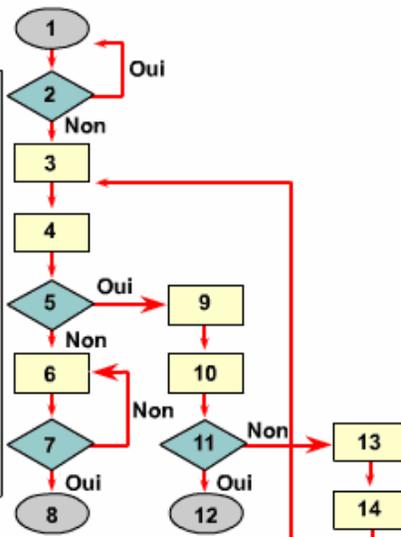
$$0 < r < 2^k \text{ où } k = \min(n, 10)$$

**n** est le nombre de collisions précédemment détectées, avec un maxi de 15 tentatives.

13

## *La procédure CSMA/CD*

1. L'hôte veut transmettre
2. La porteuse est-elle détectée ?
3. Mise en trame
4. Début de la transmission
5. Une collision est-elle détectée ?
6. Poursuite de la transmission
7. La transmission est-elle terminée ?
8. Transmission terminée
9. Signal d'un bourrage de broadcast
10. Tentatives = Tentatives + 1
11. Tentatives > Trop nombreuses ?
12. Trop de collisions ; abandon de la transmission
13. L'algorithme calcule la réémission temporisée
14. Attente pendant t microsecondes



## *Exemple*

Soit un réseau local en bus de longueur  $d$  km. La vitesse de propagation du signal sur le support est de  $V$  km/s. La capacité de transfert du support est de  $C$  bit/s. Donner la forme de  $L$ , longueur minimale d'une trame pour que le protocole CSMA/CD fonctionne.

A. N. :  $C = 10$  Mbit/s,  $d = 2,5$  km,  $V = 111111$  km/s

15

## *Les mécanismes à jeton*

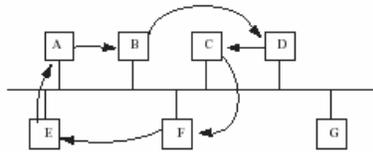
- Une station n'est autorisée à transmettre que si elle capture une trame spéciale appelée **jeton**.
- Si aucune donnée est transmise, le jeton circule tout autour de l'anneau.
- Chaque station émettrice attend le passage du jeton, le capture et entame sa transmission.
- A la fin de la transmission, elle libère le jeton et le passe à la station voisine.

16

## Les mécanismes à jeton

### Token Bus

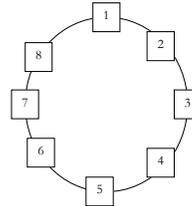
IEEE 802.4



- Possession d'un droit d'émission, appelé *jeton*.
- Techniques de gestion de pertes ou de duplication du jeton

### Token Ring

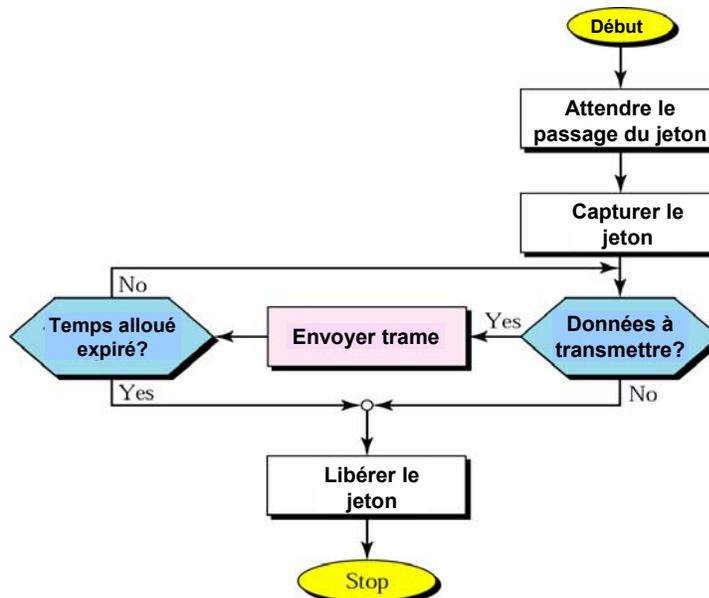
IEEE 802.5



- Emission si possession du jeton
- Election d'une station de contrôle appelée moniteur.

17

## Procédure de passage du jeton

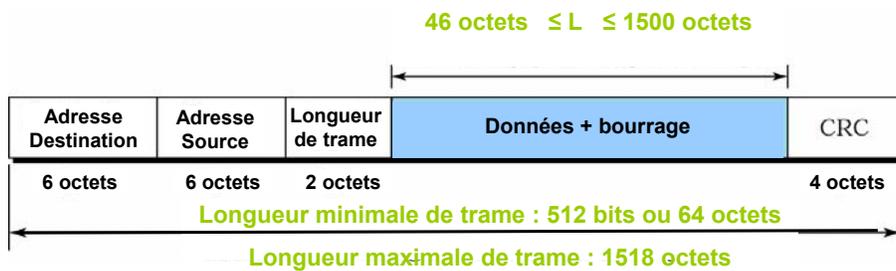


18

# *La trame Ethernet*

19

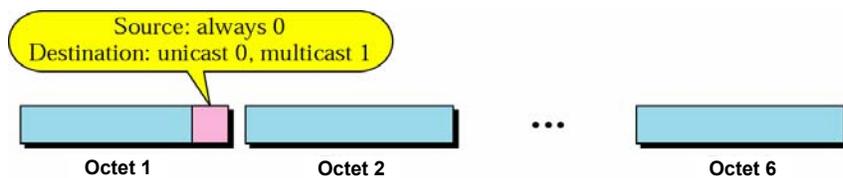
## *Format de trame Ethernet*



20

## Adressage Ethernet

**06-01-02-01-2C-4B**



21

## Exemple de verouillage de trame

Décoder les trames MAC Ethernet suivantes :

### Trame 1

```
FF FF FF FF FF FF 08 00 20 02 45 9E 08 06 00 01 08 00 06 04 00  
01 08 00 20 02 45 9E 81 68 FE 06 00 00 00 00 00 81 68 FE 05
```

### Trame 2

```
08 00 20 02 45 9E 08 00 20 07 0B 94 08 06 00 01 08 00 06 04 00  
02 08 00 20 07 0B 94 81 68 FE 05 08 00 20 02 45 9E 81 68 FE 06
```

22

## *Comparaison des normes IEEE 802*

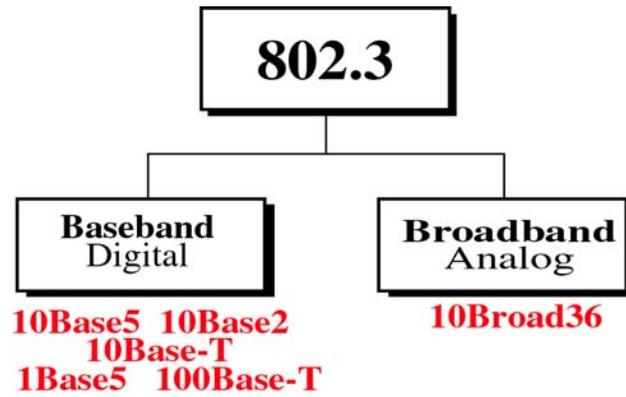
Caractéristique	802.3	802.4	802.5
Topologie	Bus	Bus	Anneau
Support	Coaxial/ paire torsadée	Coaxial CATV	Tout support
Transmission	Bande de base (Manchester)	Large bande	Bande de base
Débits	10 Mb/s	1 à 10 Mb/s	1 à 4 Mb/s
Protocole			
technique	CSMA/CD	Jeton	Jeton
complexité	Faible	Importante	Moyenne
Taille des trames			
borne min	46	0	0
borne max	1500	8182	Pas de limite

23

## *La famille Ethernet*

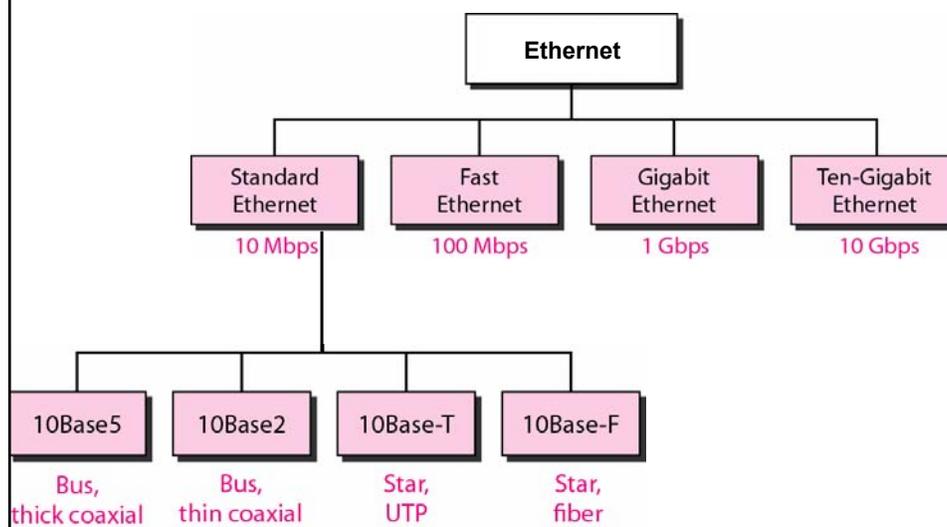
24

## Ethernet (802.3)



25

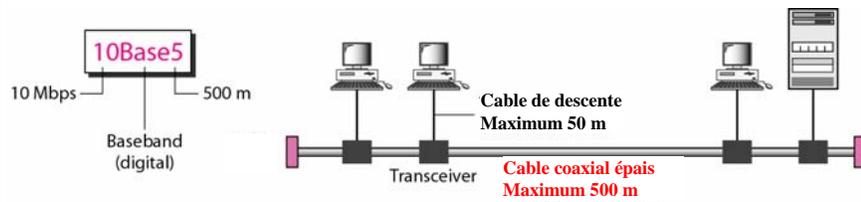
## Evolution d'Ethernet



26

## Ethernet 10 Base 5

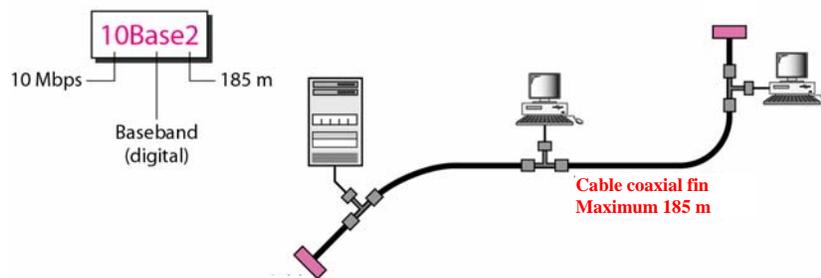
*Thick Ethernet*



27

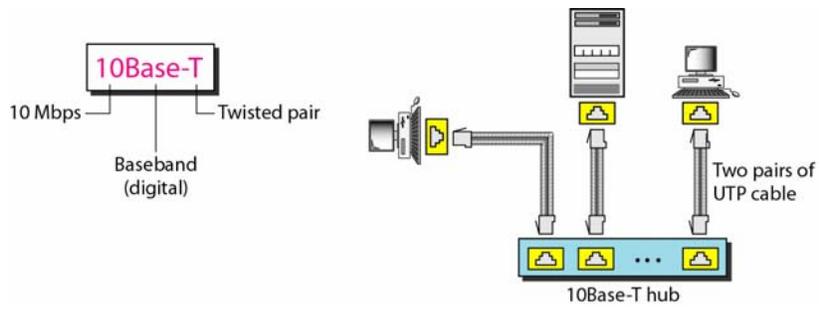
## Ethernet 10 Base 2

*Thin Ethernet*



28

## *Ethernet 10 Base T*



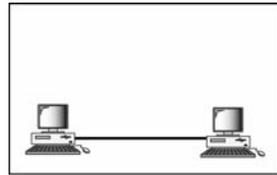
29

## *Standard Ethernet (Récap)*

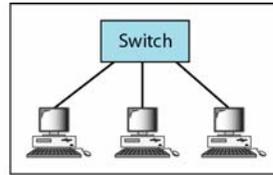
<i>Caractéristique</i>	<i>10 Base 5</i>	<i>10 Base 2</i>	<i>10 Base T</i>	<i>10 Base F</i>
<b>Support</b>	Câble coax épais	Câble coax fin	UTP	Fibre optique
<b>Longueur Max</b>	500 m	185 m	100 m	2000 m
<b>Encodage</b>	Manchester	Manchester	Manchester	Manchester

30

## Fast Ethernet (802.3 u)

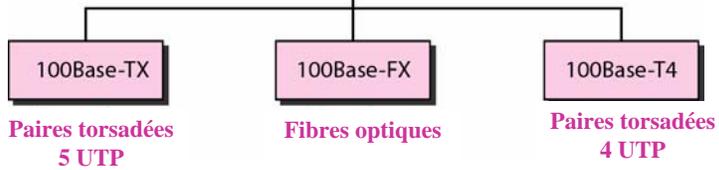


Point à point



Etoile

### Implémentations Ethernet usuelles



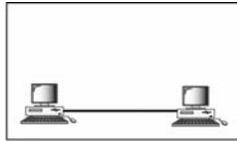
31

## Fast Ethernet (Récap)

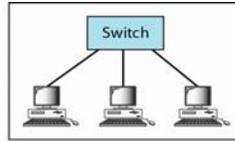
Caractéristique	100 Base TX	100 Base FX	100 Base T4
Support	Cat 5 UTP ou STP	Fibre	Cat 4 UTP
Nombre de fils	2	2	4
Longueur Max	100 m	100 m	100 m
Encodage	MLT-3	NRZ-I	8B/6T

32

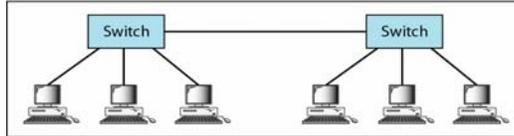
## Gigabit Ethernet (802.3 z)



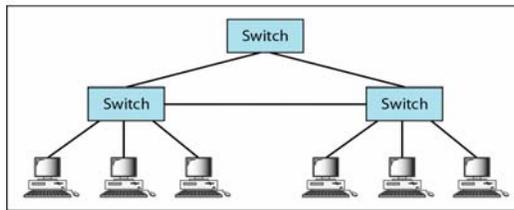
Point à point



Etoile



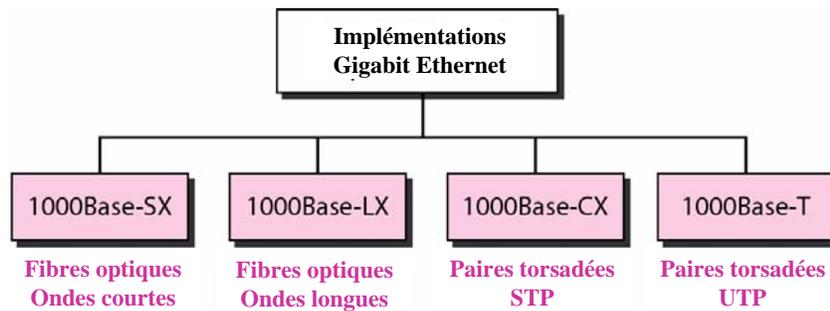
2 étoiles



Hiérarchie d'étoiles

33

## Gigabit Ethernet (suite)



34

## *Gigabit Ethernet (Récap)*

<i>Caractéristique</i>	<i>1000 Base SX</i>	<i>100 Base LX</i>	<i>1000 Base CX</i>	<i>1000 Base T</i>
<b>Support</b>	<b>Fibres Ondes courtes</b>	<b>Fibres Ondes longues</b>	<b>STP</b>	<b>Cat 5 UTP</b>
<b>Nombre de fils</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>4</b>
<b>Longueur Max</b>	<b>550 m</b>	<b>5000 m</b>	<b>25 m</b>	<b>100 m</b>
<b>Encodage</b>	<b>NRZ</b>	<b>NRZ</b>	<b>NRZ</b>	<b>4D-PAM5</b>

35

## *Ten-Gigabit Ethernet (Récap)*

<i>Caractéristique</i>	<i>10G Base S</i>	<i>10G Base L</i>	<i>10G Base E</i>
<b>Support</b>	<b>Fibre multimode Ondes courtes</b>	<b>Fibre monomode Ondes longues</b>	<b>Fibre monomode Ondes longues</b>
<b>Longueur Max</b>	<b>300 m</b>	<b>10 km</b>	<b>40 km</b>
<b>Encodage</b>	<b>NRZ</b>	<b>NRZ</b>	<b>NRZ</b>

36

## *Interconnexion de LANs*

Equipement	Niveau dans le modèle OSI	Rôle et caractéristiques
Répéteur ( <i>Repeater</i> )	Physique	Régénération du signal d'un segment à un autre pour compenser l'affaiblissement.
Concentrateur ( <i>hub</i> )	Physique	Est un répéteur multiport Utilisé pour créer un point de connexion central
Pont( <i>bridge</i> )	Liaison	Filtrer le trafic au niveau local Assure la connectivité entre plusieurs segments
Commutateur ( <i>switch</i> )	Liaison	Est un pont multiport Filtre, et achemine les trames en fonction de l'adresse de destination de chaque trame
Routeur	Réseau	Analyse les entête IP Interconnecte plusieurs réseaux locaux (Ethernet, Token Ring,...) Assure les fonctions de routage, de contrôle de flux et de gestion de connexion

37