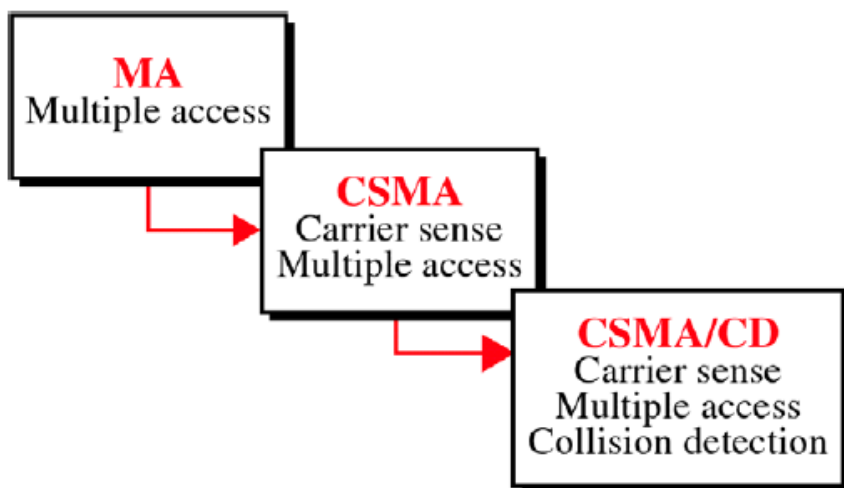


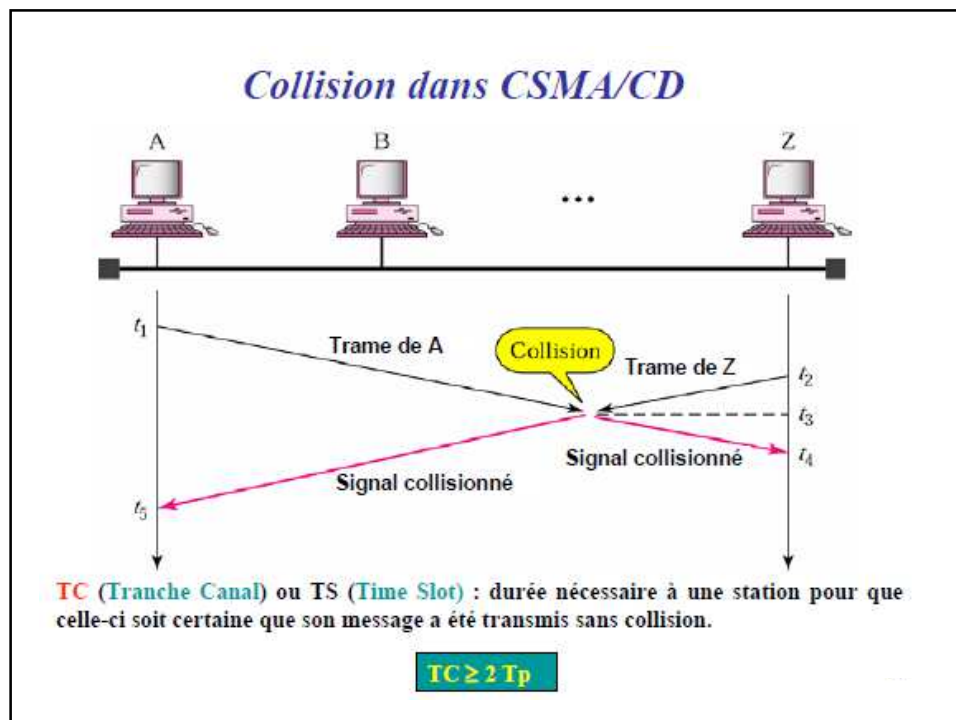
Chapitre 4

Les mécanismes d'accès au support

- ✓ *Ethernet*
- ✓ *Token Ring*
- ✓ *Token Bus*

La technique CSMA/CD





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.

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

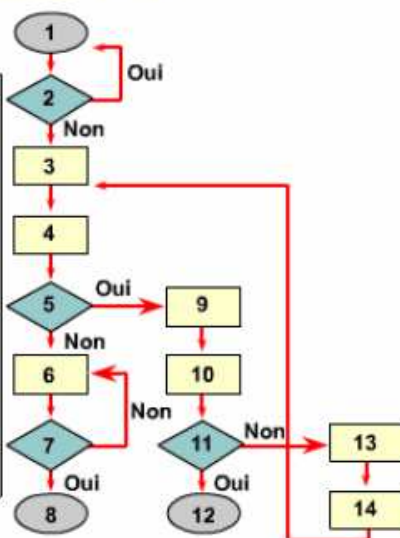
- En cas de collision, il faut que les stations réémettent sans créer de nouvelles collisions à l'infini !
- L'algorithme du BEB permet de tirer au sort la durée d'attente avant la prochaine réémission:
- Chaque émetteur attend un nombre entier de TS, tiré au sort ($r \cdot 51,2$ us), avant de réémettre

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

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

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

Format de trame Ethernet



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
```

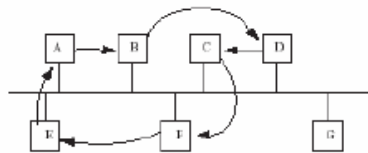
Les mécanismes à jeton

- 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.

Les mécanismes à jeton

Token Bus

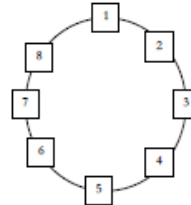
IEEE 802.4



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

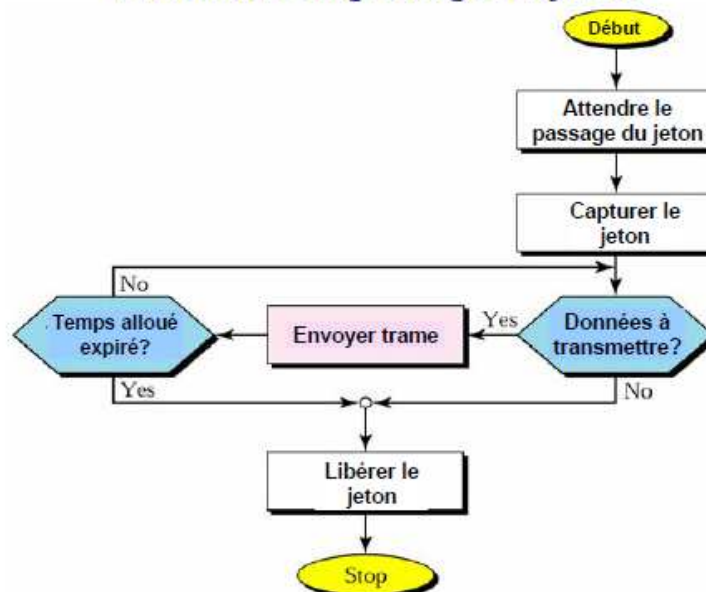
Token Ring

IEEE 802.5



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

Procédure de passage du jeton



Token Bus (IEEE 802.4)

Insertion de station

- **Les stations sont insérées dans l'anneau dans l'ordre défini par la valeur adresse**
 - de la plus haute à la plus basse
 - définit l'ordre de circulation du jeton
- **Périodiquement, chaque station émet un *Sollicit_Successor* ($x=my_address$)**
- **Une nouvelle station émet un *Set_Successor*(x)**
- ➔ **Collision d'insertion**
 - La station qui a le jeton détecte la collision ➔ ***Resolve_contention***
 - Les stations concurrentes tirent un nombre aléatoire pour différer leur nouvelle entrée

Token Bus (IEEE 802.4)

Retrait de station

- **Une station Q veut quitter le réseau**
 - $P \leq Q \leq R$
 - attend la réception du jeton
 - émet vers P un ***Set_Successor*(R)**
 - arrête d'émettre

Token Bus (IEEE 802.4)

Perte et duplication du jeton

➤ Jeton perdu

- Emission de **Claim-Token** après un timeout

➔ Collision de demandes de génération d'un nouveau jeton

Résolution de collision avec des délais aléatoires

➔ La station qui gagne génère un nouveau jeton

➤ Jeton dupliqué

- Une station qui possède le jeton voit arriver un autre jeton

➔ Elle détruit son propre jeton

Format de trame Token Bus

1 octet 1 octet 6 octets 6 octets 0- 8182 octets 4 octets 1 octet



SFD	FC	@ DEST	@ SOURCE	Données	FCS	EFD
-----	----	--------	----------	---------	-----	-----



FF=01 MMMPPP

Si trame de données

FF=10 CCC000

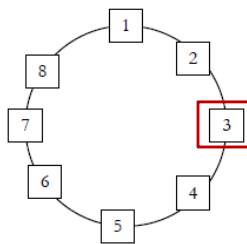
Si trame de gestion

0	Claim-Token
1	Sollicit_Successor
2	Sollicit_Successor
3	Who_follows
4	Resolve_Contention
5	Jeton
6	Set_Successor

Token Ring (IEEE 802.5)

➤ **La gestion de l'anneau se fait de manière centralisée**

- ➔ Le moniteur est responsable de l'unicité et de l'existence du jeton
- ➔ Procédure d'élection d'un moniteur



La gestion de l'anneau

➤ **Perte du jeton**

- DéTECTÉE par le moniteur après un délai de garde
- GénÈRE un nouveau jeton

➤ **Duplication de jeton**

- Toute station émettrice, qui voit passer une trame dont l'adresse d'émission est différente de la sienne, ne régénère pas de jeton libre
 - ➔ Perte du jeton
 - ➔ On revient donc au cas précédent

➤ **Trames détériorées:**

- ➔ DéTECTÉES et PURGÉES par le moniteur

➤ **Trames orphelines:**

- ➔ Le moniteur retire les trames déjà marquées

Exemple

On considère un réseau Token Ring comportant 4 stations (A, B, C et D). Lorsqu'elle possède le jeton, une station peut transmettre au plus 1 trame de données.

Sur cet anneau, le temps de propagation entre chaque deux stations est de 1ms, le temps de transmission d'une trame est de 4 ms (entête incluse), le temps de transmission du jeton est de 1 ms.

1. Dessiner un diagramme de temps gradué en ms décrivant le déroulement des différentes transmissions de trames selon le scénario suivant:

à $t = 0$, D possède le jeton

à $t = 0$, B veut transmettre 2 trames

à $t = 4$, A veut transmettre 1 trame

à $t = 8$, D veut transmettre u1 ne trame

à $t = 23$, C veut transmettre 2 trames

2. Quelle est la durée totale de l'exécution de ce scénario?

3. Quel est le temps d'accès moyen au support pour ce scénario?

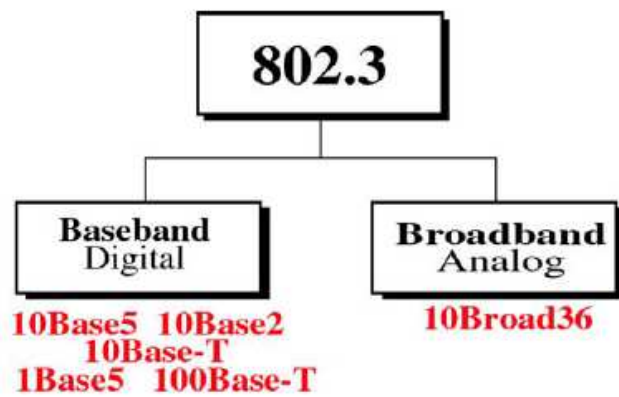
Comparaison des normes IEEE 802

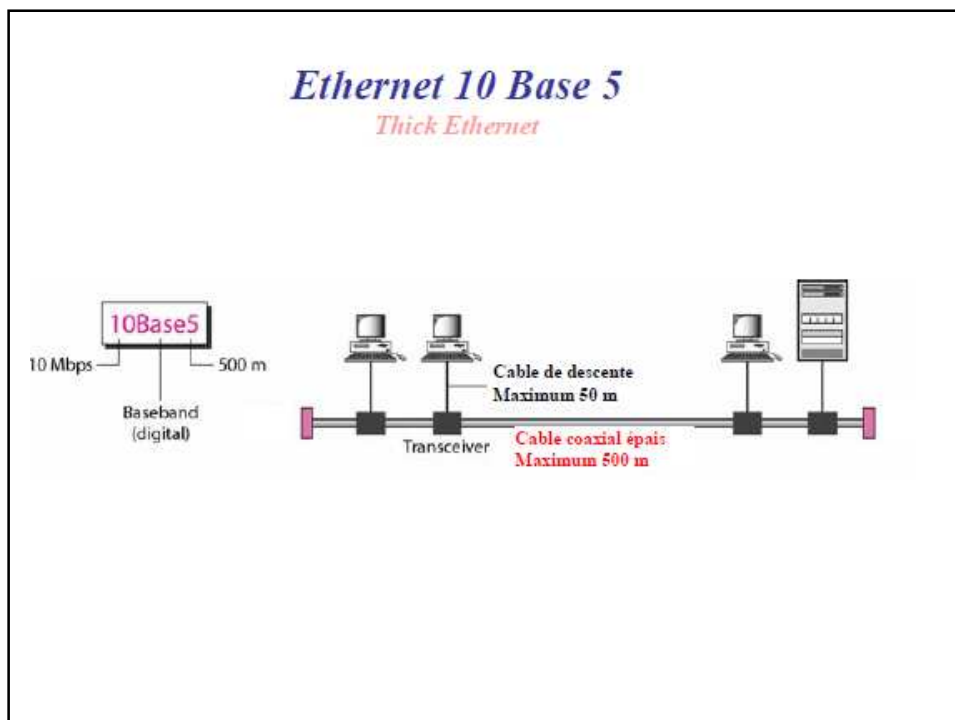
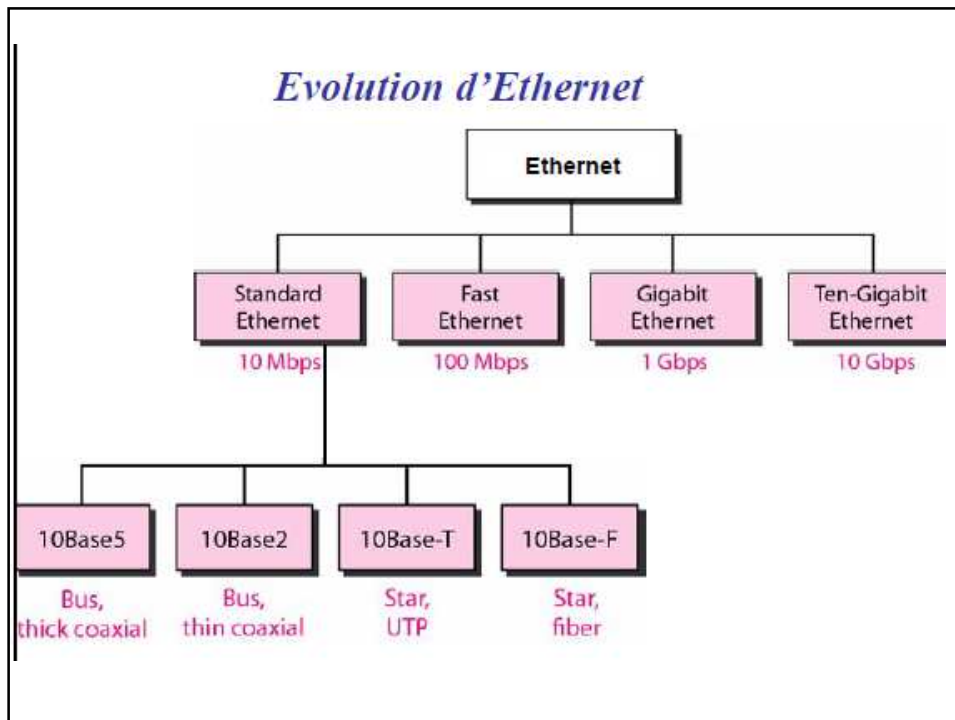
Caractéristique	802.3	802.4	802.5
Topologie	Bus	Bus	Anneau
Support	Coaxial/ paire torsadée	Coaxial CATV	Tout support
Transmission	Bande de base (Manchester)	Large bande	Bande de base
Débits	10 Mb/s	1 à 10 Mb/s	1 à 4 Mb/s
Protocole			
technique	CSMA/CD	Jeton	Jeton
complexité	Faible	Importante	Moyenne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

Chapitre 5

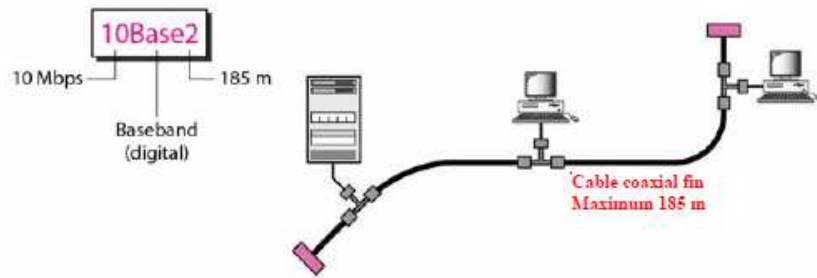
La famille Ethernet

Ethernet (802.3)

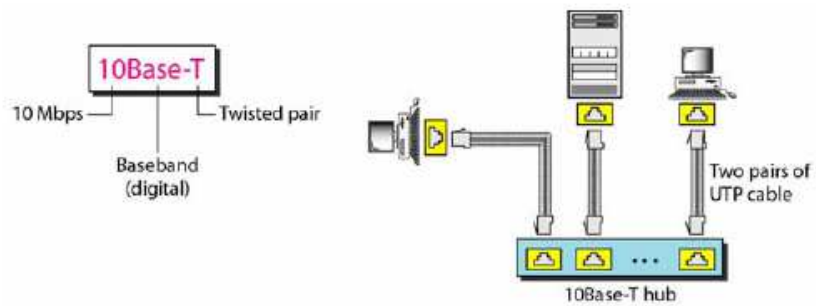




Ethernet 10 Base 2 *Thin Ethernet*



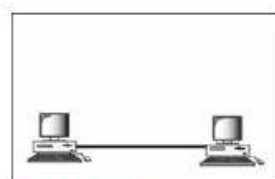
Ethernet 10 Base T



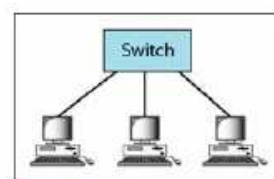
Standard Ethernet (Récap)

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

Fast Ethernet (802.3 u)

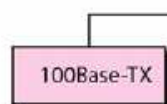
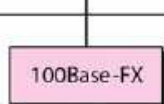


Point à point

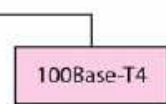


Etoile

Implémentations Ethernet usuelles

Paires torsadées
5 UTP

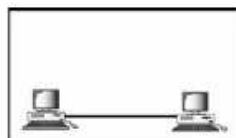
Fibres optiques

Paires torsadées
4 UTP

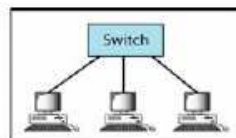
Fast Ethernet (Récap)

<i>Caractéristique</i>	<i>100 Base TX</i>	<i>100 Base FX</i>	<i>100 Base T4</i>
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

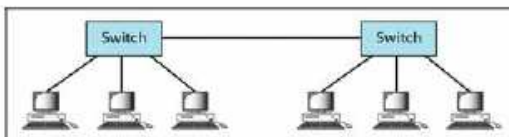
Gigabit Ethernet (802.3 z)



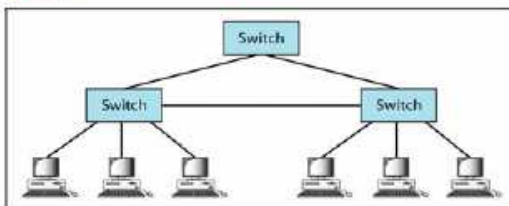
Point à point



Etoile

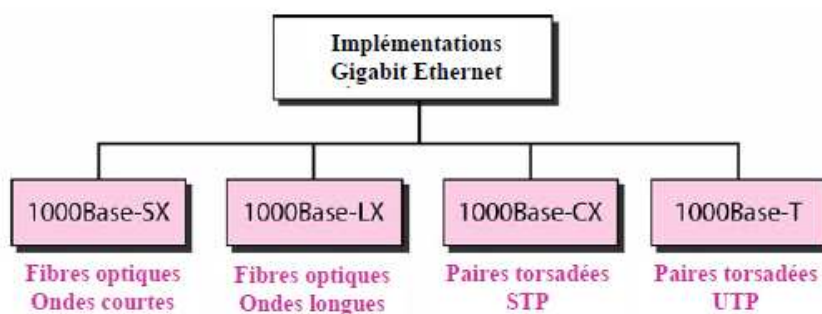


2 étoiles



Hiérarchie d'étoiles

Gigabit Ethernet (suite)



Gigabit Ethernet (Récap)

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

Ten-Gigabit Ethernet (Récap)

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