



Réseaux haut débit

CHAPITRE 1

les réseaux
métropolitains
(MAN)

Par M^{me} BOULMAIZ

Objectifs de cours

- Les méthodes d'accès
- Architecture Token-Ring (IEEE802.5)
- Architecture FDDI (Fiber Distributed Data Interface-IEEE802.8-)
- DQDB (Distributed Queue Dual Bus DQDB -IEEE 802.6-)
- Gigabit Ethernet (IEEE802.3z)
- 10Gigabit Ethernet (IEEE802.3ae)
- 100Gigabit Ethernet



Techniques d'accès au support

Protocoles d'accès aux média

– Introduction

Dans un réseau local, chaque nœud est susceptible d'émettre sur le même câble de liaison. L'ensemble des règles d'accès, de durée d'utilisation et de surveillance constitue le protocole d'accès aux câbles ou aux média de communication.

La couche 2 du modèle de référence OSI, est divisée en deux sous-couches :

- contrôle de liaison logique (**Logical Link Control - LLC**)
- contrôle d'accès au médium (**Media Access Control -MAC**)



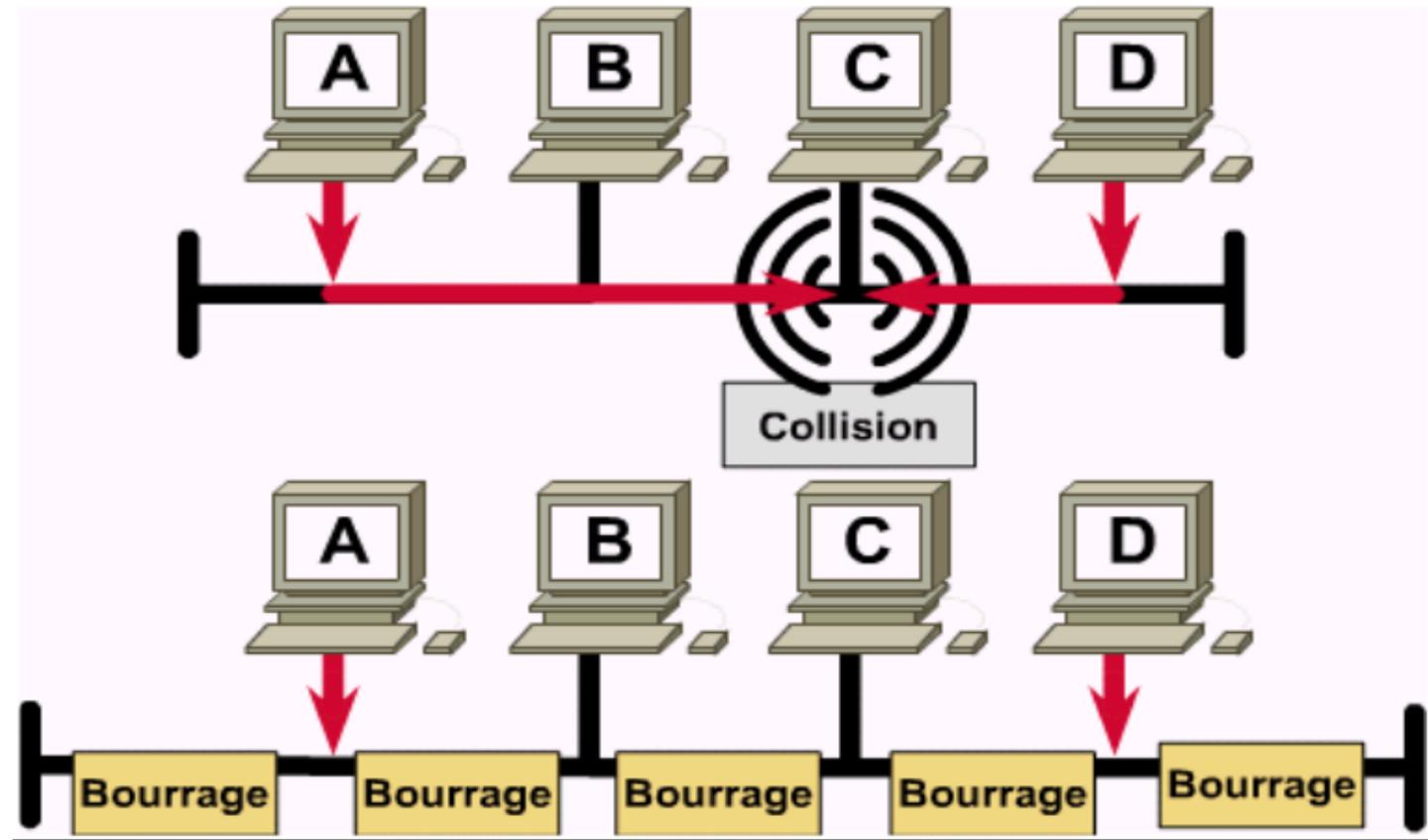
Techniques d'accès au support

Protocoles d'accès aux média

- La couche LLC assure l'indépendance des traitements entre les couches supérieurs et la couche MAC.
- Les postes d'un réseau local se partagent simultanément le support de transmission pour pouvoir émettre ou recevoir des trames.
- La couche MAC est responsable de l'accès au médium de transmission pour acheminer des trames d'information. Elle essaie d'éviter les conflits d'accès au support.

Collisions et domaines de collision

- Certains réseaux sont directement connectés; tous les hôtes partagent la couche 1.
- L'un des problèmes pouvant se produire lorsque deux bits voyagent en même temps dans le même réseau est la collision.



Collisions et domaines de collision

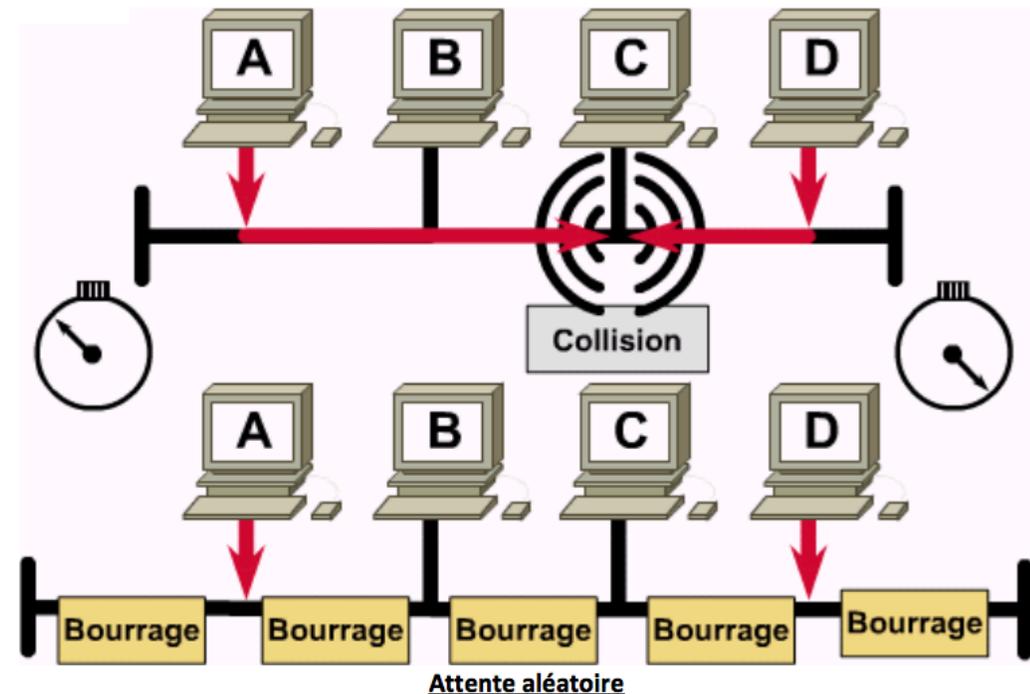
La portion du réseau d'où proviennent les paquets de données et où la collision s'est produite est appelée domaine de collision et comprend tous les environnements à média partagé. Un "fil" peut être relié à un autre par l'intermédiaire de câbles de raccordement, d'émetteurs récepteurs, de tableaux de connexions, de répéteurs et même de concentrateurs. Toutes ces interconnexions de couche 1 font partie du domaine de collision.

Lors d'une collision, les paquets de données touchés sont détruits, bit par bit.

Contrôle d'accès au médium

Il existe trois principaux protocoles de contrôle d'accès au médium :

- Contention CSMA (Carrier Sense Multiple Access)
- Passage du jeton (Token Ring)
- Contention TDMA (Time Division Multiple Access)

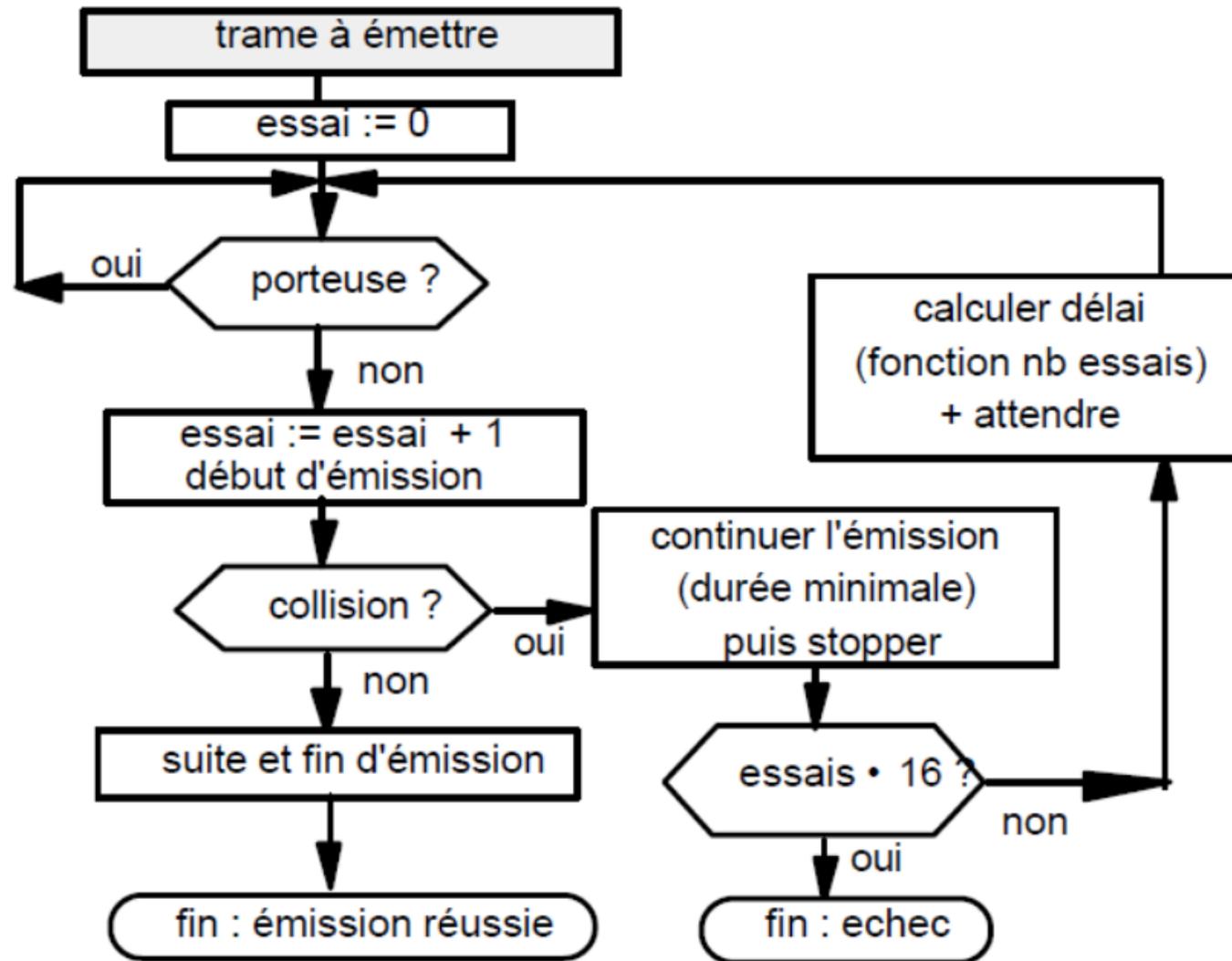


CSMA/CD (Carrier Sense Multiple Access) (Écoute de porteuse avec accès multiples et détection de collision) : (IEEE 802.3)

- Une technologie connue sous le nom de Carrier Sense Multiple Access with Collision Détection (Écoute de porteuse avec accès multiples et détection de collision) ou CSMA/CD régit la façon dont les postes accèdent au média. Au départ développé durant les années 1960 pour ALOHAnet à Hawaii en utilisant la radio.

Dans un protocole de contention de la couche MAC, chaque nœud a un accès égal au support. Bien que plusieurs variations de ce protocole existent, en général, un protocole fonctionne de la suivante :

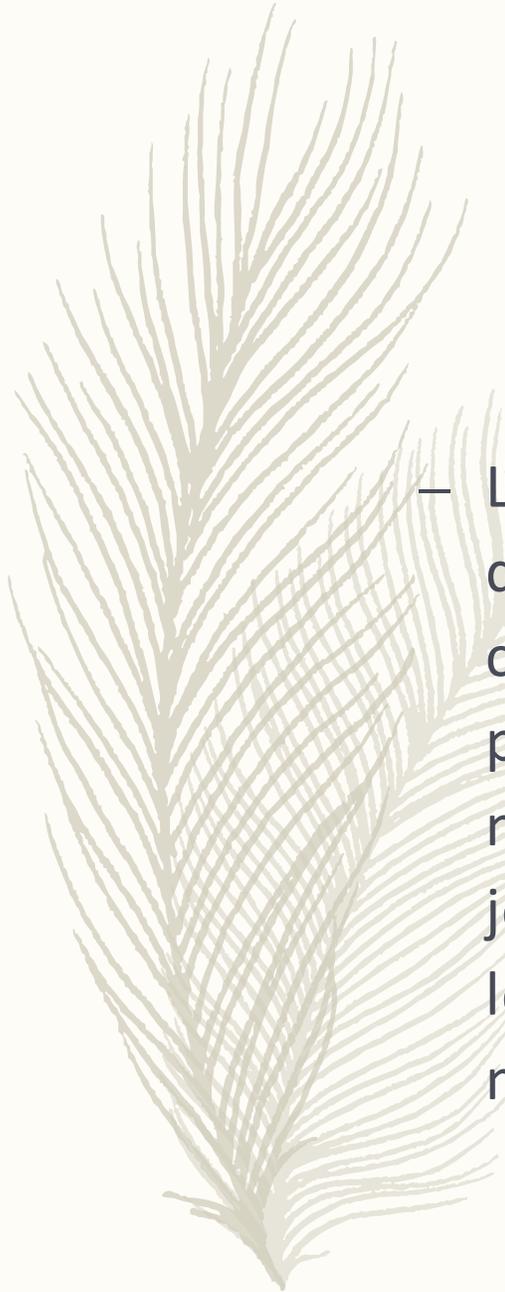
1. Lorsqu'un nœud a une trame à transmettre, il examine le médium afin de déterminer s'il est occupé par un autre poste.
2. Si le médium est libre, tous les nœuds ont le droit de transmettre



Algorithme d'émission CSMA/CD

Passage de jeton (Token Ring)

- Le réseau en anneau à jeton et IEEE 802.5 sont les principaux exemples de réseaux de passage de jeton. Les réseaux de passage de jeton font circuler une petite trame, appelée jeton, autour du réseau. La possession du jeton confère le droit de transmettre des données. Si le nœud qui reçoit un jeton n'a pas d'information à transmettre, il passe le jeton à la prochaine station d'extrémité. Chaque station peut conserver le jeton pour un délai maximal qui varie en fonction de la technologie mise en place.



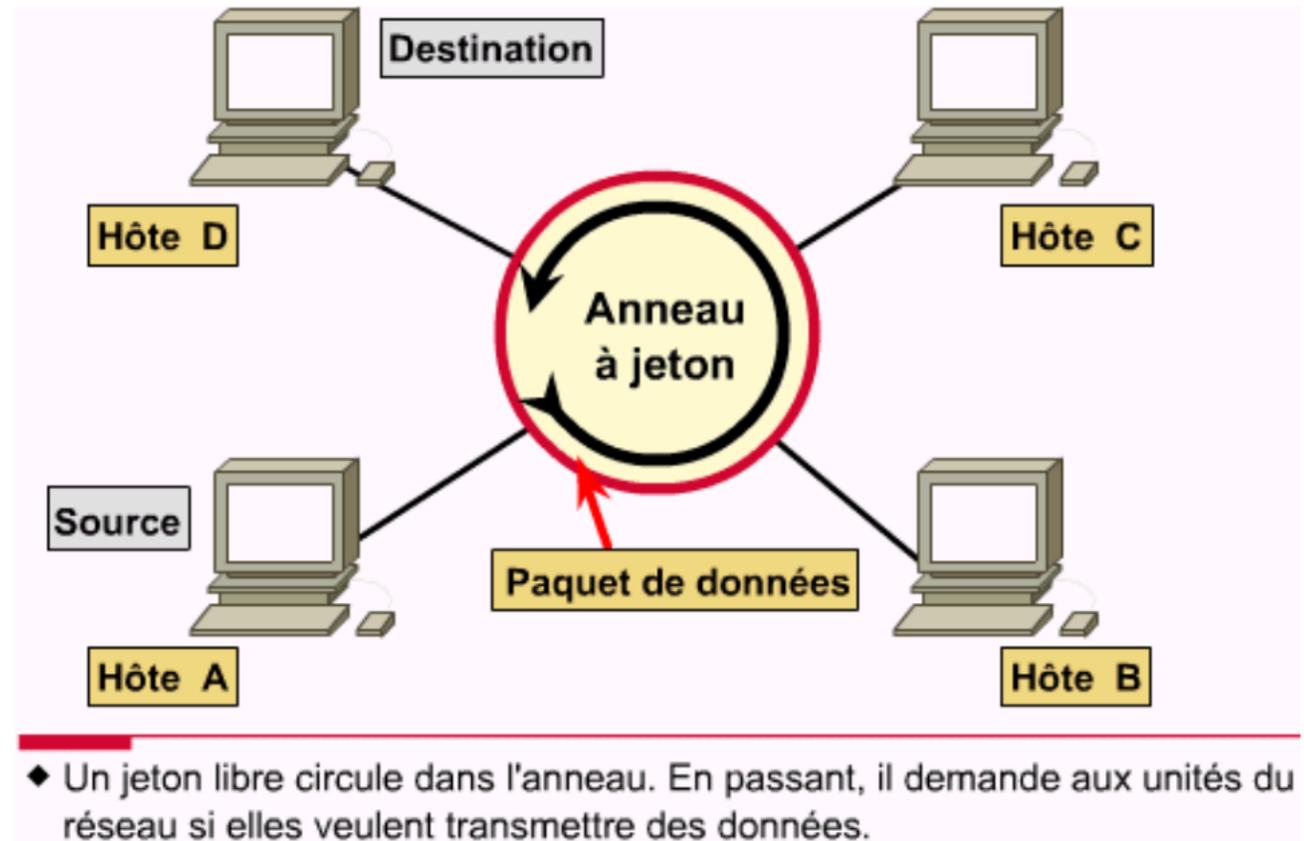


Passage de jeton (Token Ring)

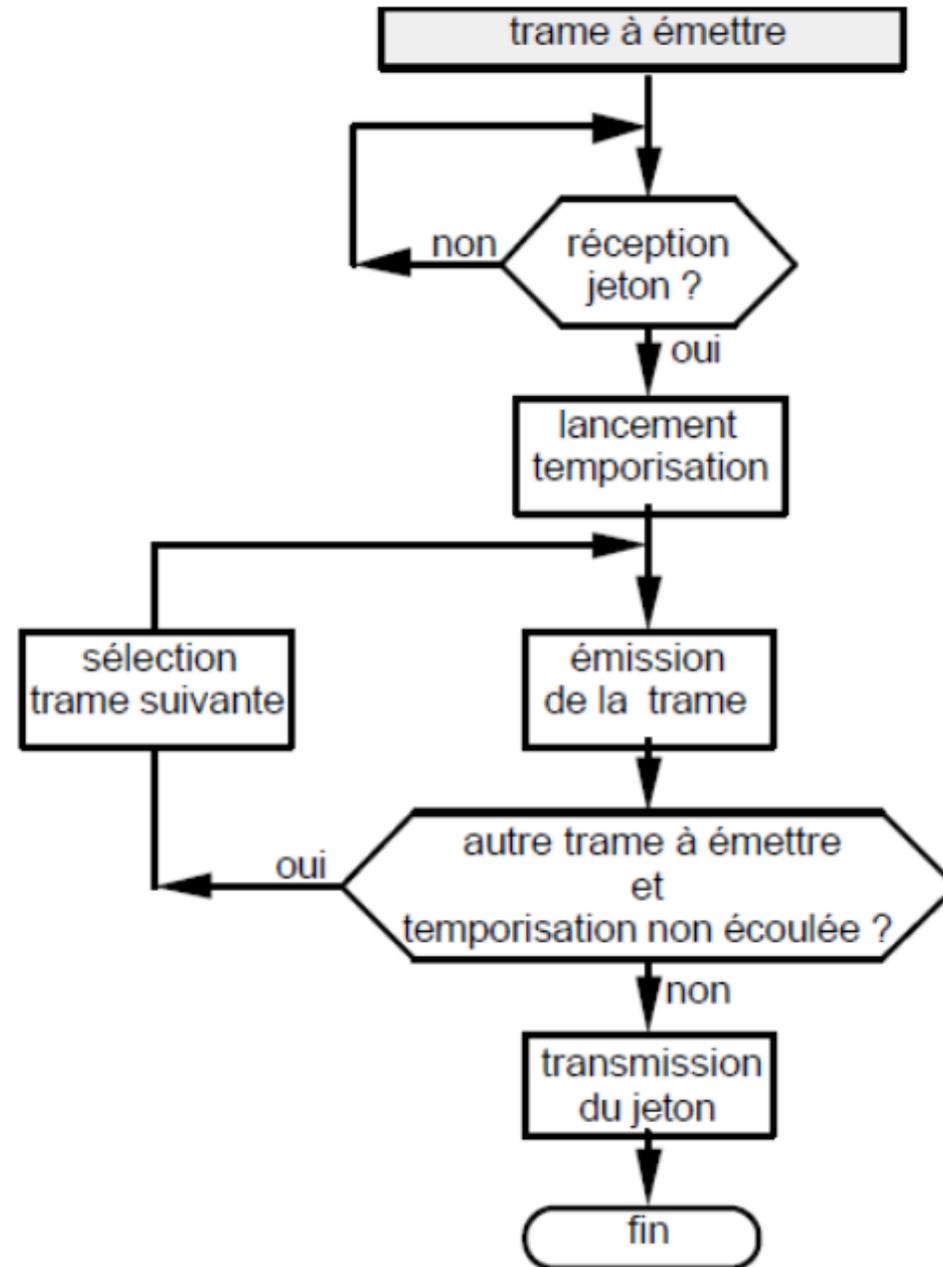
- Lorsqu'une station qui a de l'information à transmettre passe un jeton, elle le saisit et en altère un bit.
- Le jeton se transforme en une séquence de début de trame. Ensuite, la station annexe au jeton l'information à transmettre et envoie ces données à la prochaine station sur l'anneau.
- Il n'y a pas de jeton sur le réseau pendant que la trame d'information circule sur l'anneau, à moins que l'anneau n'ait la capacité d'effectuer des libérations anticipées du jeton.
- Les autres stations de l'anneau ne peuvent pas transmettre pendant ce temps. Elles doivent attendre que le jeton soit disponible.
- Aucune collision ne survient dans les réseaux en anneau à jeton.
- Si le réseau possède des capacités de libération anticipée du jeton, un nouveau jeton peut être libéré une fois la transmission de la trame terminée.

Passage de jeton (Token Ring)

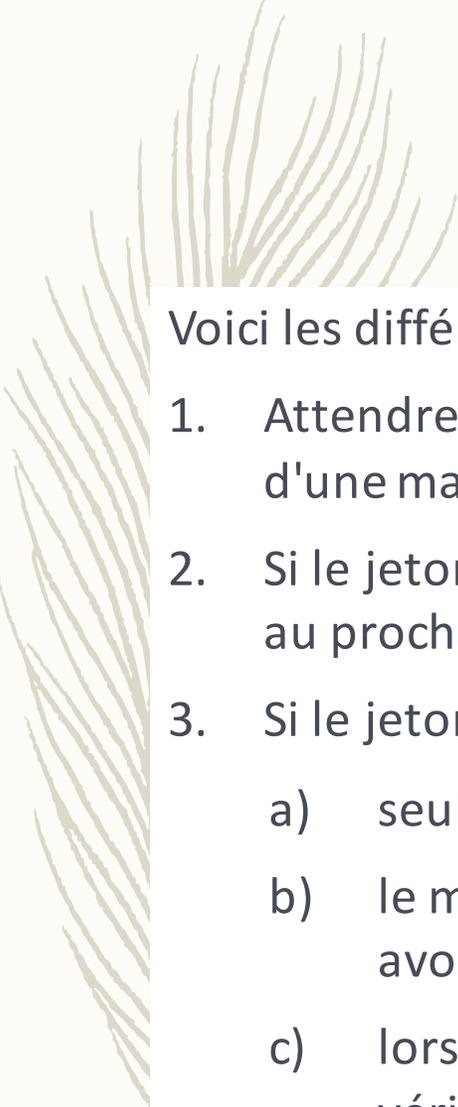
- La trame d'information circule sur l'anneau jusqu'à ce qu'elle atteigne la station de destination prévue.
- Cette station copie alors l'information dans le but de la traiter.
- La trame d'information circule autour de l'anneau jusqu'à ce qu'elle atteigne la station d'émission où elle est alors retirée.
- La station d'émission peut vérifier si la trame a été reçue et copiée par la station de destination.



Passage de jeton (Token Ring)



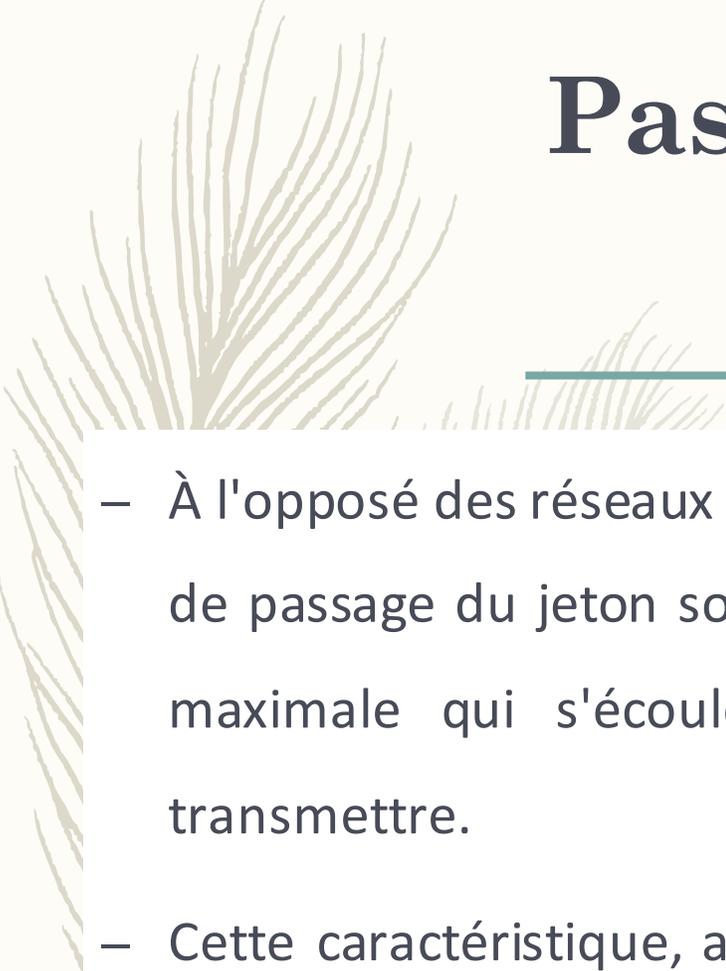
Principe général de l'accès par jeton



Passage de jeton (Token Ring)

Voici les différentes étapes de ce protocole :

1. Attendre la réception du jeton de transmission. Le jeton circule et passe de nœud en nœud d'une manière séquentielle. Seul le détenteur du jeton peut transmettre un message.
2. Si le jeton de transmission est reçu et qu'il n'y a aucun message à envoyer, acheminer le jeton au prochain nœud.
3. Si le jeton de transmission est reçu et qu'il y a un message à transmettre, alors
 - a) seul le détenteur du jeton peut transmettre un message
 - b) le message est prélevé au passage par le destinataire, qui renvoie à l'émetteur après lui avoir «signé un accusé de réception».
 - c) lorsque le message a fait le tour complet de l'anneau, il est prélevé par l'émetteur, qui vérifie sa bonne réception avant de le détruire et de libérer le jeton.
 - d) le jeton est passé au prochain nœud.



Passage de jeton (Token Ring)

- À l'opposé des réseaux à accès CSMA/CD, comme les réseaux de type Ethernet, les réseaux de passage du jeton sont déterministes. Cela signifie que vous pouvez calculer la période maximale qui s'écoulera avant que toute station d'extrémité soit en mesure de transmettre.
- Cette caractéristique, ainsi que plusieurs caractéristiques de fiabilité, rendent les réseaux en anneau à jeton idéaux dans le cas d'applications où tout retard doit être prévisible et qui requièrent un réseau solide. Les environnements d'automatisation d'usine représentent des exemples de réseaux devant être prévisibles et solides.

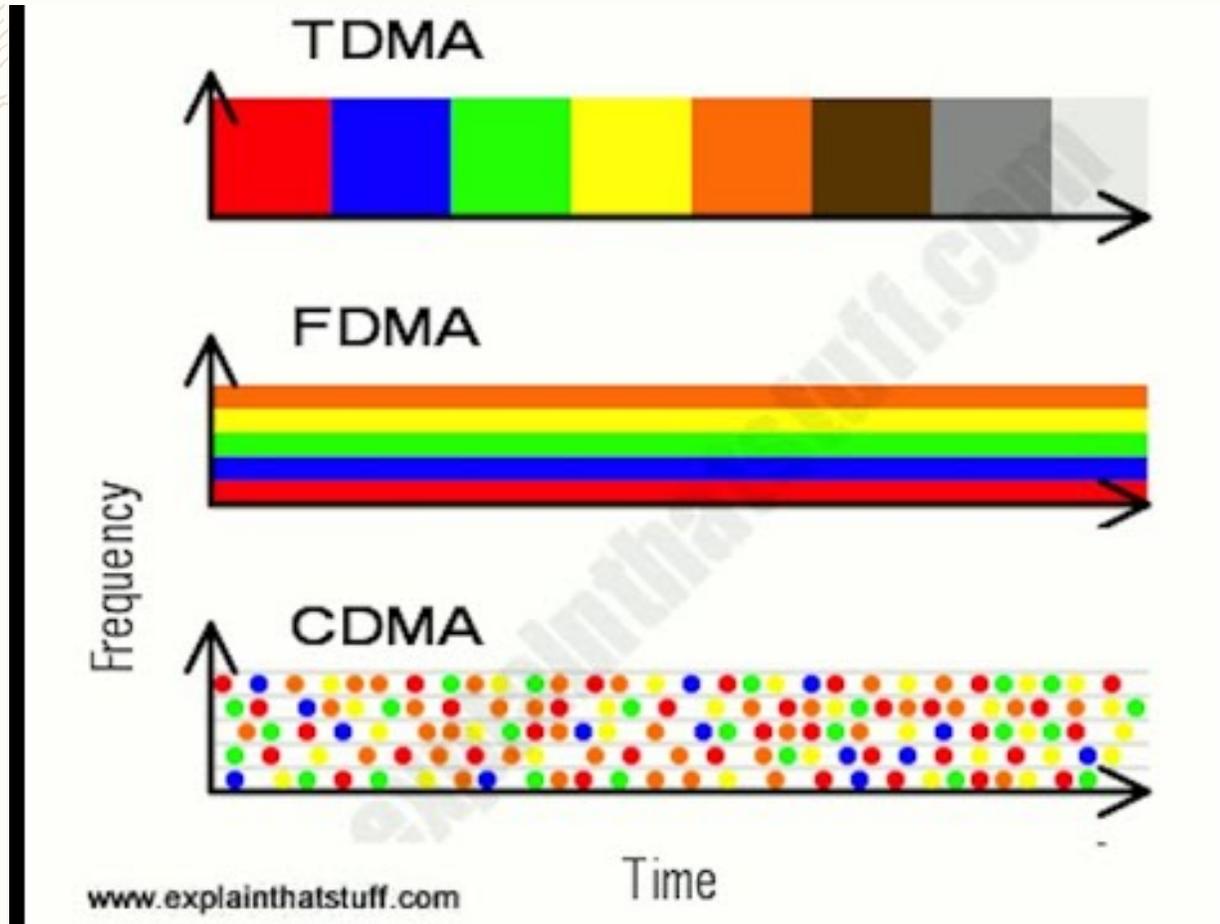


La méthode d'accès TDMA (Time Division Multiple Access)

- Dans cette méthode, le temps est divisé en tranches attribuées à chaque nœuds.
- Une station peut émettre un message pendant une ou plusieurs tranches de temps qui lui sont accordés.
- En dehors de cela, elle attend son tour pour émettre.
- Un poste privilégié peut obtenir, par configuration, plus de tranches de temps qu'un poste.
- Ainsi il permet d'éviter les collisions. Cependant celui ci est très peu exploiter encore dans les LAN aujourd'hui.

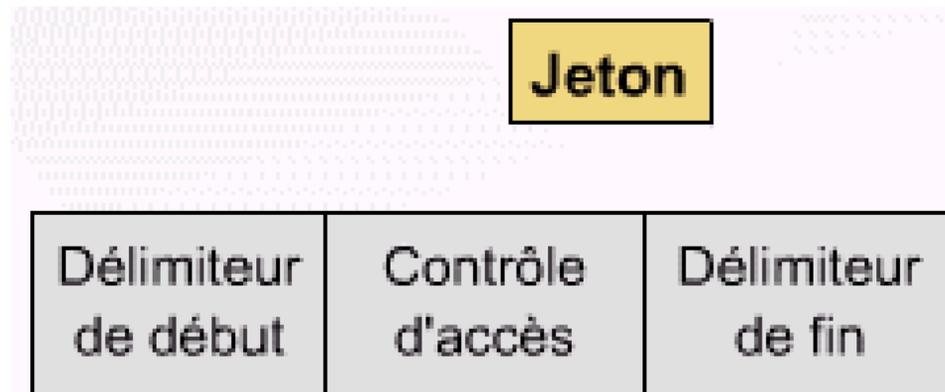
Passage de jeton (Token Ring)

TDMA (Time Division Multiple Access)

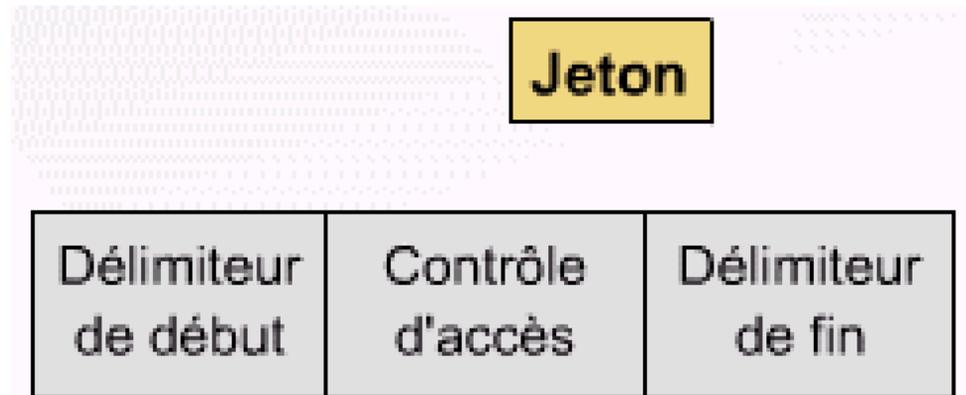


Les réseaux TOKEN RING

- Token Ring, est un protocole de réseau local qui fonctionne sur la couche Liaison du modèle OSI. Il utilise une trame spéciale de trois octets, appelée jeton :
- Les jetons ont une longueur de trois octets et sont composés :



Les réseaux TOKEN RING



- **Un délimiteur de début:**

Le délimiteur de début de trame avertit chaque station de l'arrivée d'un jeton ou d'une trame de données ou de commande.

- **Octet de contrôle d'accès :**

L'octet de contrôle d'accès comprend un champ priorité et un champ réservation ainsi qu'un bit représentant le jeton et un bit de comptage moniteur. Le bit représentant le jeton distingue le jeton de la trame de données ou de commande, et le bit de comptage moniteur détermine si la trame circule constamment autour de l'anneau.

- **Le délimiteur de fin:**

Le délimiteur de fin trame indique la fin du jeton.

Les réseaux TOKEN RING

L'architecture des réseaux TOKEN RING :

- Les réseaux TOKEN RING se différencient des autres réseaux plus par la méthode d'accès au réseau (le passage du jeton), que par la composition (la paire torsadée) ou la disposition (en anneau) du câblage.
- L'architecture des réseaux TOKEN RING se présente sous la forme d'un « anneau physique ».
- L'architecture de la version IBM des réseaux TOKEN RING est un anneau en étoile, les ordinateurs sont tous connectés à un concentrateur central (une étoile) dans lequel se trouve l'anneau physique ; on parle « d'anneau logique » pour expliciter le fait que l'aspect du réseau soit en étoile, mais que la circulation des trames est en anneau. Il y a deux sortes de Token Ring :
 - Le Token Ring en anneau, c'est le Token Ring « normal ».
 - Le Token Bus, c'est le Token Ring sur un support en bus.

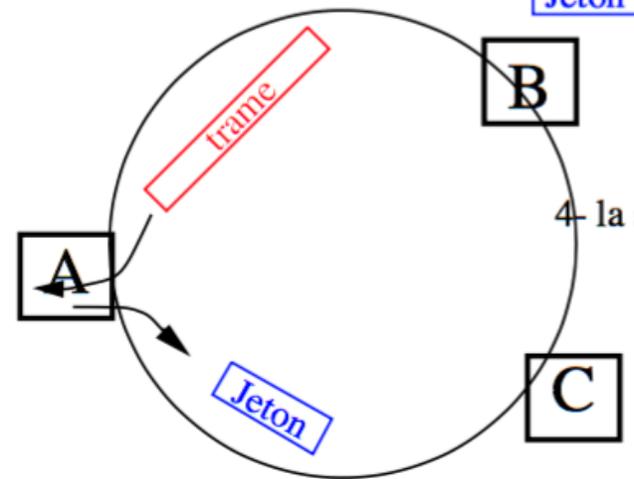
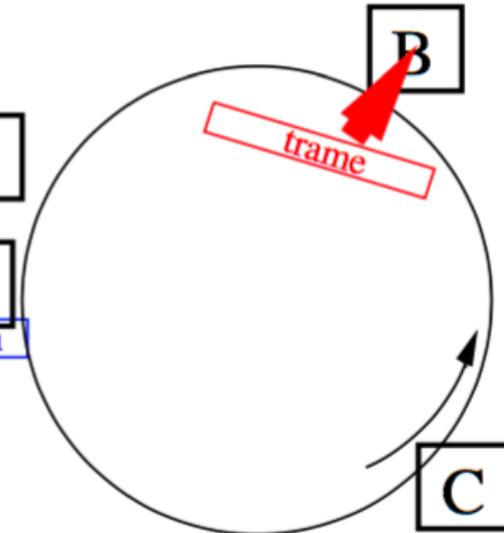
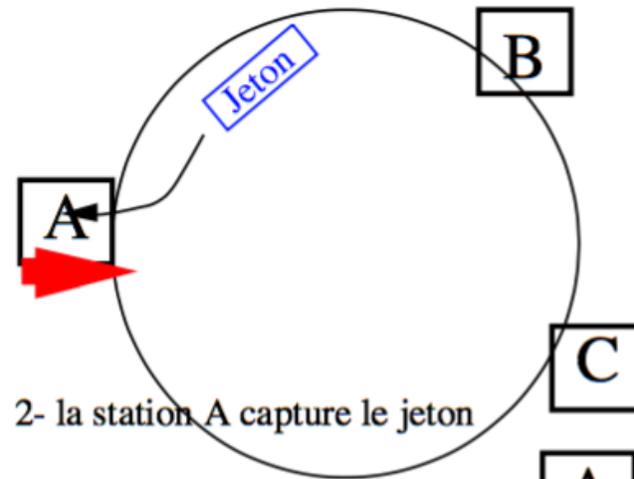
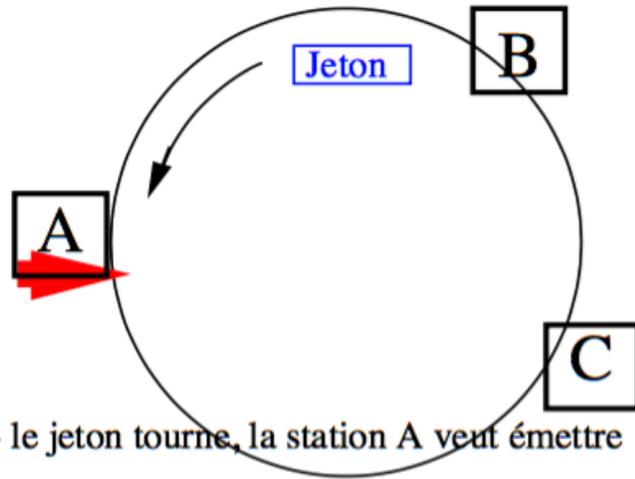


Les caractéristiques des réseaux TOKEN RING :

Les caractéristiques des réseaux TOKEN RING sont les suivantes :

- La spécification IEEE 802.5
- Une topologie en anneau en étoile
- La méthode d'accès au réseau le passage du jeton
- Le mode de transmission des signaux en bande de base
- Le câblage en paires torsadées non blindées (UTP) ou blindées (STP), rarement de la fibre optique.
- Les types 1, 2 et 3 des câbles IBM - Un débit de 4 ou 16 Mb/s

2.2. Exemple de transmission d'une trame



3- la station A émet une trame de données

5- la station A reçoit sa propre trame, elle relâche le jeton.

Les conditions de fonctionnement d'un réseau TOKEN RING

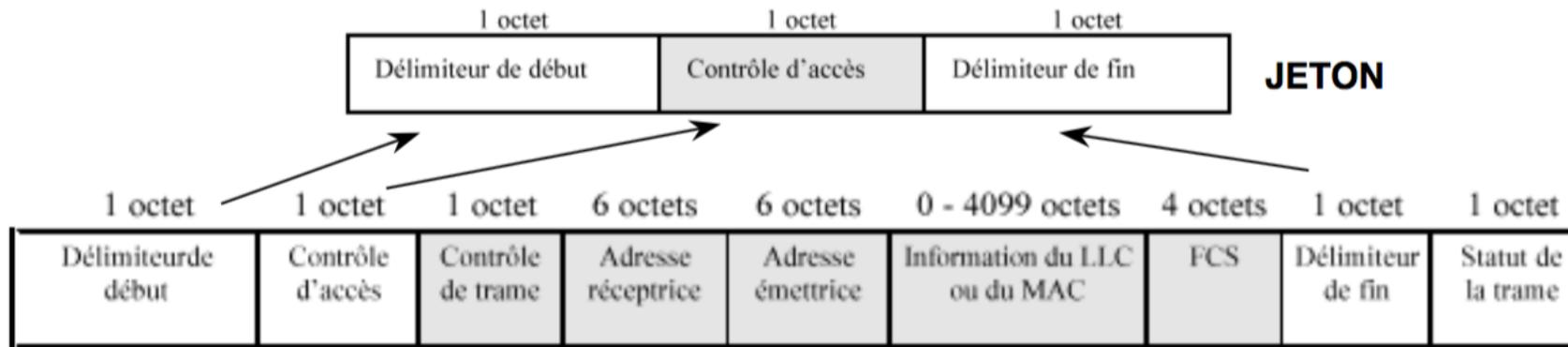
- **La méthode d'accès au réseau le passage du jeton implique certaines conditions :**
- Il ne peut avoir qu'un seul jeton sur le réseau à un moment donné.
- Le jeton ne circule que dans un seul sens, la circulation des données est unidirectionnelle. Ce qui permet de n'utiliser qu'un seul brin de fibre optique par exemple.
- Il ne peut avoir qu'un seul ordinateur émetteur en même temps. Seul l'ordinateur qui s'empare du jeton peut transmettre sur le réseau. Il ne peut avoir un collision. Le passage du jeton est déterministe, c'est à dire qu'un ordinateur ne peut pas forcer l'accès au réseau.
- Tous les ordinateurs du réseau régénèrent les trames qui passent et les renvoient sur le réseau. Les ordinateurs font office de répéteur unidirectionnel.
- Le premier ordinateur allumé sur le réseau crée un jeton et assure la surveillance du réseau. Il se désigne comme le contrôleur du réseau s'assure que le réseau fonctionne normalement, et il vérifie si les trames sont correctement émises.
- - Un réseau TOKEN RING ne fonctionne qu'à une seule vitesse de transmission de 4 Mb/s ou de 16 Mb/s selon les cartes réseaux. - Un réseau TOKEN RING transmet en continu (DATA STREAMING).



Le contrôleur du réseau TOKEN RING :

- Le contrôleur du réseau est souvent la première machine allumée sur le réseau.
- Le contrôleur du réseau est responsable du bon fonctionnement du système TOKEN RING, et ses tâches sont multiples :
- Le contrôleur du réseau s'assure qu'il n'y a qu'un seul jeton qui circule.
- Le contrôleur du réseau détecte si des trames ont fait plus d'une fois le tour de l'anneau.
- Le contrôleur du réseau s'assure qu'il n'y a pas d'adresse en double. L'adresse de chaque machine sur le réseau est unique.
- Le contrôleur du réseau prévient les autres ordinateurs de l'arrivée d'une nouvelle station sur le réseau.

La trame Token Ring 802.5



Ce champ sert à :

- distinguer un jeton libre (T=0) d'un jeton occupé (T=1),
- mettre en place la surveillance du retrait des trames (M=0 : trame nouvelle; M=1: trame à retirer),
- mettre en place le mécanisme de priorités (bits PPP priorité et bits RRR reservation).

1 bit de ce champ sert à :

- 1 : indiquer que c'est une trame intermédiaire
- 0 : dernière trame de l'envoi

Permet de spécifier la nature des trames :

01000000 : trames de données

00xxxxxx : trames de gestion de l'anneau

Exemples :

00000010: Beacon (Alarme erreurs),

00000011: Claim Token (insertion d'un nouveau jeton),

00000100: Ring purge (purge de l'anneau),

00000101: Active monitor present,

Ce champ sert aux ACQUITTEMENTS.

C'est une suite des couples (A, C), rajoutés au fur et à mesure de la progression du jeton par les stations réceptrices concernées. Ainsi, la station émettrice peut connaître l'état de la réception de son message.

A = 1 une station a reconnu son adresse

C = 1 elle a pu recopier correctement la trame

Fast Ethernet 100 Mbps

Principes



- ◆ **Objectif :**
 - ◆ accroître les débits
 - ◆ une technologie d'interconnexion de LAN homogène

- ◆ **2 tendances** dans IEEE :
 - ◆ Fast Ethernet Group (3com, Cisco)
 - continuer à utiliser CSMA/CD
 - 100 Base T (IEEE 802.3u)
 - ◆ 100 VGAnyLan Group (HP, IBM)
 - utiliser une nouvelle technique MAC
 - 100 VGAnyLan (IEEE 802.12)



Fast Ethernet 100 Mbps 100 Base T

- ◆ **Couche MAC : 802.3 CSMA/CD**
- ◆ **Couche Physique**
 - ◆ **Topologie** physique : Bus
 - ◆ **Débits** : 10/100 Mbps (Autonegotiation Option Protocol)
 - ◆ Différences 10 Base T :
 - ◆ taille du réseaux (max 205 mètres)
 - ◆ pour conserver même slot-time et taille mini de trame (64 octets).
 - ◆ 3 supports physiques :
 - ◆ **100 base TX** (2 paires UTP5 - qualité informatique)
 - ◆ **100 base T4** (4 paires UTP3 - qualité téléphonique)
 - ◆ **100 base FX** (2 Fibres optiques)

Fast Ethernet 100 Mbps

100 Base TX, 10 base T4 et 100 Base FX

Valeur	Description	Signification réelle
100	Vitesse de transmission	100Mb/s
Base	Type de signal	Bande de bas
T4	Type de câble	Câble de type téléphonique à paire torsadée, utilisant quatre paires de fils.
TX	Type de câble	Câble de type transmission, à paire torsadée, utilisant deux paires de fils
FX	Type de câble	Liaison en fibre optique utilisant deux fibres.

Fast Ethernet 100 Mbps

100 Base TX, 10 base T4 et 100 Base FX

Caractéristiques	100BaseTX	100BaseFX	100BaseT4
Câble	Catégorie 5 UTP, ou Type 1 et 2 STP	62.5/125 micron multi-mode fibre optique	Catégories 3 ou 4 UTP
Nombre de paires	2 paires	2 fibres	4 paires
Connecteur	ISO 8877 (RJ-45) connecteur	Duplex SCmedia-interface connecteur (MIC) (FDDI)	ISO 8877 (RJ-45)
Longueur Max d'un segment	100 mètres	400 mètres	100 mètres
Diamètre Maximum d'un réseau	200 mètres	400 mètres	200 mètres

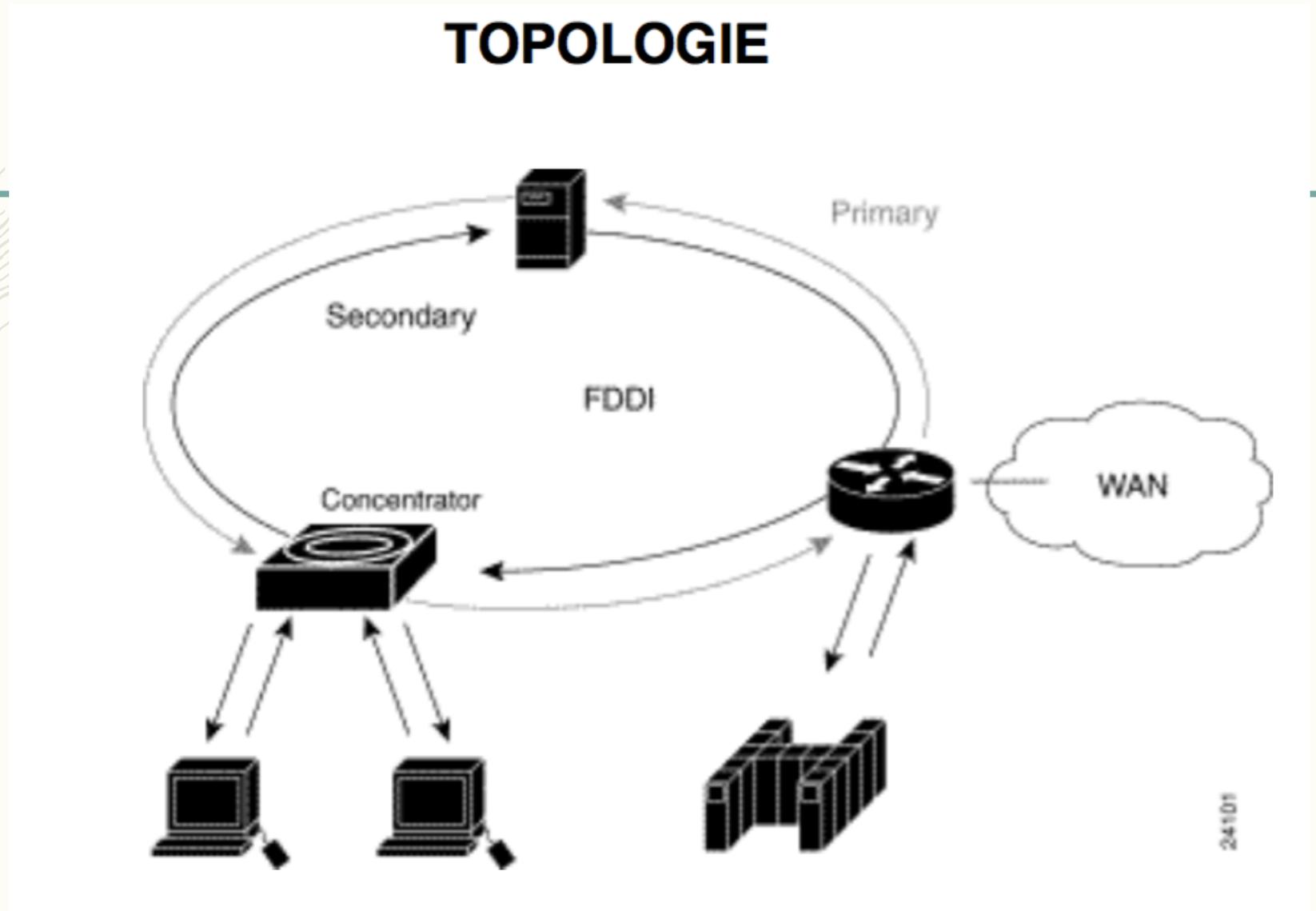
Fiber Distributed Data Interface

FDDI 802.8

- ◆ Développé par l'**ANSI** en 1987 comme réseau métropolitain (MAN).
- ◆ Objectif : interconnecter les réseaux locaux a 10 Mbps (Ethernet et Token-Ring)
- ◆ **Couche Physique :**
 - ◆ Utilise un double anneau bi-directionnel (200 km pr les 2 anneaux)
 - ◆ 1000 stations max sur le double anneau
 - ◆ Débit max. à 100 Mps
 - ◆ Support fibre optique multi- (MM-FDDI) ou mono- (SM-FDDI) mode
 - ◆ CDDI : nouvelle variante sur 4 paires de cuivre (UTP5) ou deux paires blindés (STP1)
 - ◆ distance max entre stations : 2 kms (MM) ou 40 kms (SM)

Fiber Distributed Data Interface

FDDI 802.8





Fiber Distributed Data Interface

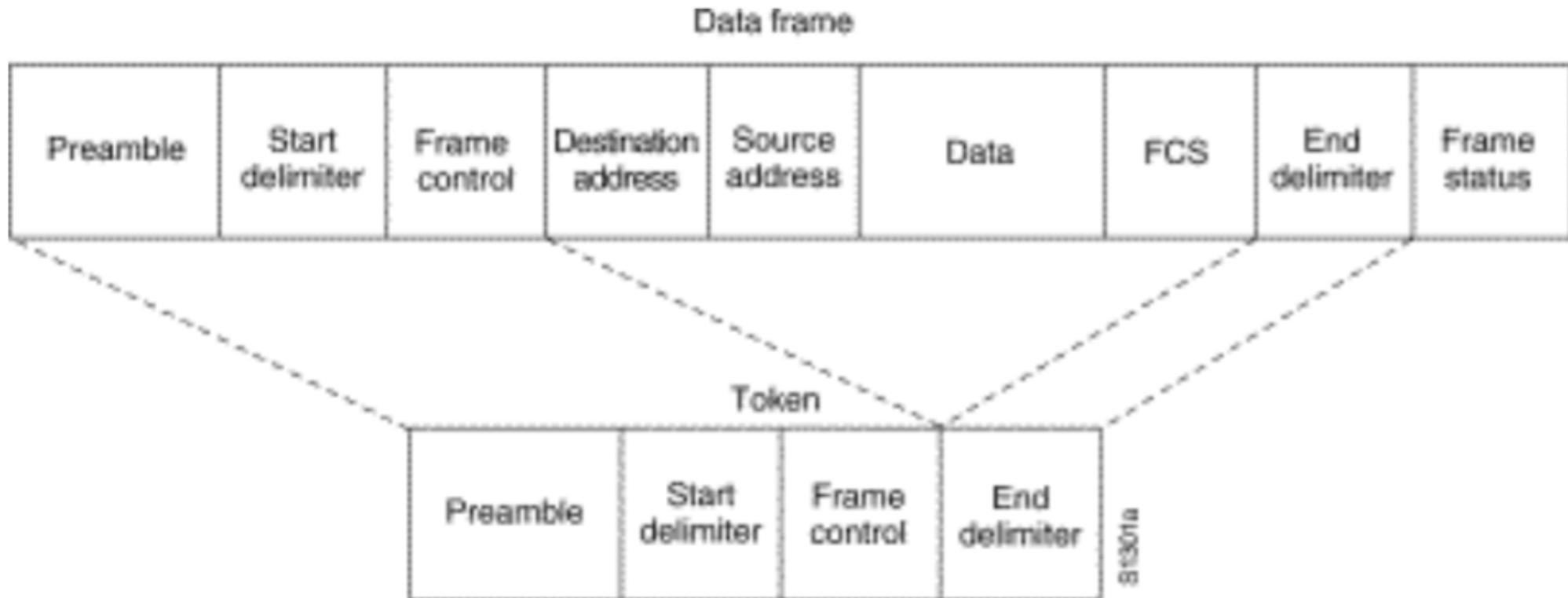
FDDI 802.8

◆ **Couche MAC :**

- ◆ similaire à Token Ring
- ◆ mais jeton libéré plus tôt, juste après la transmission de la trame
- ◆ Trames détruites par les récepteurs
- ◆ Taille max de la trame : 4500 octets
- ◆ supporte 2 classes de transmission
 - ◆ synchrone (appl. Temps reel)
 - ◆ asynchrone

Fiber Distributed Data Interface FDDI 802.8

Format de la trame



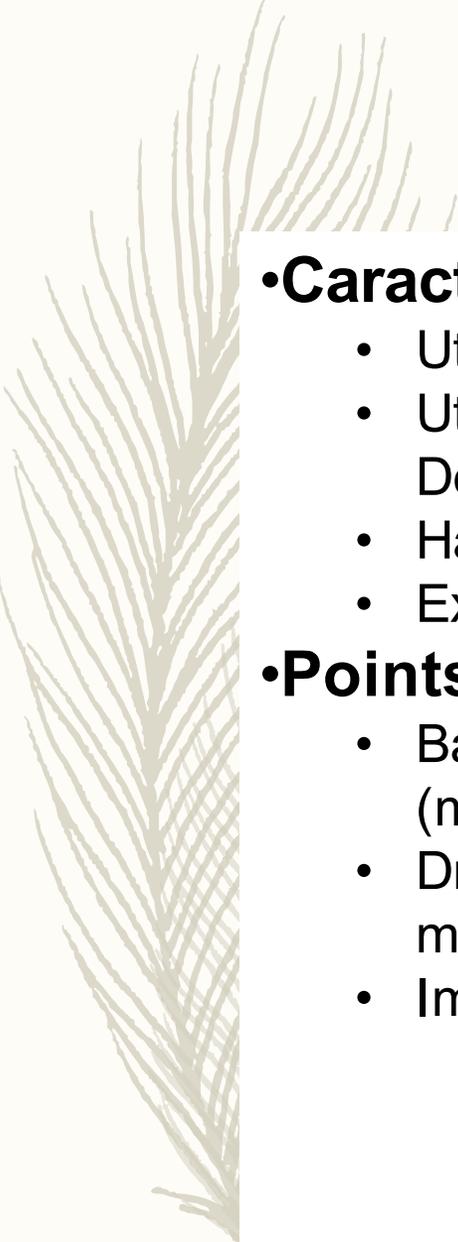
Dual Queue Dual Bus (DQDB 802.6)

- ◆ Développé par **TELSTRA** en 1988 (Newman) comme réseau MAN.
- ◆ Objectif :
 - ◆ interconnecter les LAN à 10 Mbps (Ethernet, Token-Ring)
 - ◆ Servir de réseau d'accès à ATM
- ◆ **Couche Physique :**
 - ◆ Utilise un double bus unidirectionnel
 - ◆ Accès par TDMA (slot de 125 microsec)
 - ◆ Train continu de cellules de 53 octets (taille fixe)
 - ◆ Débits : 45 - 155 (2430 octets) - 600 Mbps
 - ◆ Support physique coax 50 ohm



Dual Queue Dual Bus (DQDB 802.6)

- ◆ **Couche MAC :**
 - ◆ accès aux cellules au moyen de 2 bits de réservation
 - ◆ A tour de rôle.
 - ◆ supporte 3 classes de transmission :
 - ◆ synchrone,
 - ◆ asynchrone sans connexion
 - ◆ et asynchrone avec connexion
- ◆ **Application de DQDB :** service d'interconnexion MAN-WAN aux USA,
SMDS (Switched Multimegabit Data Service)



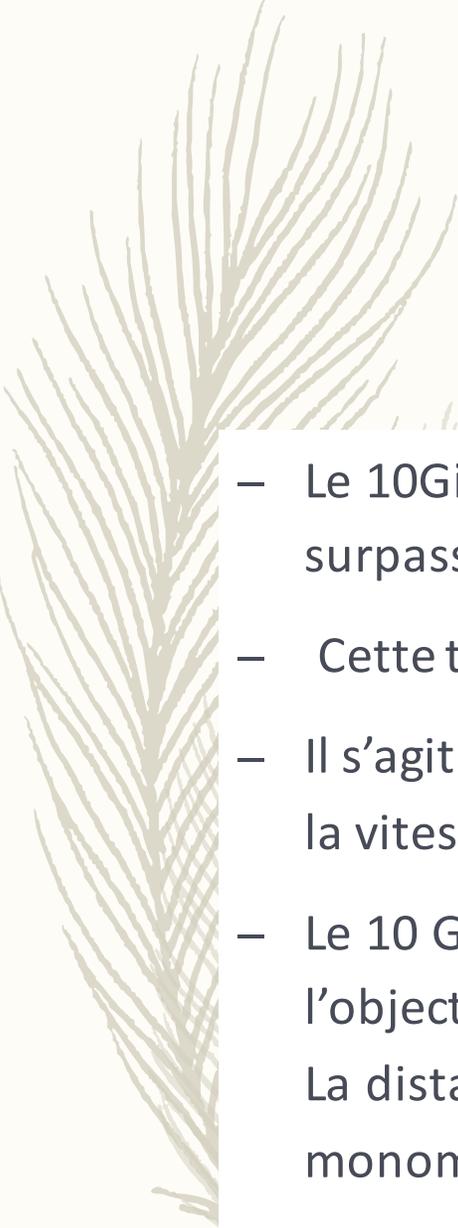
Gigabit Ethernet

•Caractéristiques premières du 802.3z

- Utilise le même format de trame Ethernet (10/100Mbps).
- Utilise le même mode d'accès CSMA/CD (Carrier Sense Multiple Access/Collision Detection)
- Half et full duplex
- Exploite le draft IEEE 802.1p et 802.1Q pour le support VLAN et multimédia.

•Points faibles

- Basé sur des technologies LANs (Ethernet), pour couvrir nouvelles demandes (multimédia, réseau backbone et campus).
- Draft en cours d'élaboration, et encore beaucoup de solutions «propriétaires» sur le marché.
- Impact sur
 - interopérabilité,
 - Évolutivité
 - pérennité des investissements
 - Essentiellement nouvelle norme de TRANSMISSION.



Le 10 Gigabit Ethernet (10GbE)

- Le 10Gigabit Ethernet, ou 10GbE, est une évolution du standard Ethernet qui ne sera surpassée que par la version 100GbE (100 Gbit/s).
- Cette technique est fortement utilisée dans les réseaux métropolitains et d'opérateurs.
- Il s'agit d'une solution assez simple, car il suffit de multiplexer dix réseaux GbE pour multiplier la vitesse par dix.
- Le 10 Gigabit Ethernet, ou 10GbE a été normalisé par le groupe de travail IEEE 802.3ae, dans l'objectif de proposer deux types de solutions, toutes deux en full-duplex et en commutation. La distance va de 65 m avec des fibres multimodes jusqu'à 40 km avec de la fibre optique monomode. Les deux types d'interfaces proposées sont LAN-PHY et WAN-PHY.