

4. Les réseaux locaux

4.1 Types des réseaux

4.2 Modèle en couches et réseaux locaux

4.3 Topologie et câblage

4.4 Méthodes d'accès au médium

CSMA/CD

Anneau à jeton

Caractéristiques « Réseau »

- Réseau : ensemble d'ordinateurs/boîtiers reliés entre eux par un support de transmission : ces éléments communiquent entre eux à partir de règles appelées **protocoles**.
- Caractéristiques : il n'existe pas de classification universelle des réseaux, mais deux critères importants les caractérisent :
 - La **technologie de transmission** utilisée
 - La **taille** du réseau

Différents types de réseau

- Selon la technologie de transmission
 - Diffusion (canal partagé par toutes les machines)
 - Point à point (connexion entre machines 2 à 2)
- Selon la taille
 - WPAN (Wireless Personal Area Network)
 - LAN (Local Area Network)
 - <10km, 10Mbps-10Gbps, version 'W'
 - MAN (Metropolitan Area Network)
 - <100km, 56kbps-1Gbps, version 'W' style UMTS : WBWA
 - WAN (Wide Area Network)

Rappels : TCP/IP et OSI

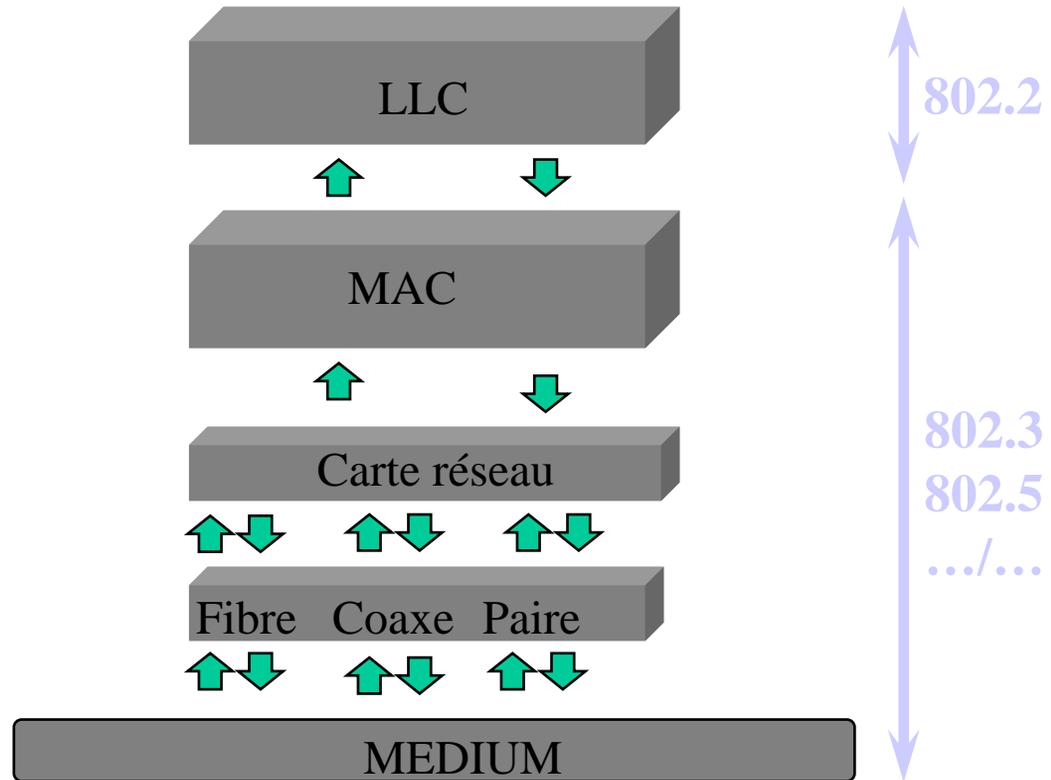
Application
Présentation
Session
Transport
Réseau
Liaison
Physique

Application
TCP
IP
Liaison
Physique

Support d'interconnexion matériel

Les couches des réseaux locaux

LLC		
MAC		
Carte réseau		
Câble coaxial	Paire torsadée	Fibre optique



Caractéristiques d'une technologie 'réseau local'

- Topologie
- Câblage
- Méthode d'accès au médium

Topologie (logique)

- bus
- étoile
- anneau

- Câblage (topologie physique) :
 - bus / étoile / anneau / arborescent / bus-arborescent
- Support physique
 - Paire téléphonique
 - 10Mbps, qq centaines de mètres, faible coût,
 - performances limitées, sensible aux parasites.
 - **Paire torsadée blindée** :
 - même chose en mieux (>100Mbps).
 - câble coaxial :
 - ≥ 40 Mbps, quelques km (obsolète pour Ethernet)
 - **fibre optique** :
 - débit très élevé, quelques dizaines de km.

- Autres supports « physiques »
 - **Wifi**
 - quelques dizaines de m
 - Support hertzien boucle locale radio, Wimax
 - quelques dizaines de km
 - Faisceaux hertziens
 - Liaisons optiques
 - Courant porteur en ligne (Indoor / Outdoor)
 - ...

Exemples de topologie/câblage

- Starlan
 - topologie physique : arborescent
 - topologie logique : bus
- Ethernet
 - topologie physique : bus ou arborescent
 - topologie logique : bus

Méthodes d'accès au support

- But : gérer l'accès au médium
- Normalisées
 - IEEE (Institute of Electrical and Electronic Engineers)
 - ISO
- Réalisées par la couche MAC (Medium Access Control)

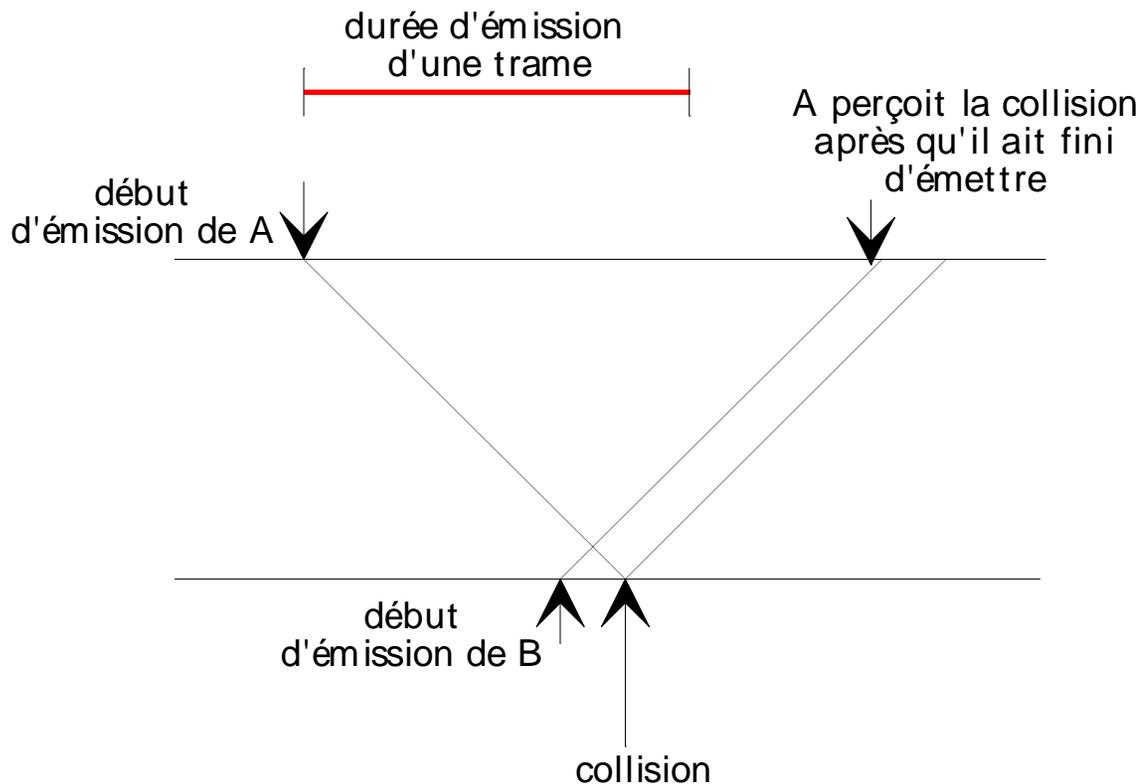
Méthodes d'accès au support

- Deux approches
 - accès par élection (centralisée ou distribuée)
 - accès par compétition (résolution des collisions)

- Différentes méthodes :
 - CSMA/CD (Carrier Sense Multiple Access / Collision Detection)
 - anneau à jeton
 - bus à jeton

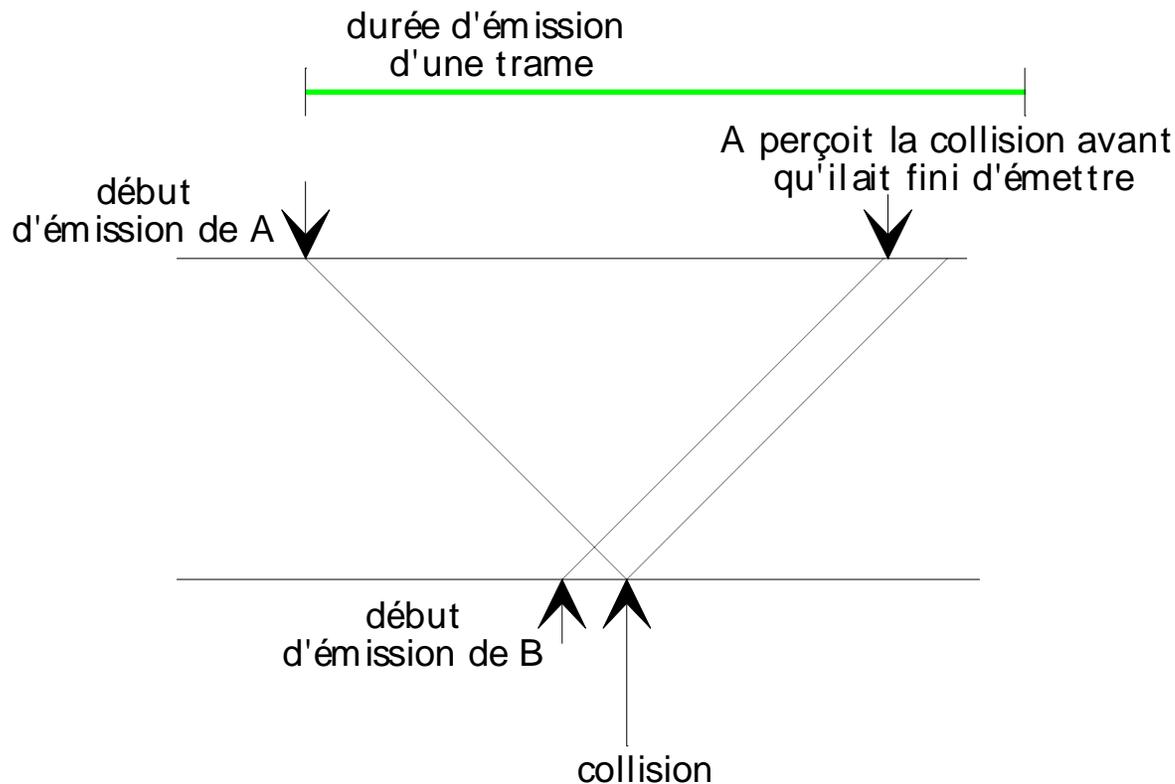
- Norme : IEEE 802.3, ISO 8802.3
- Topologie logique : bus
- Principes
 - **Carrier Sense** : chaque station est à l'écoute pour détecter la présence d'un signal
 - **Multiple Access** : plusieurs stations peuvent émettre en même temps
 - **Collision Detection** : chaque station sait si elle a provoqué une collision

CSMA/CD : Durée minimale d'émission



1. A regarde si le câble est libre avant d'émettre
2. Le délai de propagation n'est pas nul => B peut émettre alors que A a déjà commencé son émission
3. Les 2 trames se percutent : c'est la collision
4. Avec une durée d'émission 'trop courte', A ne peut pas savoir que son message a provoqué une collision...

CSMA/CD : Durée minimale d'émission

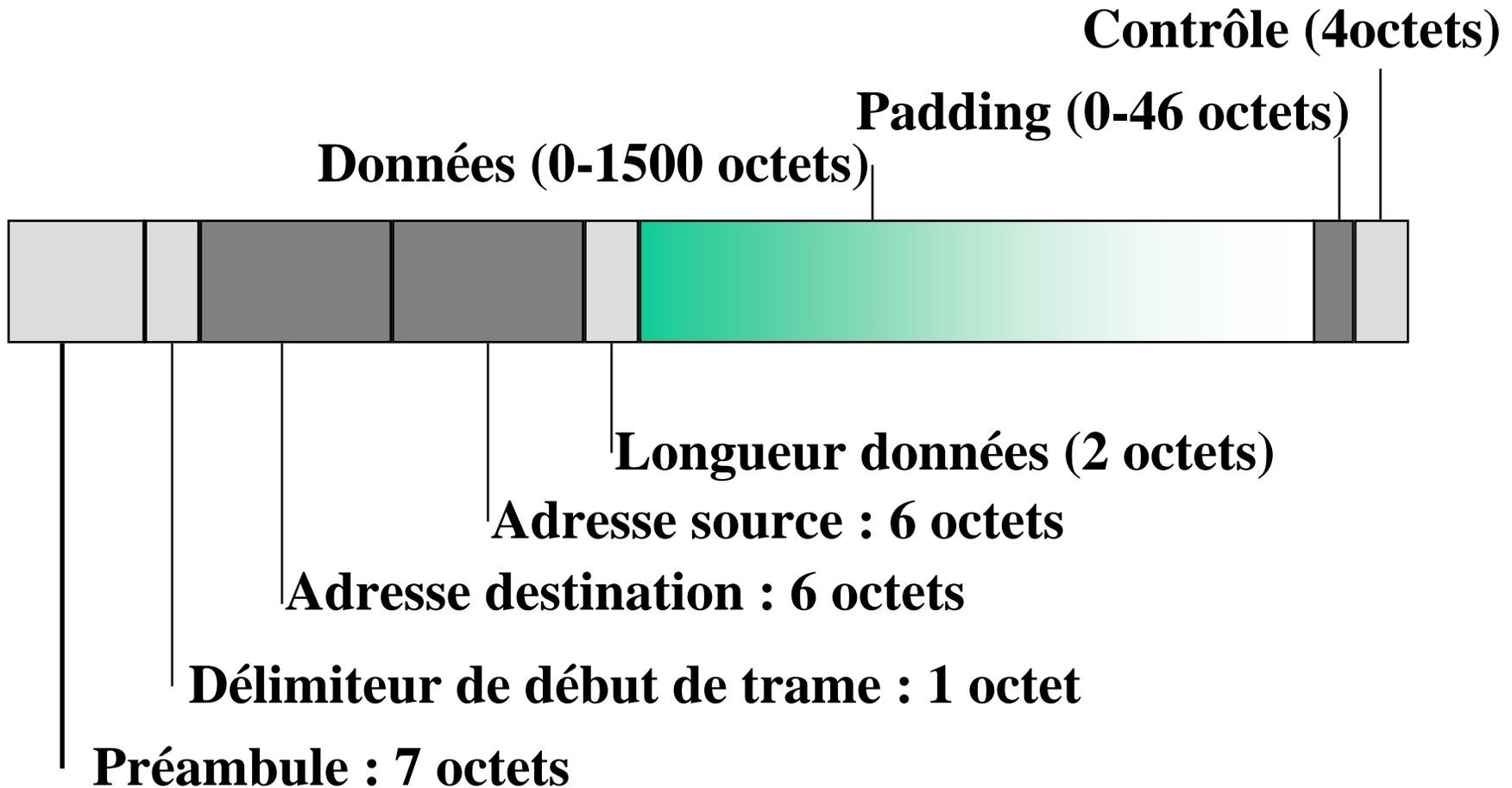


1. Si une station en train d'émettre détecte une collision, elle s'arrête d'émettre.
2. Une station détecte une collision lorsqu'elle reçoit une trame 'accidentée' (ie trop courte).

CSMA/CD : Taille minimale de la trame

- Durée minimale d'émission
 - D : débit
 - P : durée maximale de propagation
 - Durée d'émission $\geq 2 \cdot P$
- Ce qui revient à dire que la trame doit avoir une longueur $\geq 2 \cdot P \cdot D$

La trame CSMA/CD



La trame CSMA/CD

- **Préambule** : 56 bits = 7 X (1010101010), permet la 'synchronisation bit'.
- **Délimiteur de début de trame** (Start Frame Delimiter) : 8 bits = 10101011; permet la 'synchronisation trame/caractère'.
- **Adresse** (6 octets) individuelle/multicast/broadcast.
- **Longueur du champ de données** : valeur comprise entre 1 et 1500, indique le nombre d'octets des données (compatibilité avec Ethernet...).
- **Padding** : contenu sans signification complétant une trame dont la longueur des données est inférieure à 46 octets.
- **Contrôle** : séquence de contrôle basée sur un CRC polynomial de degré 32.

- structure : anneau unidirectionnel
- normalisé (IEEE 802.5, ISO 8802.5)
- principe:
 - une unique trame circule en permanence
 - 1bit (jeton) indique si la trame est pleine ou libre
 - une trame pleine est lue par la station réceptrice
 - une trame pleine est vidée par la station émettrice

- 1980 (DEC, INTEL et XEROX)
- Topologie logique / physique
 - Bus / Bus+Arborescent
- Méthode d'accès : CSMA/CD
 - Une implémentation de la norme 802.3
 - Adresse Ethernet
 - codée sur 6 octets (0:40:7:3:4:2b)
 - adresses particulières.
Ex : FF:FF:FF:FF:FF:FF (broadcast address)
- Câblage
 - support de transmission XBaseY

Rôle de la couche physique

- Détecter l'émission d'une autre station sur le médium (Carrier Sense), alors que la station est en écoute
- Transmettre et recevoir des bits sur le médium
- Détecter l'émission d'une autre station pendant que la station émet (Collision Detect)

Taille minimale de trame

- Vitesse de propagation : 200 000 km/s
- Distance maximale entre 2 stations : 2,5 km
- Délai maximal de propagation
 - $P = 2,5/200\ 000 = 12,5\ \mu\text{s}$
- Tranche canal (Slot Time)
 - $TC = 2 \times P = 25\ \mu\text{s}$.
 - on prend $TC = 51,2\ \mu\text{s}$
- Taille de trame minimale
 - $D \times TC = 10\text{Mbps} \times 51,2\ \mu\text{s}$
 $= 512\ \text{bits}$ soit 64 octets.

Ce « Slot Time » d'acquisition du canal est égal à $51.2\ \mu\text{s}$: ce délai passé, aucune collision ne peut plus arriver !
Par conséquent, une station doit donc écouter le signal « Collision Detection » pendant $51.2\ \mu\text{s}$ à partir du début d'émission de la trame.

Délai d'attente avant retransmission

La station attend $R * 51.2 \mu s$ tel que

$$0 \leq R < 2^{i-1}$$

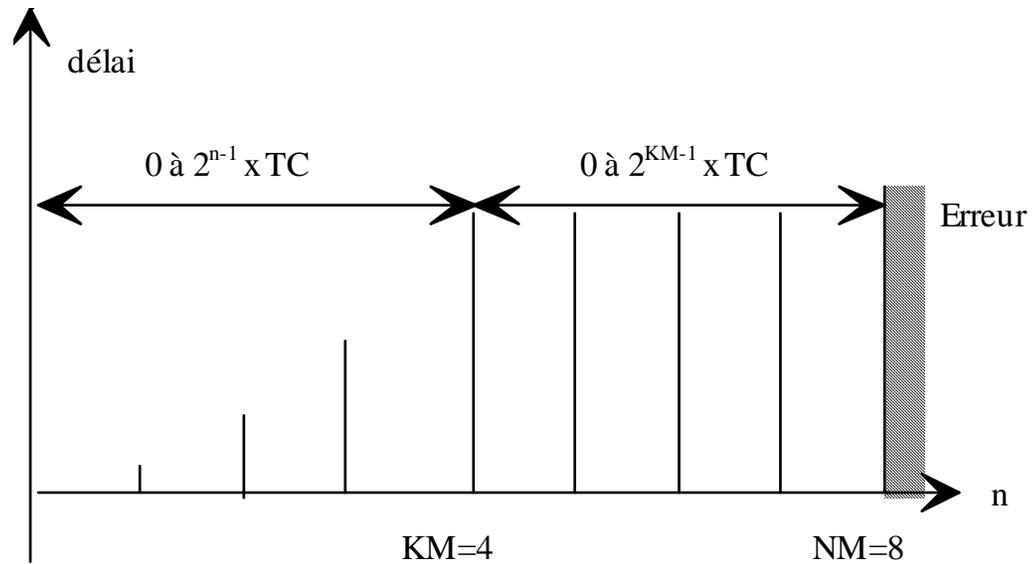
- λ R étant un entier « Random » et $i = \min(n, KM)$
- λ n = nombre de retransmissions déjà effectuées
- λ le nombre de réémissions est limité à NM

Généralement :

$$KM=10$$

$$NM=15$$

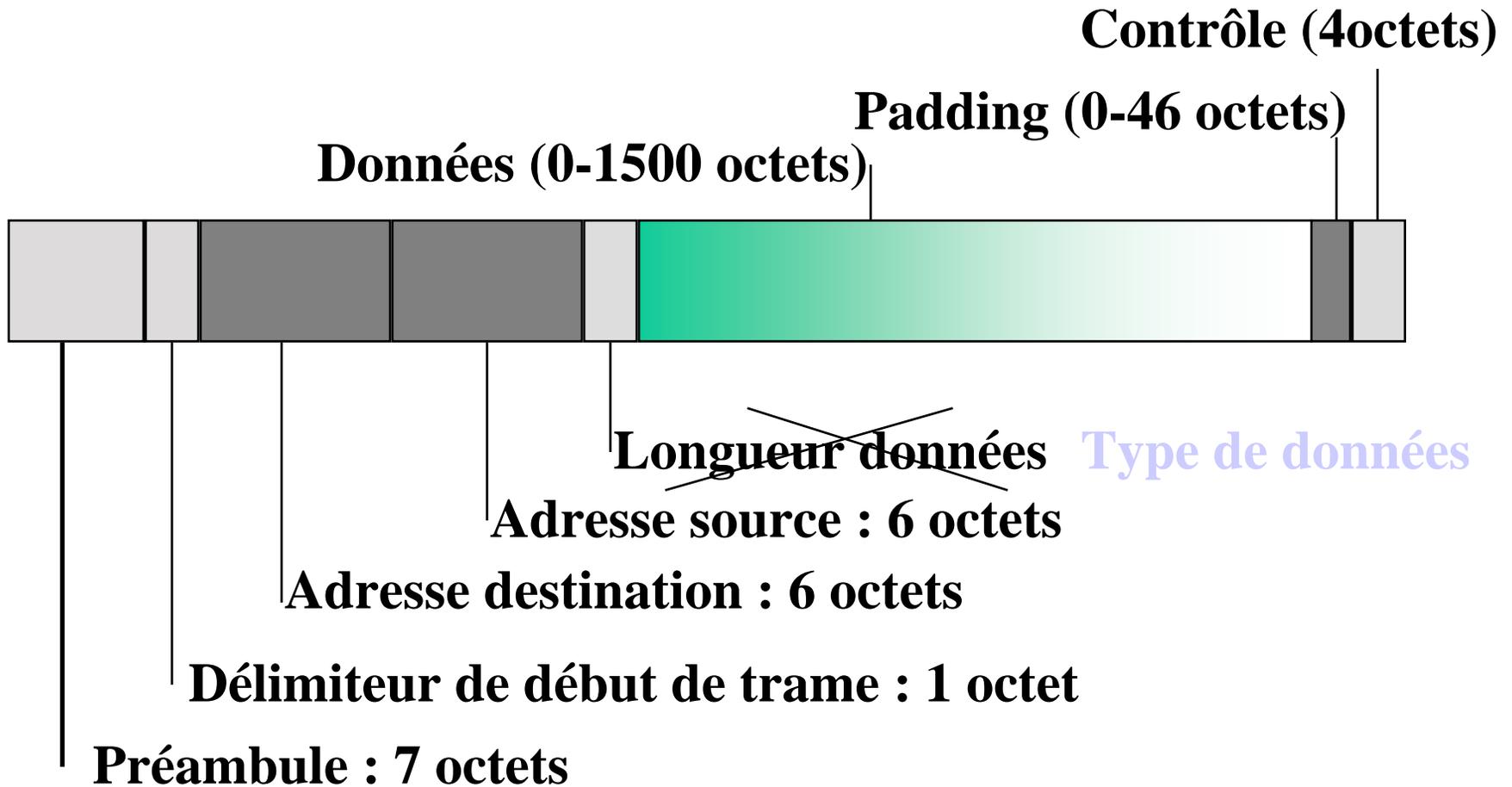
Délai d'attente avant retransmission (suite)



Format d'une trame Ethernet

- Identique à la trame 802.3 sauf le champ **type** indiquant le type de protocole véhiculé dans le trame :
 - 2 octets représentés sous la forme hexadécimale XX-YY ou XXYY.
 - Quelques exemples de valeurs :
 - **0806** : ARP
 - **0800** : IP
 - ...

La trame Ethernet



- Classes de transmission
 - Norme IEEE 802.3, ISO 8802.3
 - Câblage : (bus) ou arborescent
- Support : (câble coaxial), paire torsadée, fibre optique.
- Désignation: *XType-Y*
 - *X* : le débit en *Mbps*
 - *Type* : le type de transmission (Base = bande de base)
 - *Y* : la nature du support (avec la longueur max du brin)

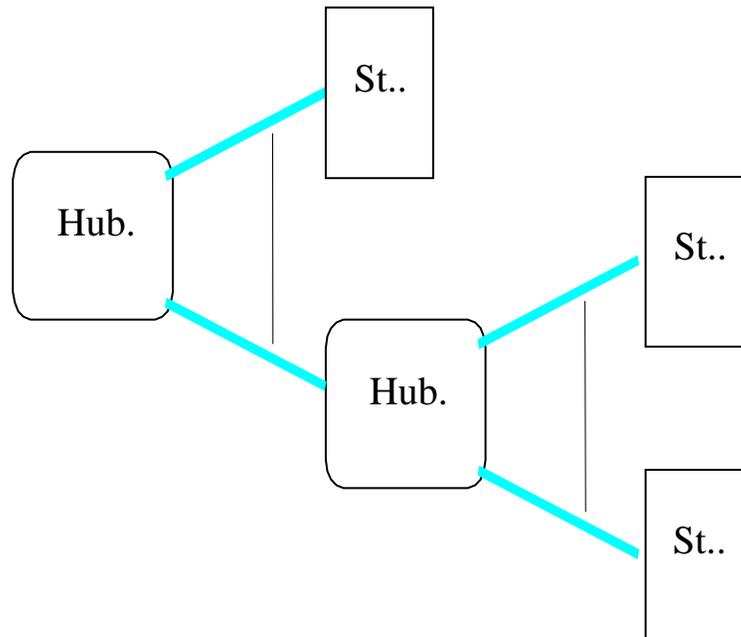
Principales classes de transmission

		XBase-Y	Débit	Support	Long maxi
Ethernet		10Base-T	10 Mbps	Paire torsadée	100m
Fast Ethernet	{	100Base-TX	100 Mbps	Paire torsadée	100m
		100Base-FX	100 Mbps	Fibre optique	200m
Gigabit Ethernet	{	1000Base-SX	1 Gbps	Fibre optique	550m
		1000Base-LX	1 Gbps	Fibre optique	5000m
		1000Base-CX	1 Gbps	Paire torsadée blindée	25m

Exemple de câblage

- Cas du 100Base-TX
 - Au plus 100m
 - Câble de catégorie 5 (**paire torsadée**)
 - Boitiers : **hub** et/ou **switch**

Boîtier : Hub



Boîtier : Commutateur Ethernet

- Appelé aussi:
 - hub commuté
 - pont multiport
 - **switch** Ethernet
- domaine de collision restreint

