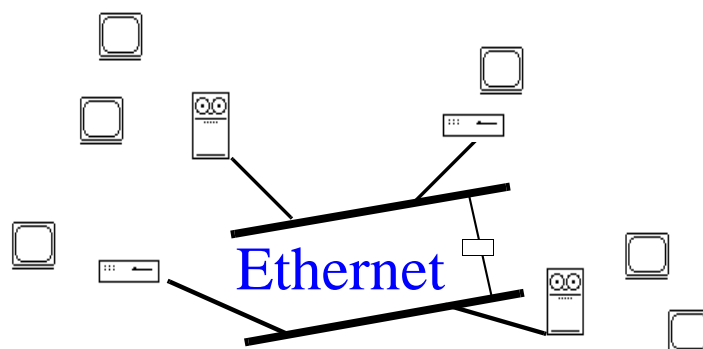


## Le réseau local Ethernet

(Z:\Enseignements2007-2008\REPR\Cours\06.Ethernet.fm- 19 janvier 2008 15:11)



### Plan

- Introduction
- La méthode d'accès
- Le protocole
- L'environnement
- Conclusion

### Bibliographie

- P. Rolin, Réseaux locaux, Hermès, 1999
- L. Toutain, Réseaux locaux et Internet, Hermès, 1998.
- C.E. Spurgeon, Guide pratique des réseaux Ethernet, Vuibert, 1998.
- S. Halabi, Metro Ethernet, Cisco Press, 2003.

# 1. Introduction

## 1.1. Principales caractéristiques

### Ethernet

Développé par Bob Metcalfe (fondateur de 3Com) à partir de 1972.  
 Proposé sous le nom DIX Ethernet par Digital, Intel, Xerox en 1980.  
 Normalisé pour la première fois en 1985 sous la référence : IEEE 802.3.

Topologie : arborescence de “bus” ==> support commun.

Etendue : quelques kilomètres (2!) ... à l’origine ==> réseau local.

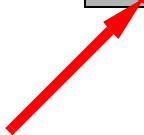
Débit : 10 Mbit/s ... à l’origine.

Méthode d’accès :

- . CSMA/CD (Carrier Sense Multiple Access / Collision Detect),
- . basée sur les probabilités (non-déterministe), dite aléatoire.

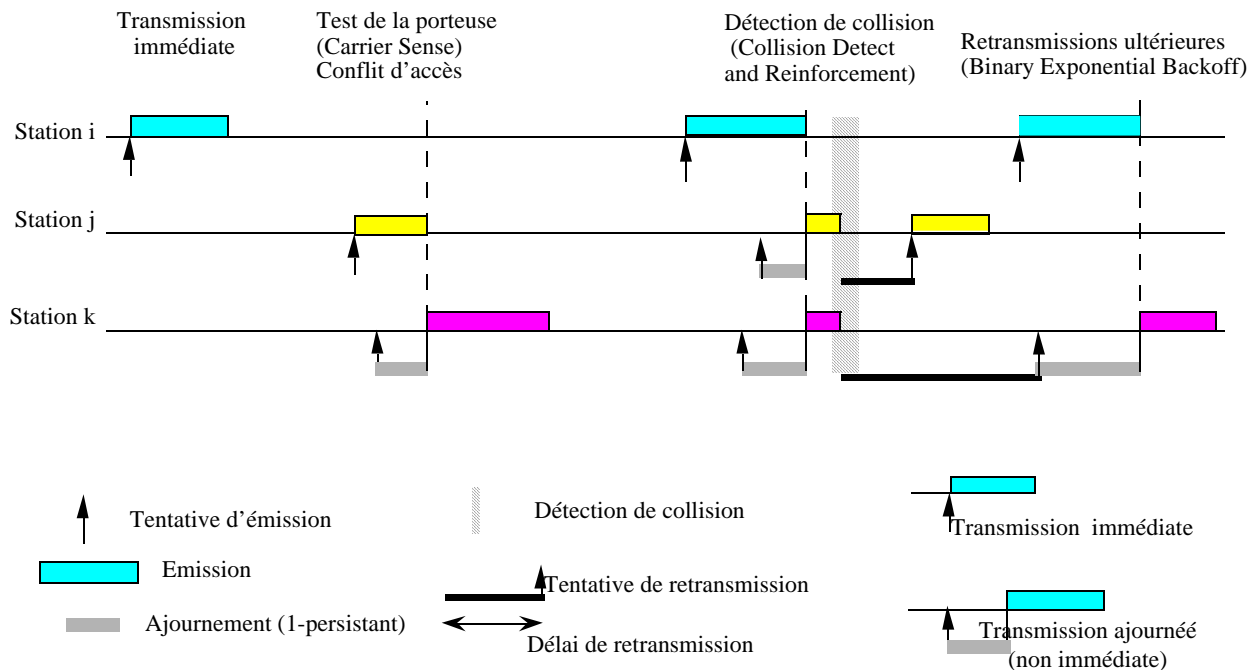
## 1.2. Normalisation

LLC - ISO 8802/2, IEEE 802.2				
MAC				
IEEE 802.3 ISO 8802/3 CSMA/CD Ethernet	IEEE 802.4 ISO 8802/4 Token bus	IEEE 802.5 ISO 8802/5 Token ring	ANSI X3T9.5 Fiber Distributed Data Interface	IEEE 802.6 Distributed Queue Dual Bus



## 2. La méthode d'accès

### 2.1. Le principe



### 2.2. Délai de retransmission

#### BEB : "Binary Exponential Backoff"

Durée du délai de retransmission :  $t = N * T_e$ .

- N entier, choisi aléatoirement selon la loi uniforme dans l'intervalle  $[0, 2^k - 1]$
- $T_e$  : durée de l'intervalle élémentaire de retransmission = 512 bits (ou  $51,2\mu s$  à 10 Mbit/s)

Exponentielle binaire avec

si  $n < NbT_{max}$  alors  $k = \min(n, NbT)$

sinon "Arrêt des tentatives de retransmission"

(la trame n'a pas pu être émise : le réseau est engorgé)

Avec

- n : nombre de tentatives de retransmission successives.
- $NbT(10)$  : nombre de tentatives de retransmission au-delà duquel l'intervalle cesse de croître.
- $NbT_{max}$  (16) : nombre maximum de tentatives de retransmission.

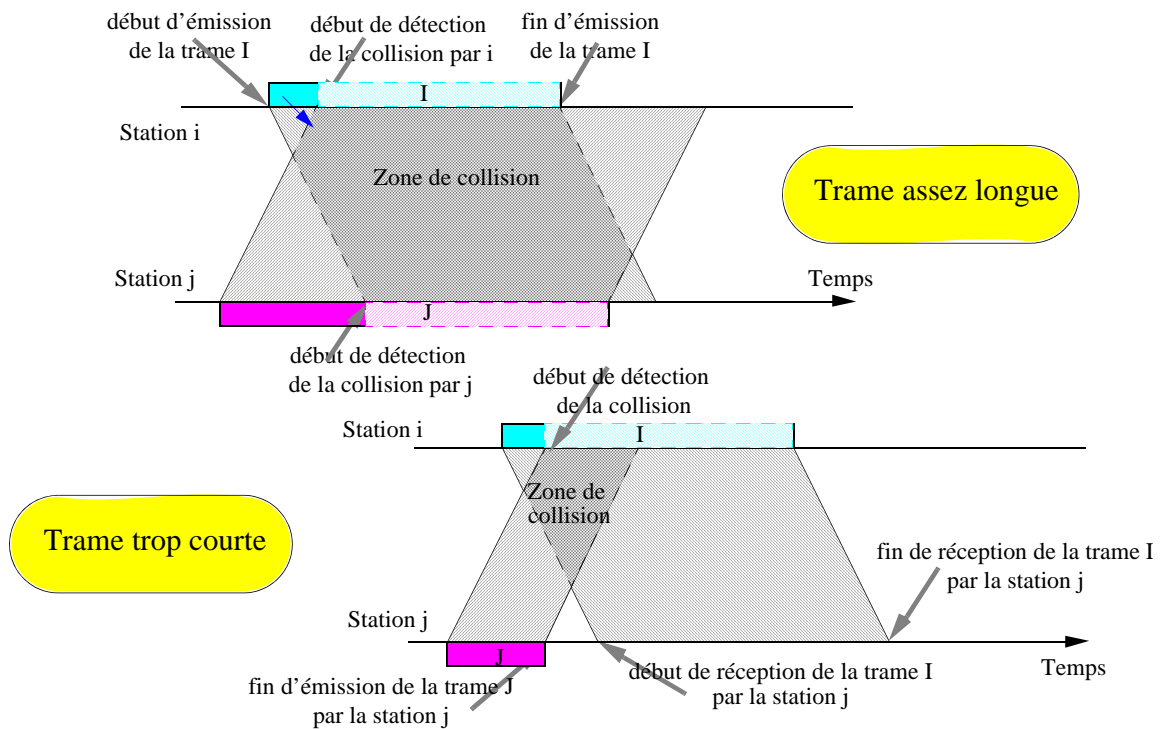
Durée moyenne d'une suite ininterrompue de tentatives de retransmission :

$$\left( \sum_{i=0}^9 2^i + \sum_{i=10}^{15} 2^{10} \right) * \frac{T_e}{2} \approx 7 * 2^{10} * 25,6 \mu s \approx 0,2s$$

Exemple : l'ensemble de valeurs parmi lequel est tirée la 3<sup>ème</sup> tentative de retransmission :

-  $n=3 \implies k=3 \implies t \in \{0, 51.2, 102.4, 153.6, 204.8, 255.0, 307.2, 359.4\} \mu s$

### 2.3. Longueur minimale des trames




## 3. Le protocole


### 3.1. Le codage

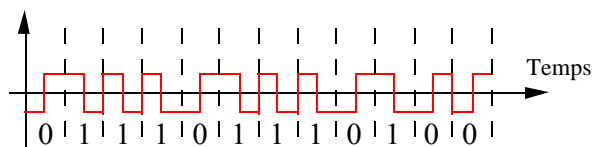
Dépend du support.

Sur support le plus courant ==> Codage **biphase** (ou Manchester) :

- Une transition à chaque période,
- Synchronisation de l'horloge facile,
- Parfaitement équilibré,
- Facile à décoder,
- Dépendant de la polarité ( $\neq$  Manchester différentiel),
- Spectre plutôt large.

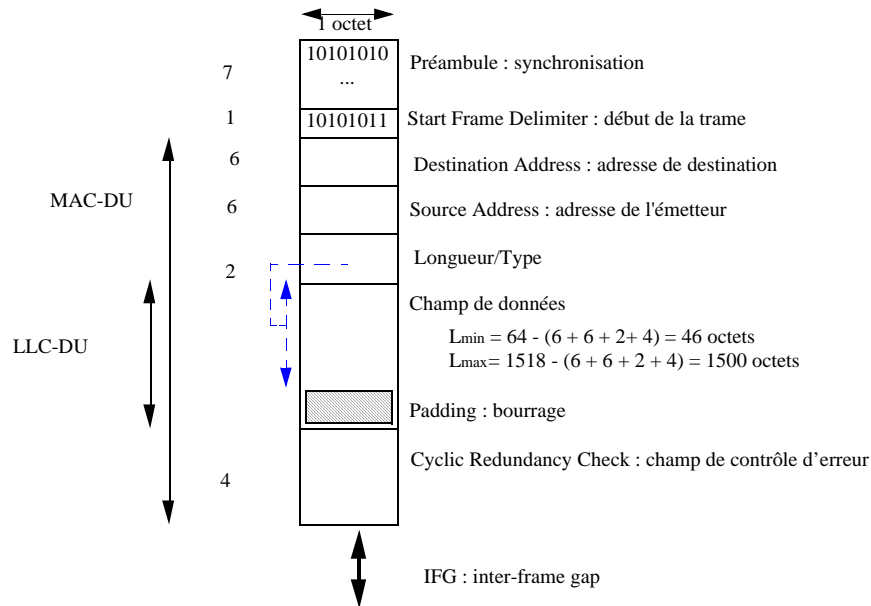
$\Rightarrow d=0$  

$\Rightarrow d=1$  



## 3.2. La structure des trames

### 3.2.1 Structure générale de la trame



### 3.2.2 Le préambule

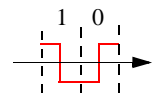
7+1 octets :

- 7 premiers octets :

- . suite de couple  $\langle 1, 0 \rangle$  : signal alterné à une demi fréquence.
- . synchronisation bit : synchronisation de l'horloge du récepteur sur le train de bits reçus.
- . perte de quelques bits en réception : au récepteur, aux répéteurs, ...

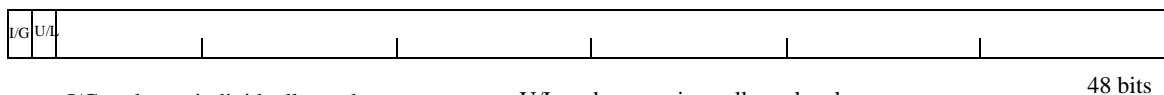
- l'octet SFD :

- . deux derniers bits :  $\langle 1, 1 \rangle$
- . synchronisation trame : indique le début de la partie utile de la trame.



### 3.2.3 Les adresses Mac

Adresses Mac appelées aussi adresses Ethernet, adresses IEEE 802 :



I/G : adresse individuelle ou de groupe

U/L : adresse universelle ou locale

48 bits

Adresse de groupe :

- identifie un groupe de stations qui recevront toutes une copie de la trame.

Adresse individuelle : identifie une seule station (cf. /etc/ethers).

Adresse universelle : adresse unique mondialement.

- attribuée par le constructeur de la carte :
  - . OUI : identificateur unique d'organisation (3 octets). Exemple :  $080020_{16} = \text{SUN}$ .
  - . + numéro de production de la carte chez ce constructeur (3 octets).

Adresse locale : adresse unique localement.

- . très rarement utilisée.

Adresse réservée :

- . diffusion ("Broadcast") =  $\text{FF.FF.FF.FF.FF.FF}$

### 3.2.4 Le champ Type/Longueur

Deux interprétations possibles de ce champ de 2 octets.

**Longueur** de la partie utile du champ de données :

- $0 < \text{valeur} < 1500$ .

**Type** du protocole chargé de décoder le champ de données :

- fonction de multiplexage,
- valeur  $> 1536$ ,
- Exemples de code :  $800_{16} = \text{IP}$ ,  $806_{16} = \text{ARP}$ , etc.

### 3.2.5 Le champ de données

Contient les données :

- émises par la station identifiée par l'adresse d'émission.
- devant être reçues par la (ou les) station(s) identifiée(s) par l'adresse de destination.

Champ de longueur variable.

Longueur minimale : **46 octets**.

- bourrage ("Padding") nécessaire afin d'assurer cette longueur minimale lorsque des données de taille inférieure sont transmises.
- décodage soit à l'aide du champ longueur, soit lorsqu'il n'existe pas par le protocole de niveau supérieur.

Longueur maximale : **1500 octets**.

- segmentation préalable parfois nécessaire.
- facilité de gestion du stockage.
- optimisation de la protection contre les erreurs.

### 3.2.6 Le champ de protection contre les erreurs

Permet de **détecter** les erreurs

Procédé de calcul basé sur les codes cycliques définis par un polynôme générateur :

- $x^{32} + x^{26} + x^{23} + x^{22} + x^{16} + x^{12} + x^{11} + x^{10} + x^8 + x^7 + x^5 + x^4 + x^2 + x + 1$ ,
- sur tous les champs de la trame, hormis le préambule et le SFD.

Pas de récupération d'erreur : pas de retransmission des trames corrompues !

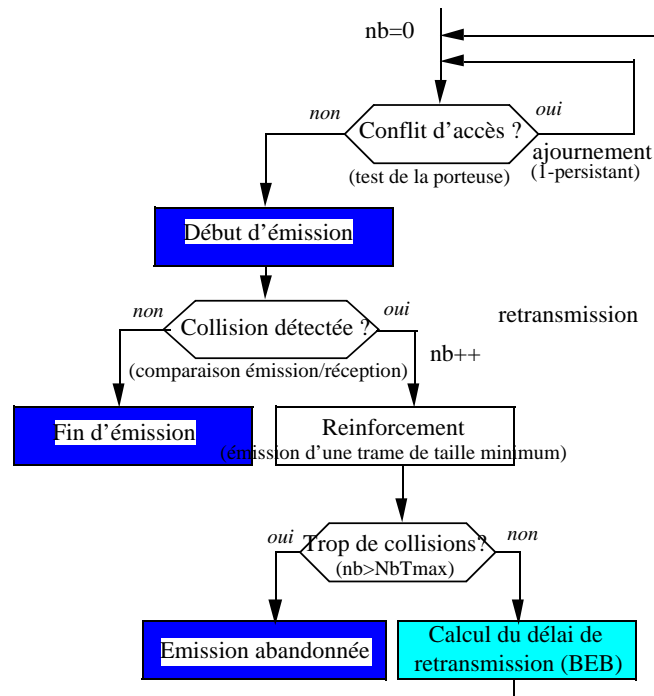
### 3.2.7 L'"inter-frame gap"

Espace minimal entre deux trames (sans porteuse) : 96 bits.

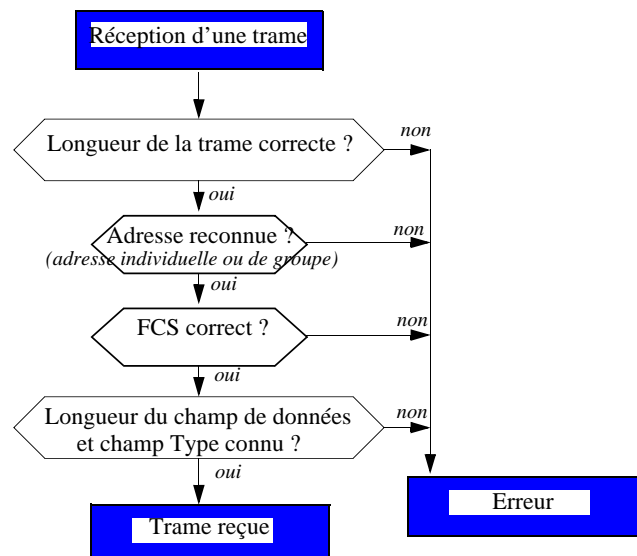
Permet :

- détection de fin de trames :
  - **déduction de la longueur** du champ de données de la trame.
- des bavures (bits fantômes) mais de longueur inférieure à un octet.
- d'avoir le temps de recopier la trame reçue vers la mémoire de la station.

## 3.3. L'algorithme d'émission



## 3.4. L'algorithme de réception



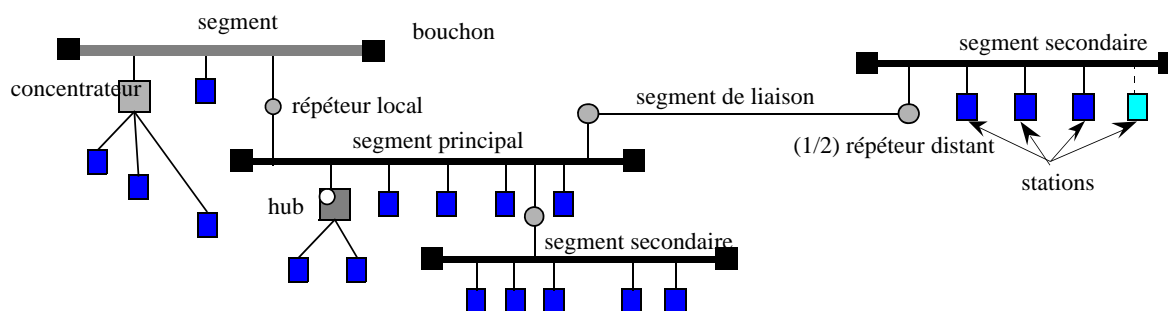


## 4. L'environnement

### 4.1. L'Ethernet historique

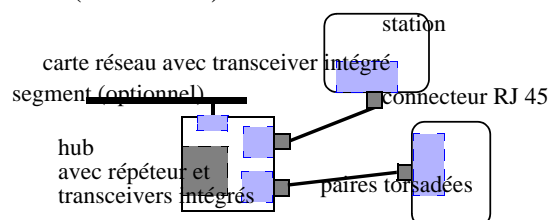
#### Un seul LAN

- un seul domaine de collision.
- composé de plusieurs segments interconnectés par des répéteurs.
- les répéteurs peuvent servir d'adaptateurs entre les différents types d'Ethernet.
- règle (simplifiée) des 5-4-3 : dans la plus grande largeur.
  - au plus 5 segments, au plus 4 répéteurs, au plus 3 segments "peuplés".



### 4.2. Configuration 10BaseT

- 2 paires de fils métalliques de catégorie 3 (de TIA/EIA 568) ou encore VG ("Voice grade"), impédance de 100  $\Omega$ ,
- Codage Manchester entre +2.05 Volt et 0 Volt sur un des fils et 0 Volt et -2,05 Volt sur l'autre,
- **Prise RJ45** à 8 broches, parallélépipédique avec clip,
- Longueur maximum des segments : 100 m, 2 transceivers max. par segment (bi-point !),
  - les "hubs" (répéteurs) sont indispensables,
- Transceiver interne (ou externe).



#### Avantages :

- Auto-isolation, fonctionnement possible en "full-duplex",
- Moins coûteux, placement en étoile, détection aisée des connexions incorrectes.

### 4.3. Ethernet et les autres protocoles

Les autres protocoles : LLC, SNAP, IP, etc.

Encapsulation et sélection :

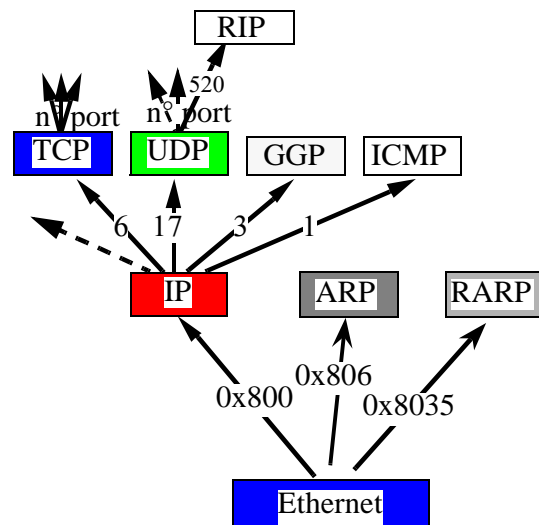
. **Internet** (un ensemble de protocoles) :

- multiprotocoles,
- multiréseaux hétérogènes.

⇒ champ "Protocol" (sélecteur)

. **Ethernet**

⇒ champ "Type" (sélecteur)

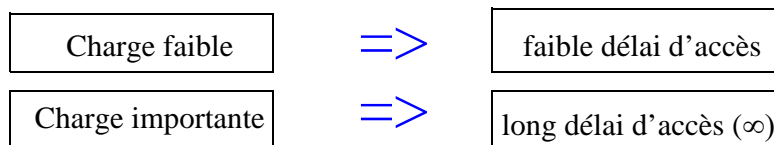


## 5. Conclusion

Emission immédiate.

Détection d'occupation, ajournement 1-persistant.

Détection de collision : retard aléatoire B.E.B.



⊕ Simplicité du protocole d'accès, complètement réparti.

⊖ Délai de transmission non-déterministe.