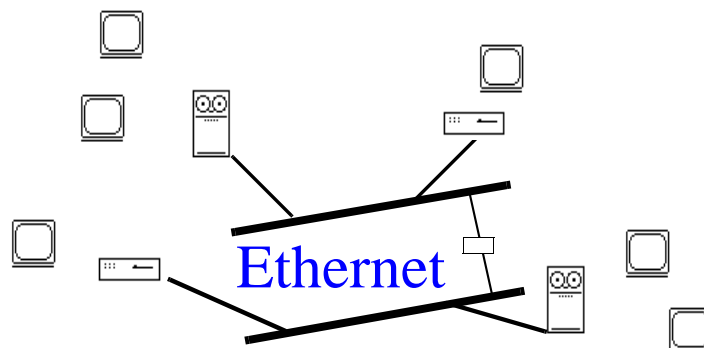


## Le réseau local Ethernet

(Z:\Polys\Internet RESO\2.Ethernet.fm- 17 janvier 2014 14:35)



### PLAN

- Introduction
- La méthode d'accès d'Ethernet
- Le protocole Ethernet
- 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 d'Ethernet

Rôle :

- **Transmission de trames** entre équipements **directement** sur une liaison multipoint.
  - . un support partagé entre tous les équipements : un "bus"
- Au plus un équipement peut envoyer une trame à chaque instant.
  - . risque de collisions !
- La méthode d'accès au support partagé :
  - . **CSMA/CD** (Carrier Sense Multiple Access / Collision Detect),
  - . basée sur les probabilités (non-déterministe), dite aléatoire.
- Le réseau est **local** :
  - . l'étendue du support partagé est faible, l'éloignement des équipements interconnectés est faible

### Ethernet

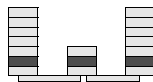
Développé par Bob Metcalfe (fondateur de 3Com) à partir de 1972.

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.

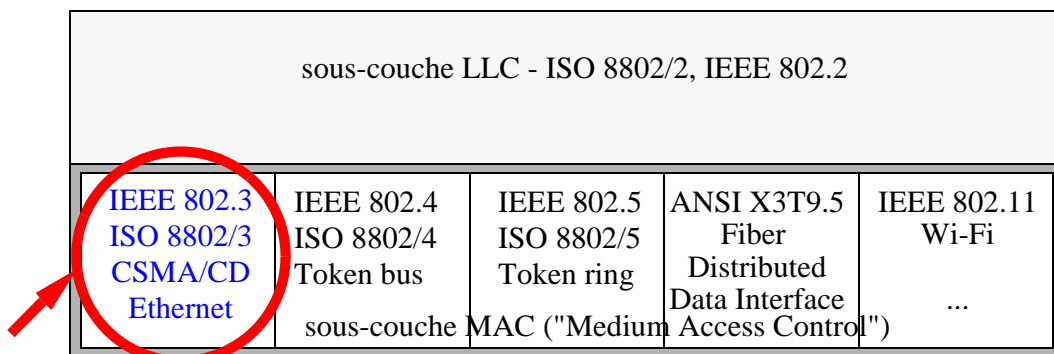
## 1.2. Normalisation

Ethernet est un protocole de la couche Liaison de Données.



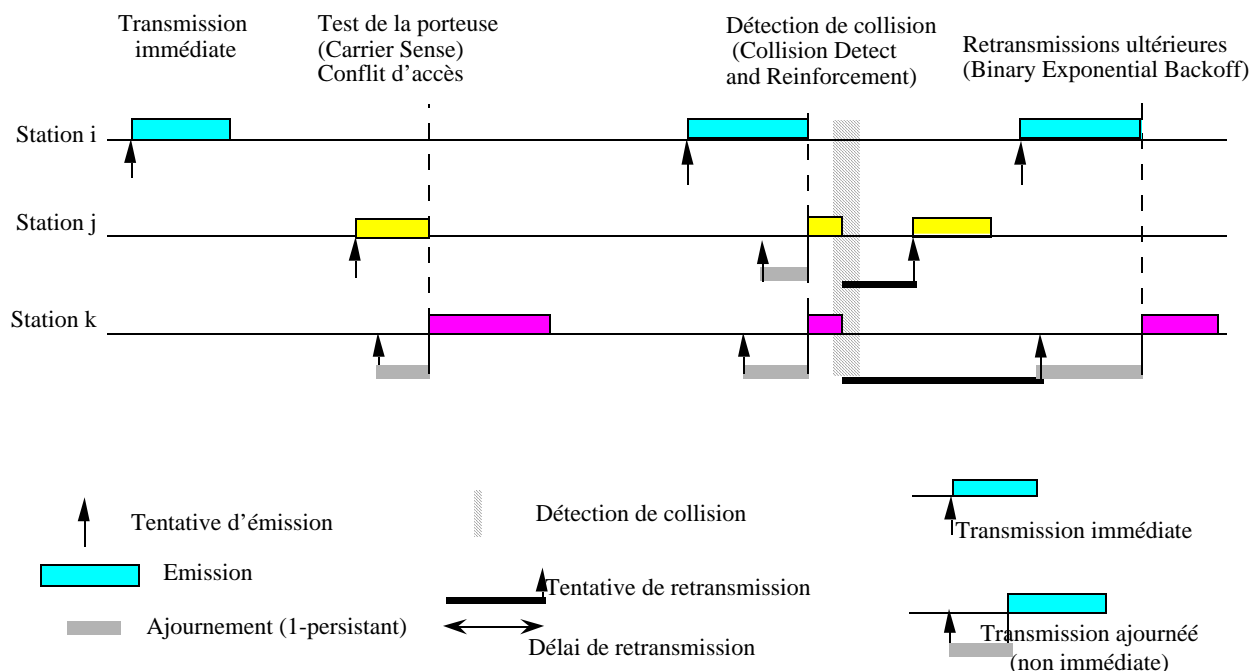
Apparition de la notion de sous-couche :

- Elle permet d'avoir des protocoles spécifiques
- Elle permet de masquer leur hétérogénéité



## 2. La méthode d'accès

### 2.1. Le principe



### 2.2. Délai de retransmission

#### BEB : "Binary Exponential Backoff"

Le délai de retransmission est un nombre aléatoire de "slot time" choisi entre 0 et  $2^C - 1$ . C est le nombre de collisions successives sur la même trame.

La borne supérieure arrête de croître après 10 collisions. On arrête définitivement les tentatives de réémission d'une trame après 16 tentatives infructueuses.

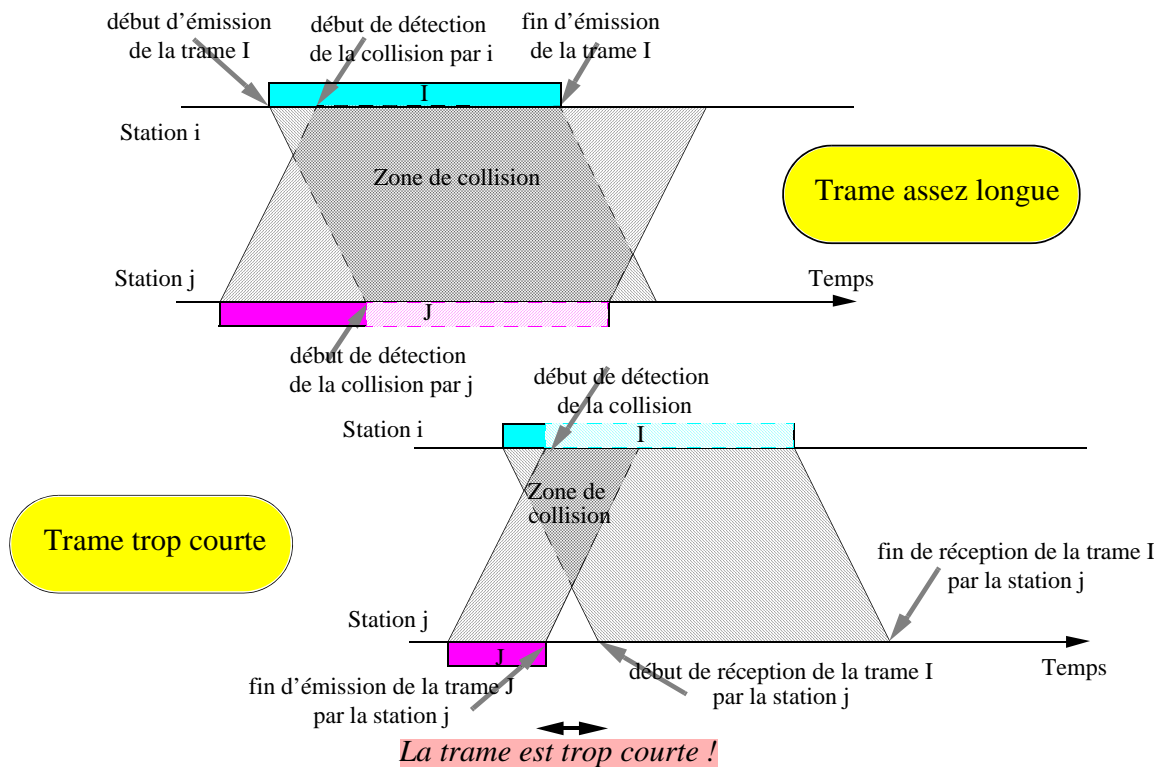
Exemple :

- après une collision, le nombre de "slot times" est tiré aléatoirement entre [0, 1]
- après la deuxième collision, le nombre est tiré aléatoirement entre [0, 3]
- après la troisième, ...

Dans Ethernet, à 10 et 100 Mbit/s, le "slot time" vaut 512 bits.

- Donc pour 10 Mbit/s, la durée du "slot time" est de ...  $\mu$ s.

### 2.3. Longueur minimale des trames




## 3. Le protocole


### 3.1. La couche Physique

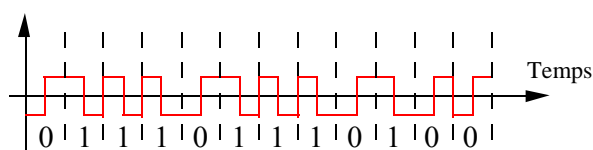
Le codage et la modulation dépendent du support.

Le codage historique => Codage **biphase** (ou Manchester) :

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

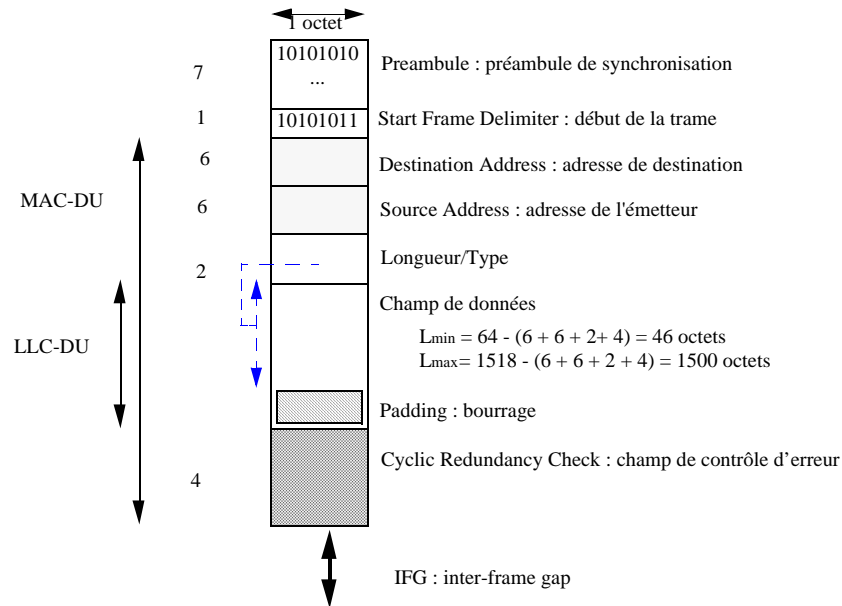
⇒ d=0 

⇒ d=1 



## 3.2. La structure des trames

### 3.2.1 Structure générale de la trame



### 3.2.2 Le préambule

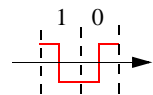
7+1 octets :

- 7 premiers octets :

- suite de couples  $\langle 1, 0 \rangle$  : 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, ...

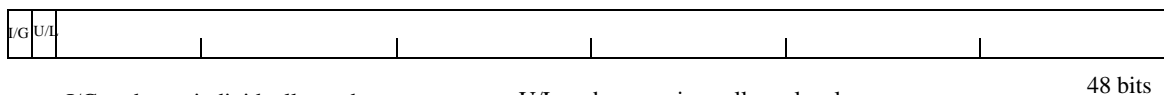
- l'octet SFD :

- 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 :

- . par exemple, 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 !

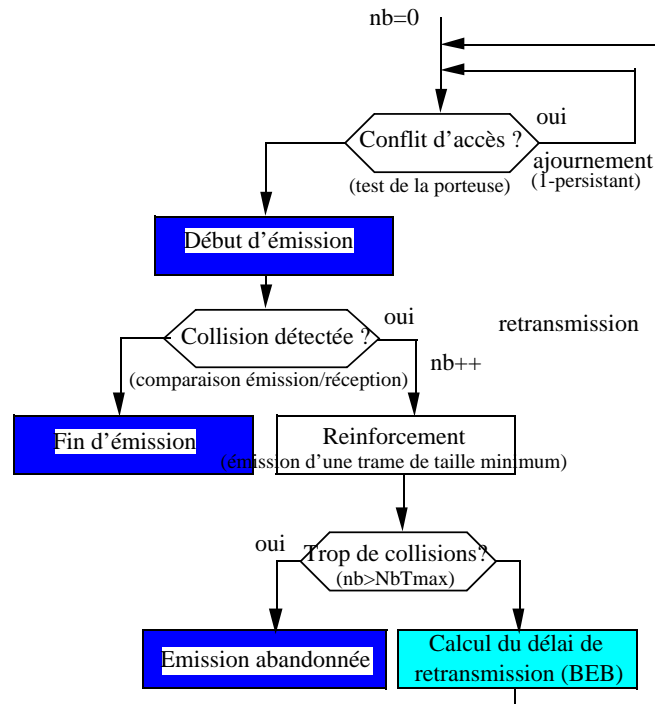
### 3.2.7 L'"inter-frame gap"

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

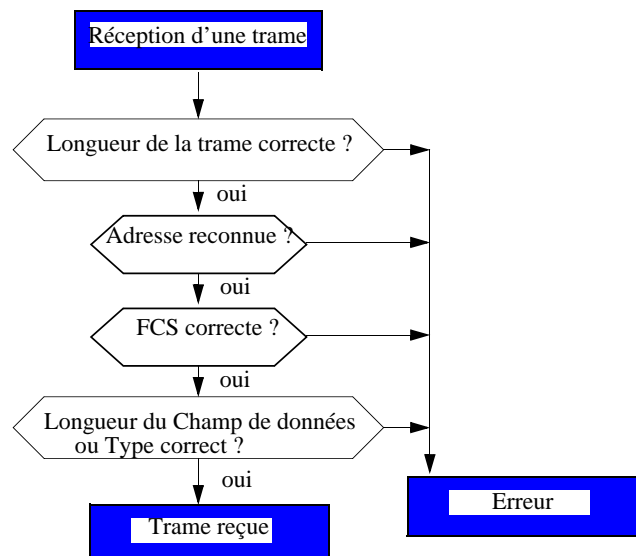
Permet :

- détection de la fin de trame :
  - **déduction de la longueur** du champ de données de la trame.
- suppression 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





### 3.5. Ethernet et les autres protocoles

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

Encapsulation et sélection :

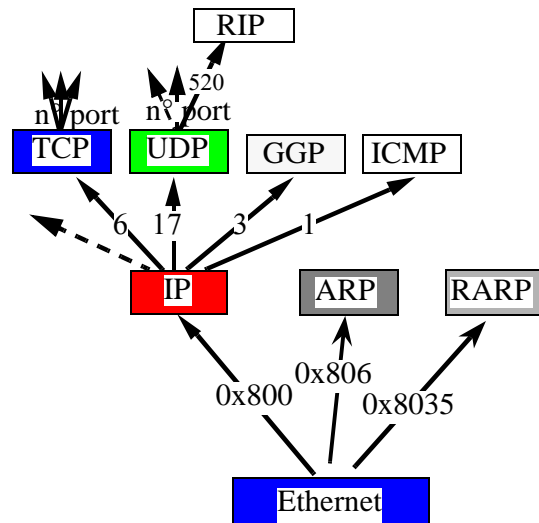
. **Internet** (un ensemble de protocoles) :

- multiprotocoles,
- multiréseaux hétérogènes.

⇒ champ "Protocol" (sélecteur)

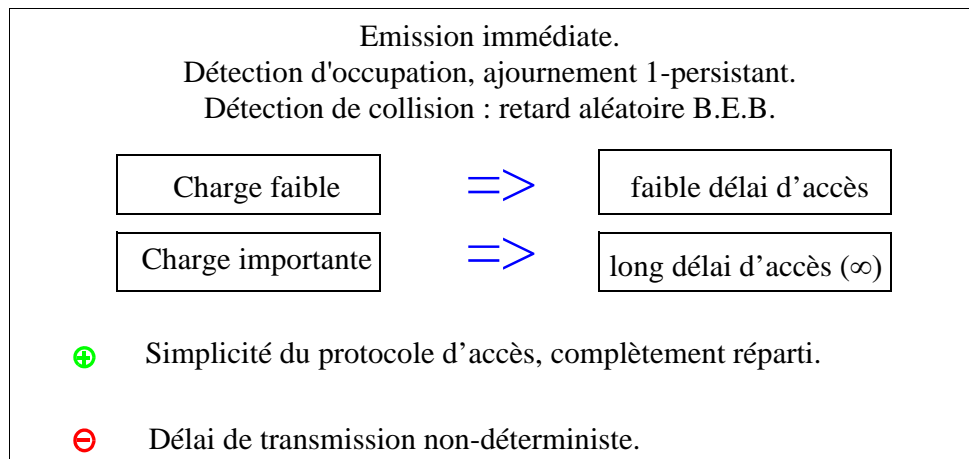
. **Ethernet**

⇒ champ "Type" (sélecteur) :



## 4. Conclusion

Ethernet, un protocole (très simple) de transmission de trames de données dans un réseau local.

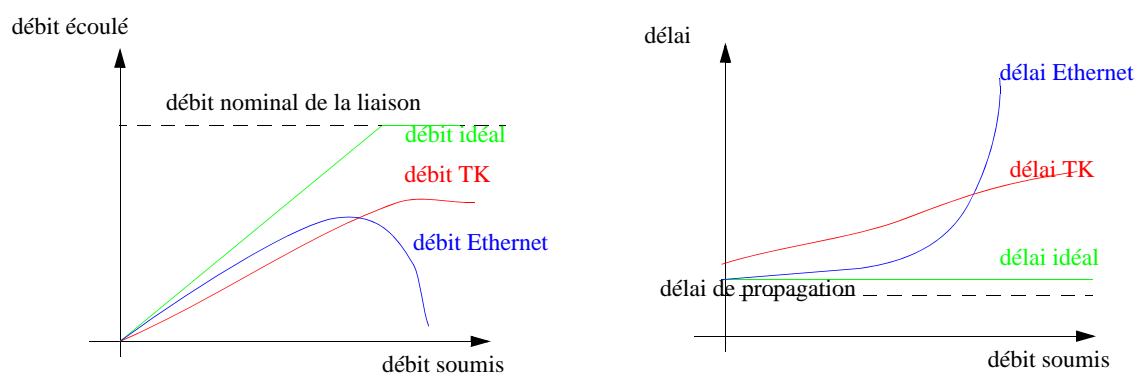


En évolution constante : Fast-Ethernet, Giga-Ethernet, 10Ge, ou bien 40 et 100 Gbit/s Ethernet.

On n'utilise presque jamais Ethernet avec une liaison multipoint. Pour interconnecter plusieurs terminaux, on utilise actuellement, un "switch".

## 4.1. Performances d'Ethernet

En débit ou en délai :



Les valeurs réelles dépendent de l'environnement !