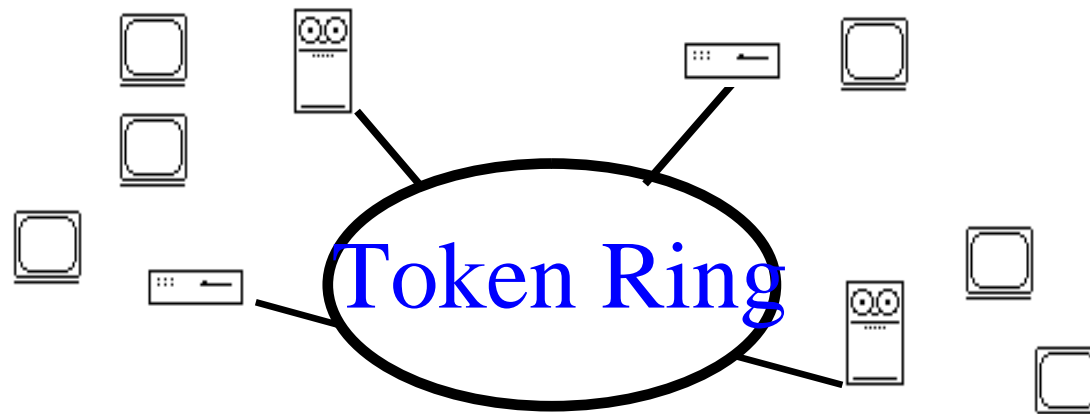


Le réseau local :  
Token Ring  
par  
Bernard COUSIN

(/home/kouna/d01/adp/bcousin/Fute/Cours/Reseaux-locaux/09-Token-Ring.fm- 28 Juillet 1998 17:46)



## PLAN

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

# 1. Introduction

## 1.1. Principales caractéristiques

### Historique :

- . Développé en 1969 : boucle de Newhall.
- . Normalisé en 1983 (IEEE 802.5) soutenu par IBM.

### Principe :

Un structure en anneau permet de faire tourner un jeton unique donnant le droit d'émettre à au plus une station.

### Améliorations :

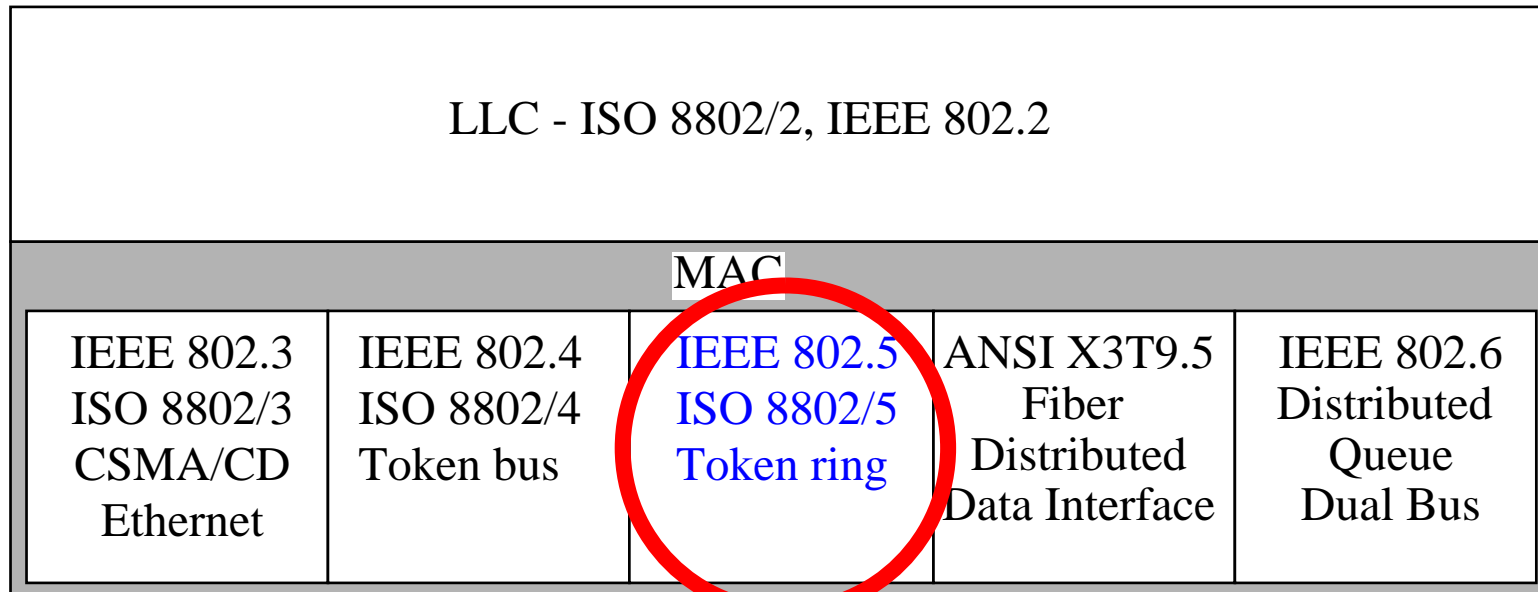
- . par rapport à Ethernet : offre un service de transmission de données prioritaire
- . par rapport à Empty-Slot : corrige l'inconvénient de la taille fixe des tranches  
    ☞ trames de taille variable.

Méthode d'accès : a priori (surcoût de gestion)

Débits : 1, 4, et 16 Mbit/s.

Topologie : annulaire

## 1.2. Normalisation



## 2. La méthode d'accès

### 2.1. Le principe

Le jeton tourne sur l'anneau [1].

Une station pour émettre, doit attendre de capturer le jeton [2].

- . Elle remplace le jeton par sa (ses) trame(s) de données [3].

La trame de données lors de sa rotation est copiée (en vol) par le(s) récepteur(s) [4]:

- . la trame est munie d'une adresse de destination.
- . diffusion naturelle.

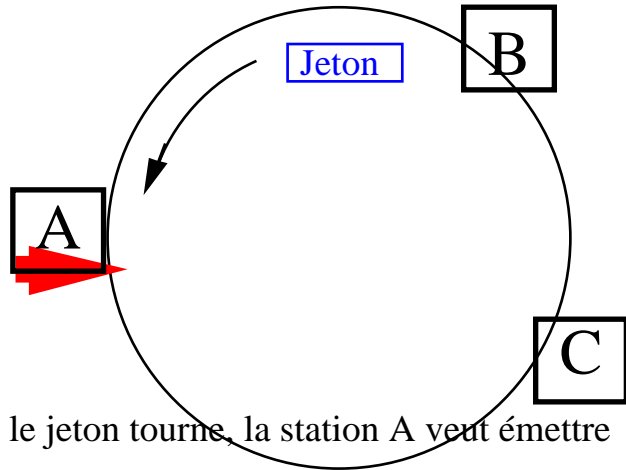
Lorsque la rotation est complète (la trame revient à l'émetteur) :

- . la trame est munie de l'adresse de l'émetteur.

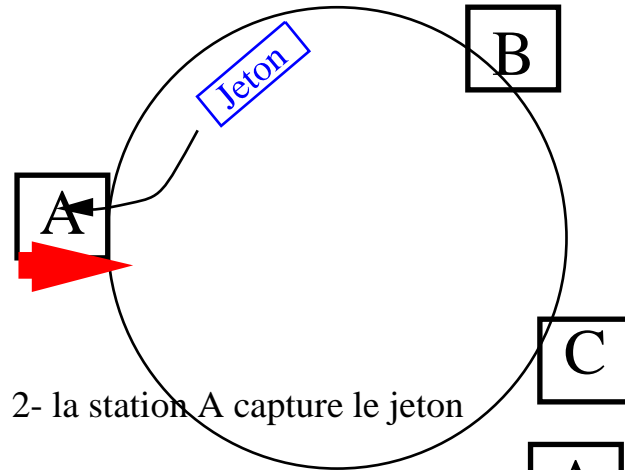
La trame de donnée (détruite) est remplacée par le jeton [5] :

- . le jeton est à nouveau relâché.
- . il poursuit sa rotation pour permettre à d'autres stations d'émettre [1].

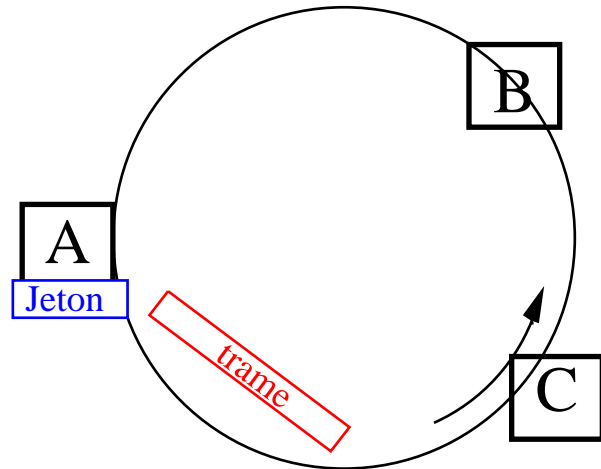
## 2.2. Exemple de transmission d'une trame



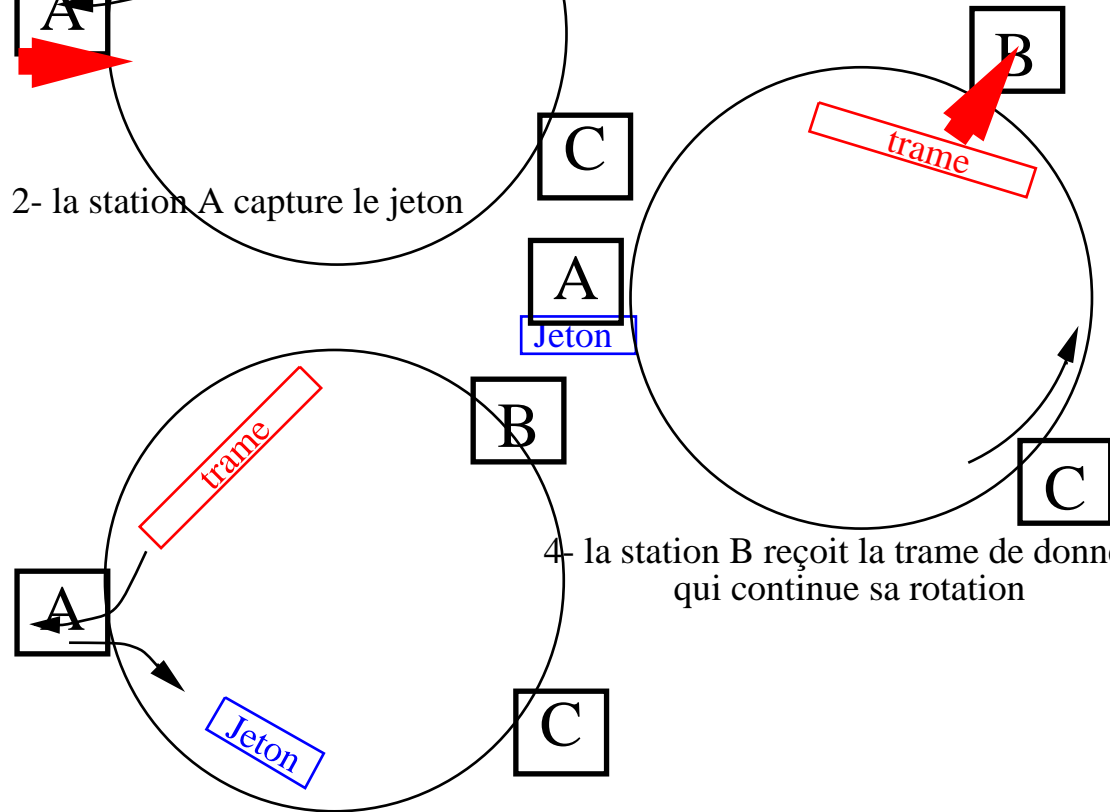
1 - le jeton tourne, la station A veut émettre



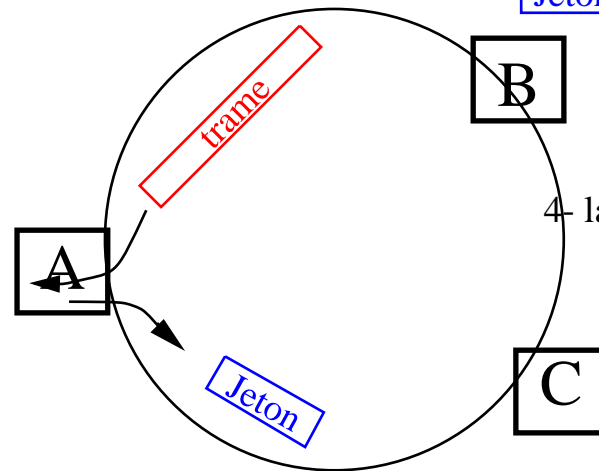
2- la station A capture le jeton



3- la station A émet une trame de données





4- la station B reçoit la trame de données qui continue sa rotation





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

## 2.3. Variantes de la politique d'accès


Politique de passage du jeton :

- . Jeton non-adressé (adressage implicite --> topologie circulaire)  [IEEE 802.5]
- . Jeton adressé (adressage explicite --> autre topologie)  [IEEE 802.4 :Token Bus]

Relâchement du jeton :

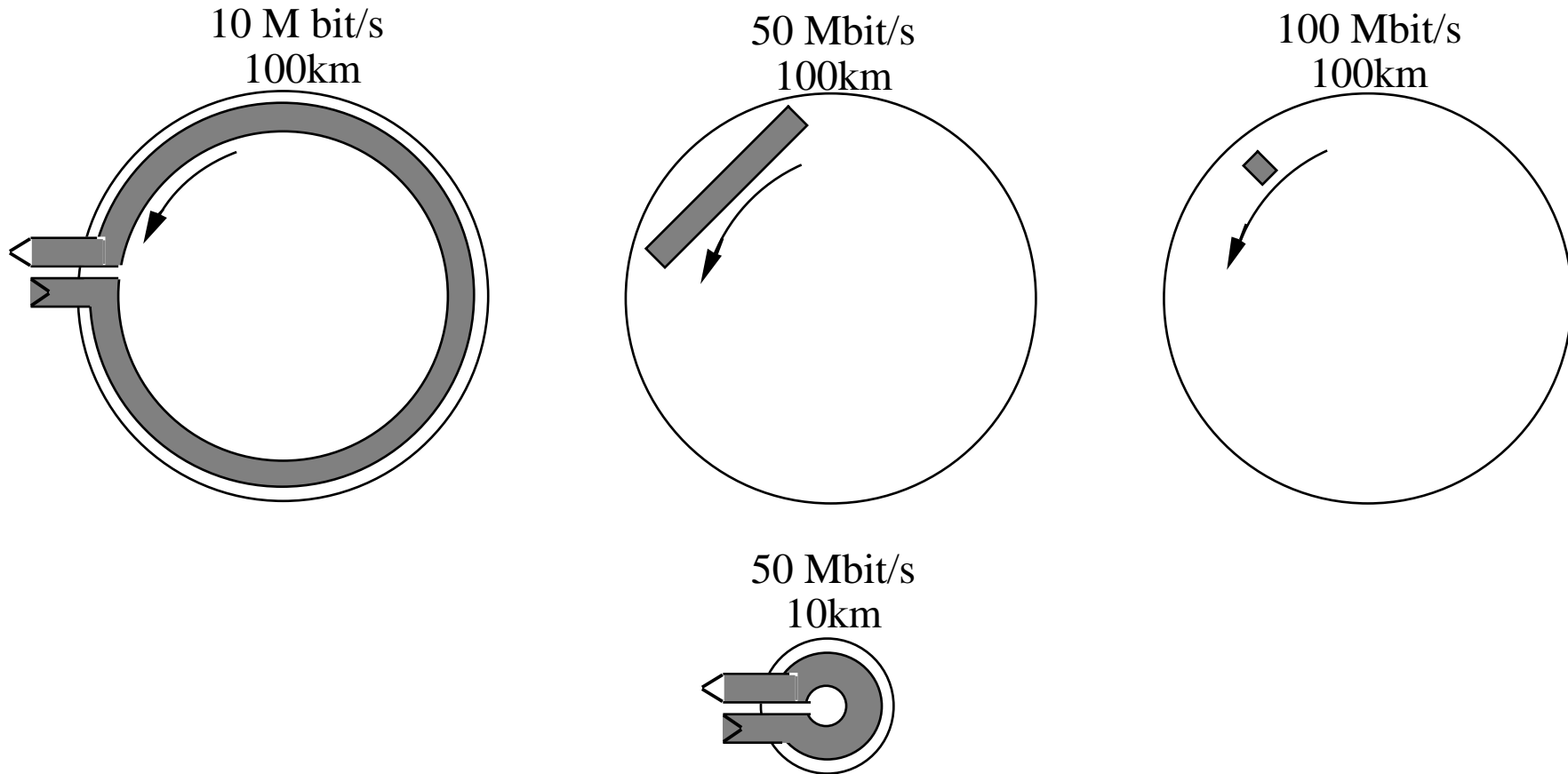
- 1- Par le récepteur : Le débit peut être doublé, mais un seul récepteur.
  - 1.1- Lorsque la trame est entièrement parvenue au récepteur.
  - 1.2- Lorsque l'entête de la trame est parvenue au récepteur.
- 2- Par l'émetteur : le champ Frame status renseigne sur la transmission.
  - 2.1- Lorsque la trame est entièrement revenue à l'émetteur.
  - 2.2- Lorsque l'entête de la trame est revenu à l'émetteur  [IEEE 802.5]
  - 2.3- Par l'émetteur dès la fin de l'émission de la trame  [FDDI]
- 3- Par le moniteur (les trames orphelines ou folles)

Emission multiple :

- 1- Une seule trame à chaque jeton.
- 2- Multi-trame : borné par un temporisateur THT  [IEEE 802.5 et FDDI].

## 2.4. Capacité de l'anneau

La même quantité de données à différents débits et pour des anneaux de différents diamètres



$$C = l.d/v + n.k.$$

Soit  $C$  : la capacité de l'anneau (bit),  
 $k$  : la capacité moyenne des adaptateurs de chaque station (bit),  
 $n$  : le nombre d'adaptateurs sur l'anneau,  
 $l$  : la longueur de l'anneau (m),  
 $v$  : la vitesse de propagation sur l'anneau (m/s),  
 $d$  : le débit de transmission (bit/s),

Application numérique :

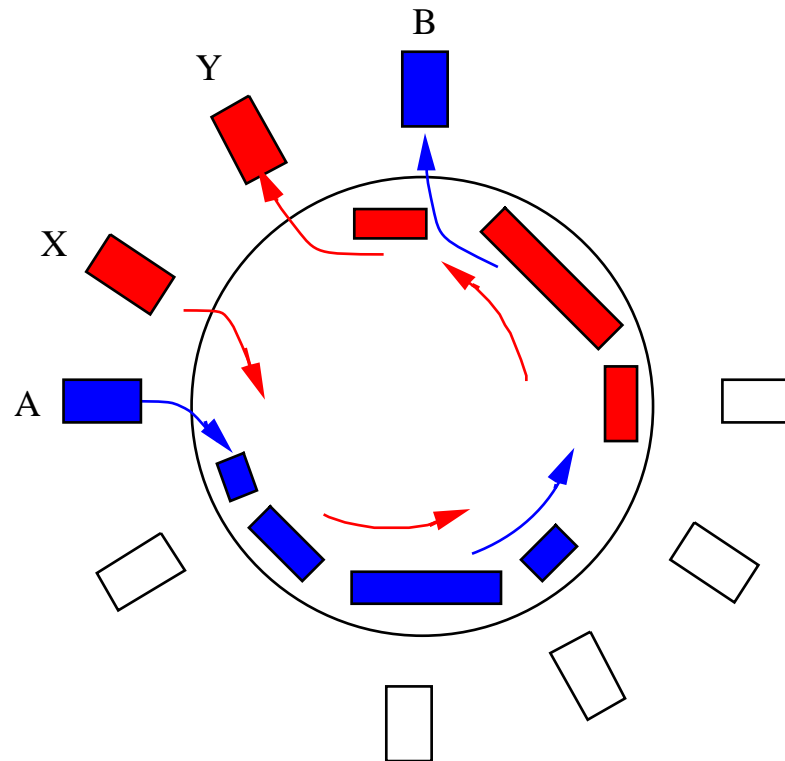
avec  $n = 100$  et  $v = 200.000$  Km/s

$l(\text{km})$	$d(\text{Mbit/s})$	$k(\text{bit})$	$C(\text{bit})$	retard(s)
1	1	1	105	105
100	1	1	600	600
1	100	1	600	6
100	100	1	50100	501
1	1	100	10005	10005
100	1	100	10600	10600
1	100	100	10600	106
100	100	100	60000	600

## 2.5. Emission de multi-trames

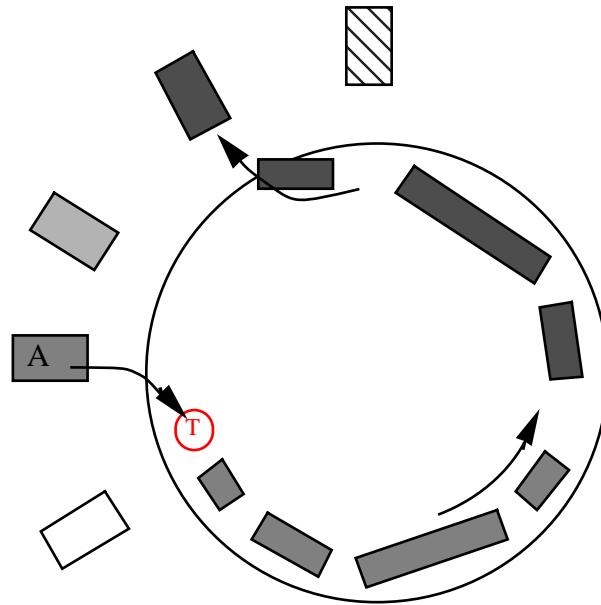
Emission de trames multiples :

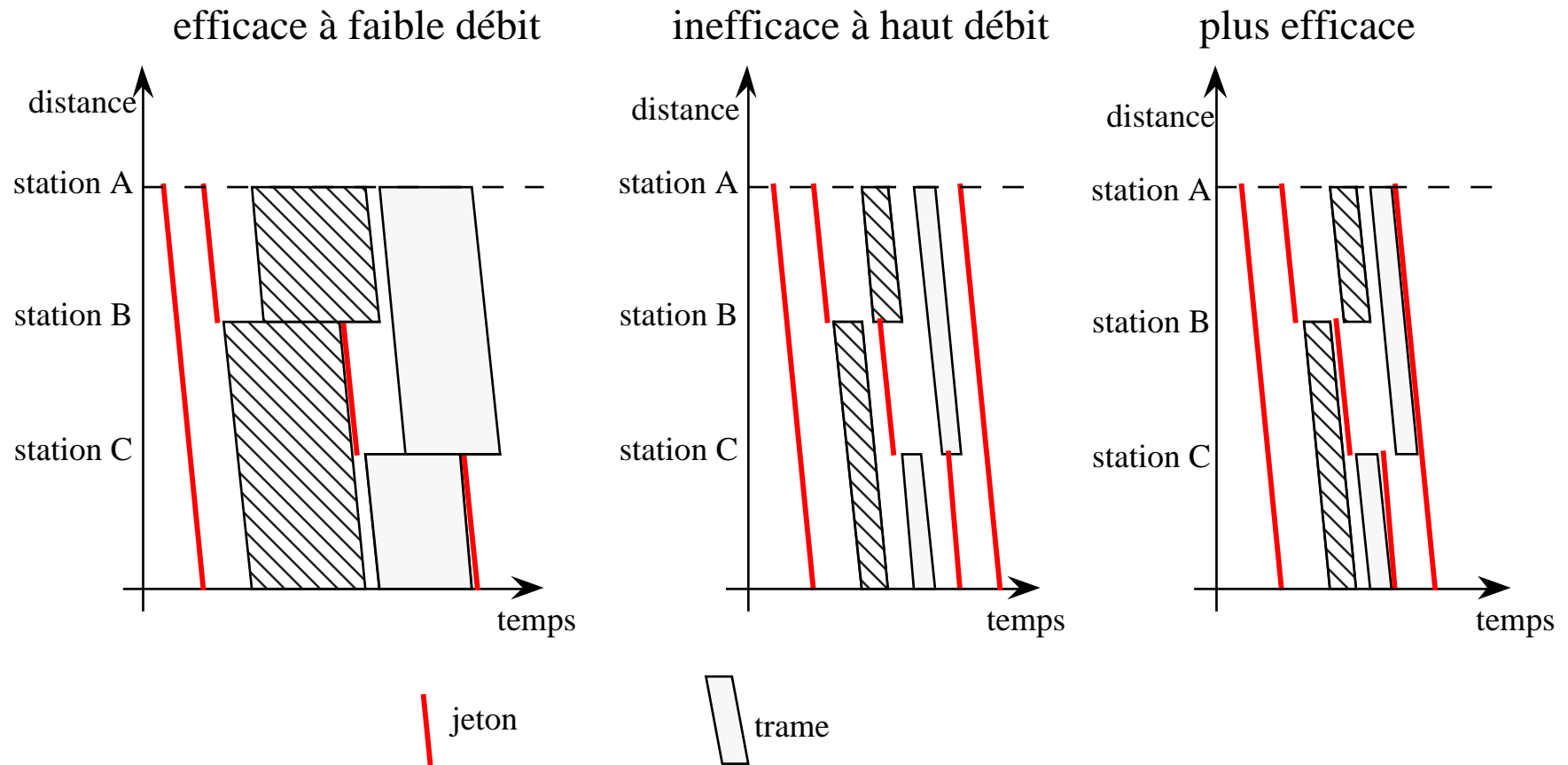
- par le même émetteur vers le même ou différents récepteurs



## 2.6. Relâchement du jeton

Libération de jeton au plus tôt : dès la fin de l'émission multiple.





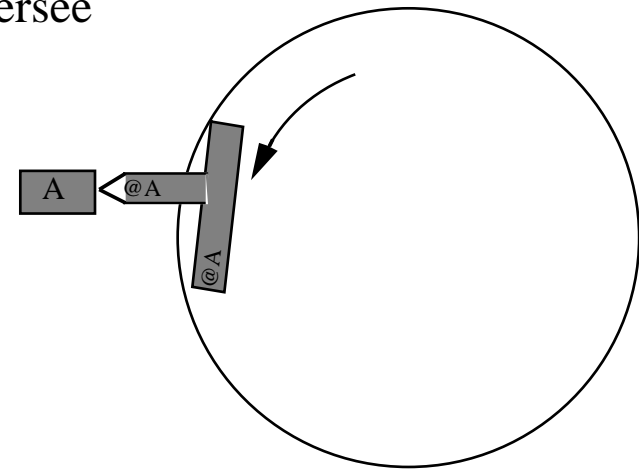
Le débit augmente : l'efficacité diminue si l'instant de relâchement du jeton n'est pas juste après la fin de l'émission

## 2.7. Copie au vol

Copie au vol de la trame par le récepteur

- le moins de retard possible à chaque station traversée

Chaque station scrute l'entête de chaque trame afin de savoir si elle lui est destinée.



Cela provoque l'apparition de fragments lors du retrait de la trame :



### 3. Le protocole

#### 3.1. Le codage

Codage biphasé différentiel (ou Manchester diff., Frequency Shift Keying)

Identique au Manchester :

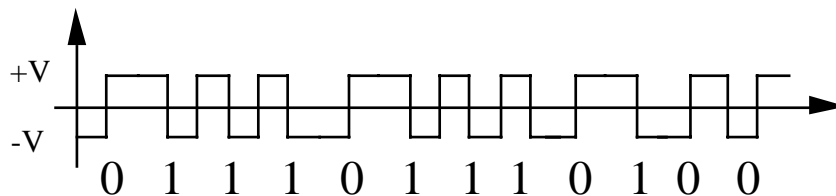
- . Une transition à chaque période pour le recouvrement de l'horloge,
- . Un assez spectre large (double),

Plus :

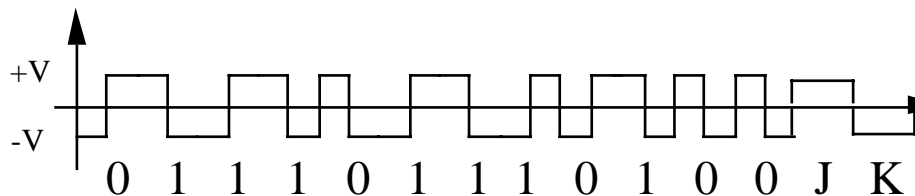
- . Ne nécessite pas le repérage des fils.
- . 2 symboles supplémentaires (J et K) !

Signaux :  $\alpha_i$  soit  $\begin{cases} +V \\ -V \end{cases}$  soit  $\begin{cases} +V \\ -V \end{cases}$   
 donnée J :  $\begin{matrix} +V \\ 0 \end{matrix} \begin{matrix} \square \\ \square \end{matrix}$   
 donnée K :  $\begin{matrix} 0 \\ -V \end{matrix} \begin{matrix} \square \\ \square \end{matrix}$

$d = 0 \Rightarrow \alpha_i = \alpha_{i-1}$   
 $d = 1 \Rightarrow \alpha_i \neq \alpha_{i-1}$



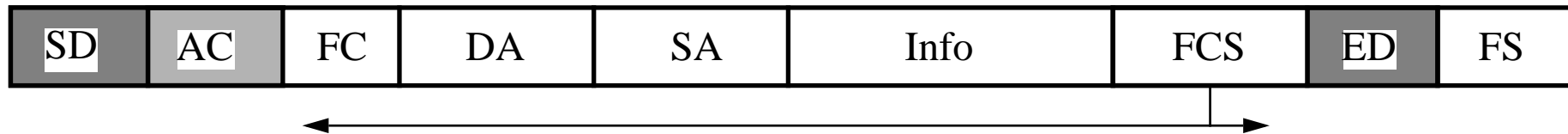
Manchester



Manchester différentiel

### 3.2. Le format des trames

Le format d'une trame



Le format d'un jeton



- SD : Starting Delimiter (1 octet)
- AC : Access Control (1 octet)
- FC : Frame Control (1 octet)
- DA : Destination Address (2 ou 6 octets)
- SA : Source Address (2 ou 6 octets)
- Info : Information (0 à 4027 octets)
- FCS : Frame Check Sequence (4 octets)
- ED : Ending Delimiter (1 octet)
- FS : Frame Status (1 octet)

### 3.3. Les champs de la trame

**JK 0 JK 0 0 0**

Début de trame (SD : Starting delimiter)  
 . symboles spéciaux JK.

**PPP TM RRR**

Contrôle d'accès (AC : Access control)  
 . 3 bits de priorité (000<111)  
 . 3 bits de réservation de priorité  
 . T : 0 = jeton ; 1 = trame  
 . M : mis à 0 à l'émetteur, à 1 par le moniteur

**FF ZZZZZZ**

Contrôle de trame (FC : Frame control)  
 FF : 00 = MAC-PDU ; 01 = LLC-PDU  
 . 00 000010 - Beacon : détection d'un problème  
 . 00 000011 - Claim token : élection moniteur  
 . 00 000100 - Ring purge : ré-initialisation de l'anneau  
 . 01 rrr ppp - Trame LLC : L\_PDU

## Les champs de la trame (suite)

### Adresse (SA & DA : Source & destination address)

- . format d'adresse IEEE 802
- . diffusion et routage
- . identique à Ethernet (mais transmis en ordre inverse !)

### Détection d'erreur (FCS : frame control sequence)

- . uniquement détection
- .  $x^{32} + x^{26} + x^{23} + x^{22} + x^{16} + x^{12} + x^{11} + x^{10} + x^8 + x^7 + x^5 + x^4 + x^2 + x + 1$

### Fin de trame (ED : ending delimiter)

- . I : 1 = trame intermédiaire d'une multi-trame; 0 = mono-trame ou dernière trame d'une multi-trame
- . E : 1 = trame erronée ; 0 = trame correcte

J	K	1	J	K	1	I	E
---	---	---	---	---	---	---	---

### Etat de la trame (FS : frame status)


- . initialisé à 0 par l'émetteur
- . A : 1 = adresse reconnue par le récepteur
- . C : 1 = trame copiée par le récepteur
- . rr : bits inutilisés

A	C	rr	A	C	rr
---	---	----	---	---	----

### 3.4. Le “monitor”

Rôle de la station “monitor” :

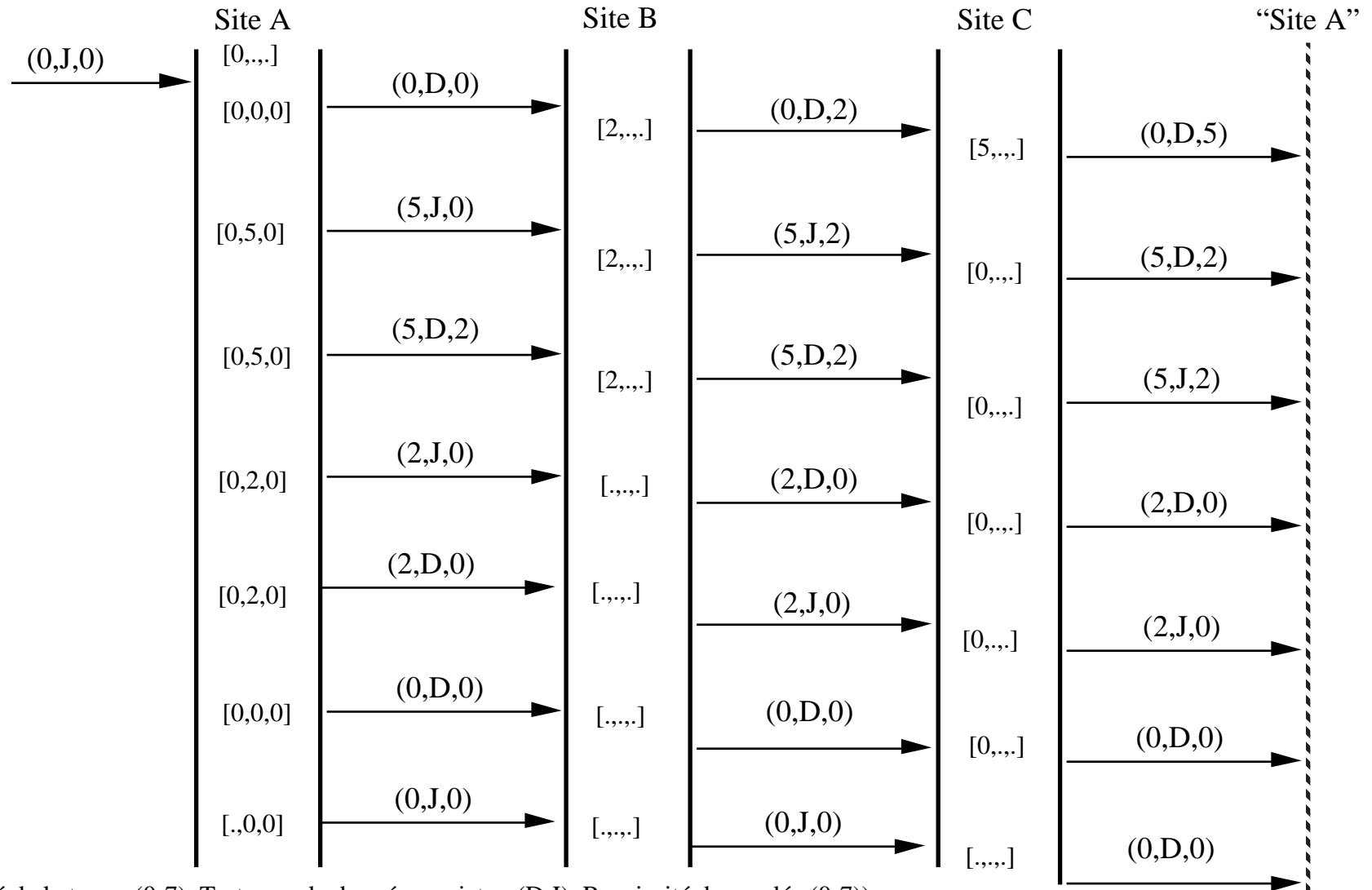
- . génère la premier jeton !
- . gère le “buffer” élastique.
- . surveille la rotation du jeton. : temporisateur TNT.
- . détruit les trames folles : bit M du champ FC.

 purge de l'anneau.

Election de la station monitrice :

- . chaque station qui désire être monitrice émet une trame “claim token” avec son adresse en paramètre.
- . elle détruit toutes trames “claim token” d'adresse plus petite
- . elle laisse passer toutes trames “claim token” d'adresse plus grande.
- . la station dont la trame “claim token” a **fait un tour, est élue !**
- . c'est celle de plus grande adresse.

### 3.5. La transmission de données prioritaire



**Notations**



(P : priorité de la trame (0-7), T : trame de données ou jeton (D,J), R: priorité demandée (0-7)),  
 [Pm : priorité la plus élevée de la trame à émettre(0,7), Sx : priorité envoyée (0-7), St : priorité reçue(0,7)].

### 3.6. Plésiosynchronisme



Chaque station possède une horloge de réception, et une horloge d'émission.

- . L'horloge de réception est asservie sur les données reçues par un codage approprié.
- . L'horloge d'émission doit être asservie sur l'horloge de réception pour minimiser la dérive.
- . Bien que l'horloge de réception soit asservie sur la réception, chaque réémission introduit une légère variation.

Deux solutions :

- . Soit la variation est absorbée localement à chaque station (  FDDI),
- . Soit absorbée par une station particulière de l'anneau (  Token Ring).

Deux techniques :

- . Soit une buffer élastique permet d'absorber ces variations (  Token Ring).,
- . Soit on insère des bits lorsque l'horloge de réception est trop lente, et on en supprime lorsque l'horloge est trop rapide (  FDDI).

La première technique est coûteuse en retard induit si chaque station possède un tampon élastique. Elle est donc généralement utilisée de préférence avec un seul tampon dans une station privilégiée.

La deuxième technique est inapplicable directement, il est impossible d'insérer ou de supprimer les bits dans une trame sans la corrompre. Il est possible néanmoins d'utiliser l'espace inter-trame pour ces suppressions et ces insertions. La trame est munie d'un préambule de taille variable (consommable).

### 3.7. Les temporisateurs

THT (Token Holding Timer) :

- . par défaut 40000 bits.
- . Temps maximum d'émission des trames par une station.

TRR (Return to Repeat Timer) :

- . par défaut 10000 bits.
- . Durée maximum de rotation, délai de propagation plus la latence introduit par chacune des stations de l'anneau.

TVX (Valid Transmission Timer) :

- .  $TVX = THT + TRR$ .
- . Contrôle de perte de la trame en cours d'émission

TNT (No Token Timer) :

- .  $TNT = TRR + n.THT$  (ou 4000000 bits).
- . Contrôle de perte du jeton.

## 4. Conclusion

Caractéristiques :

- ⊕ Le protocole du jeton est stable vis à vis de la charge.
- ⊕ Possibilité d'attribution de priorité aux trames.
- ⊖ Le coupleur doit être actif --> registre à décalage et comparateur.
- ⊖ Technologies performantes mais coûteuses (TTL --> ECL, GaAs,...).
- ⊖ Le surcoût (“overhead”) de la gestion du jeton est importante pour les faible charges.
- ⊖ Le maintien de la connexité et le contrôle de la présence du jeton sont primordiaux.

Détection des fautes :

- . rupture de l'anneau (un temporisateur TVX dans chaque station)
- . perte du jeton (un temporisateur TNT dans chaque station)
- . trames folles ou orphelines (bit M + “monitor”).

Traitement des fautes :

- . panne de station (by-pass).
- . perte du jeton (régénération par le moniteur).
- . panne du moniteur (chaque station est un moniteur en puissance : passage d'actif à passif par élection)