

# **Les Réseaux Locaux Informatiques - Ethernet -**

## **PLAN**

### **1. Les principes des réseaux locaux informatiques (RLI)**

Définition : supports, topologies, techniques d'accès  
Architecture IEEE

### **2. le RLI Ethernet ou 802.3**

Transmission physique

Trames 802.3 et adressage (MAC)

Technique d'accès au canal (CSMA/CD)

Le protocole de contrôle de la liaison (LLC)

Réseaux Locaux Virtuel (VLAN)



## DEFINITION ET PROPRIETES D'UN RLI

- Les **réseaux locaux informatiques** (en anglais **LAN**, *Local Area Network*) sont destinés principalement aux communications locales, généralement au sein d'une **même entité** (entreprise, administration, etc), sur de **courtes distances** (quelques kilomètres au maximum).
- Les RLI ont donné lieu à des normes définies par l'IEEE dans le groupe 802.

Les RLI sont caractérisés par :

- **1. Une Gestion privée et autonome du réseau**
- **2. un Support physique partagé**
- **3. un mode de communication par diffusion**
- **4. une Transmission numérique en bande de base**



## PARTICULARITES DES RLI

- ◆ Les conséquences des particularités techniques des RLI sont :

### **1. Les problèmes des accès concurrents**

- trouver une technique de partage du média (si possible équitable)
- pris en charge par le protocole de niveau liaison

### **2. Les problèmes de confidentialité et de sécurité**

- Exemple : interception des mots de passe des usagers
- pris en charge par les systèmes d'exploitation et les applications (cryptographie)



## CARACTERISTIQUES DES RLI

- ◆ Les différentes solutions de RLI se distinguent par trois choix techniques

1. **Le type de topologie**

Bus, Etoile, anneau, arbre ...

2. **Le type de support physique**

cuivre, coaxial, fibre optique, radio, ...

3. **La technique d'accès au support**

centralisée/distribuée; aléatoire/déterministe, ...

1 + 2 + 3 = un réseau local informatique particulier

Exemple de RLI : **Ethernet 10baseT**

Ethernet : protocole MAC de type distribué et aléatoire

10 : Débit de 10 Mbp/s

T : support de type paire de cuivre torsadée

Base : Transmission numérique en bande de base

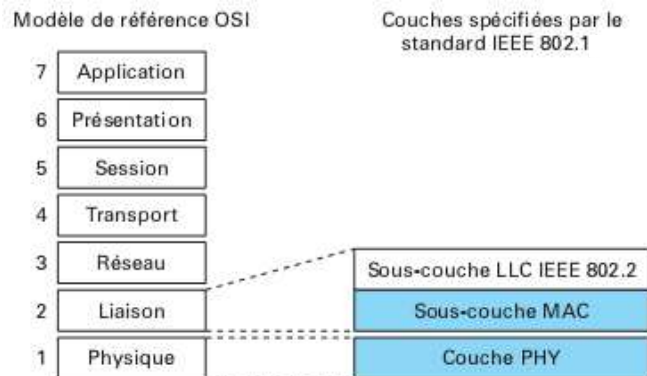
Topologie en étoile (autour d'un concentrateur)



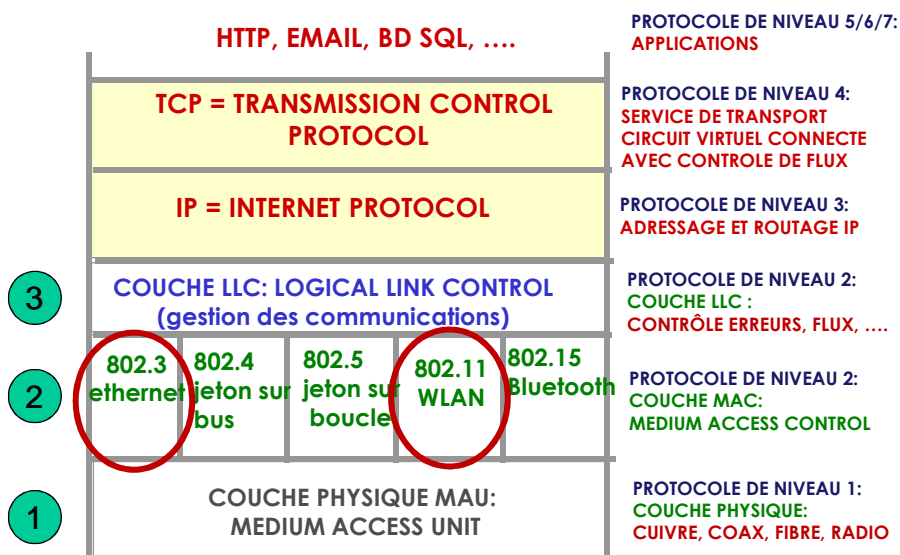
## ETHERNET : Un peu d'histoire

- ◆ 1974 : Inventeur XEROX : Spécification de Ethernet
- ◆ 1976 : INTEL et DIGITAL propose Ethernet v2 et en font un standard du marché
- ◆ 1980 : IEEE normalise :
  - La technique d'accès de Ethernet (CSMA/CD 802.3)
  - La gestion des collisions
    - Notifications (bourrage de la ligne - JAM)
    - définit la variante CSMA-persistent
    - Algorithme de reprise après collision (Binary Exponential Backoff)
  - Les algorithmes d'émission et de réception
  - Les grandeurs physiques IEEE 802.3 (délais, distances, ...)
  - La structure de la trame Ethernet 802.3
  - Les spécification des supports physiques
- ◆ 2000 : Ethernet et ses dérivées représentent 80% du marché des LAN

## ARCHITECTURE RLI



## ARCHITECTURE : IEEE 802 LAN et WLAN

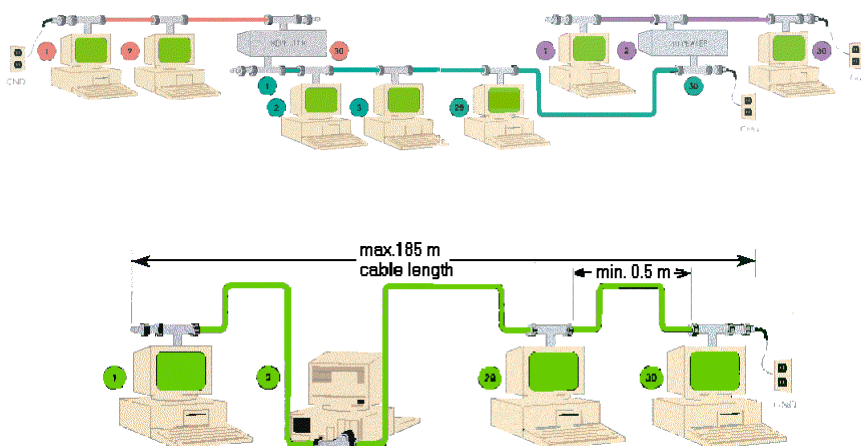


## NORMES 802

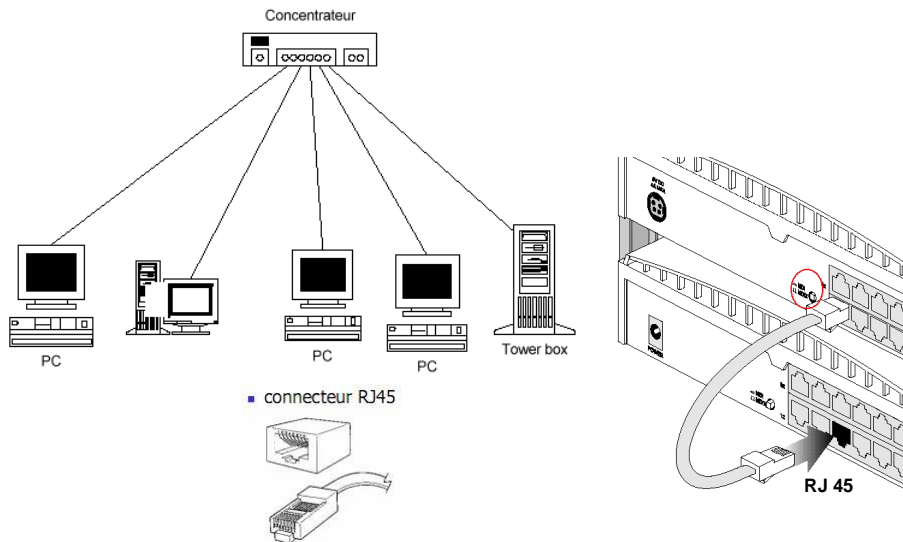
- 802.1 High Level Interface, Network Management, Bridging, Glossary
- 802.2 Logical Link Control
- **802.3 CSMA/CD Ethernet**
- 802.4 Token Bus
- 802.5 Token Ring (LAN IBM)
- 802.6 Metropolitan Area Network (DQDB : Double Queue Dual Bus)
- 802.7 Broadband LAN Technical Advisory Group
- 802.8 Fiber Optic Technical Advisory Group
- 802.9 Integrated Service LAN (IsoEthernet), pour isochrone (temps réel)
- 802.10 LAN Security (SILS : Standard for Interoperable LAN Security)
- **802.11 Wireless LAN**
- 802.12 Demand Priority LAN (100VG - AnyLAN)
- 802.14 Cable TV MAN
- **802.15 Wireless Personal Area Network (WPAN)**, bluetooth
- **802.16 Fixed Broadband Wireless Access** (sans fil large bande)



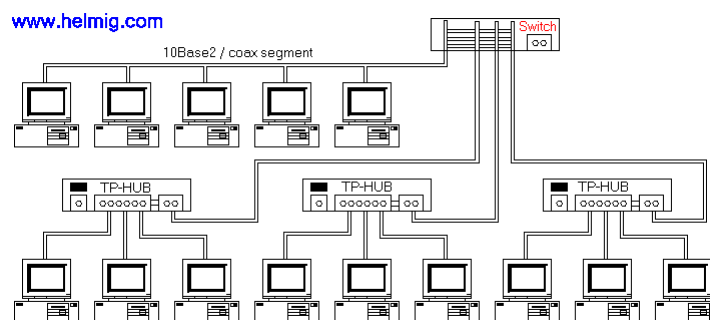
### ETHERNET 802.3 10 base 5 et 10base 2



## ETHERNET 802.3 PARTAGE 10-100 base T



## ETHERNET 802.3 COMMUTE 10-100-1000 BASE T



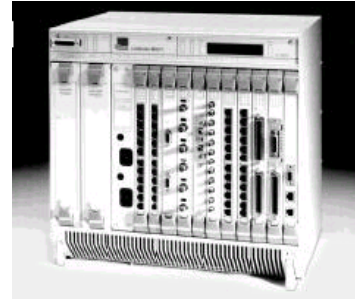
- ◆ Réduire les collisions pour accroître les débits (non partagés)
- ◆ Utilisation d'une topologie en étoile (migration facile)
- ◆ Remplacer le nœud central passif (HUB) par un commutateur (SWITCH).

## REPEATER / HUB / SWITCH

Répéteur/adaptateur (UNICOM)



hubs 16/8 ports (HP)



Switch multi Protocole (3com)



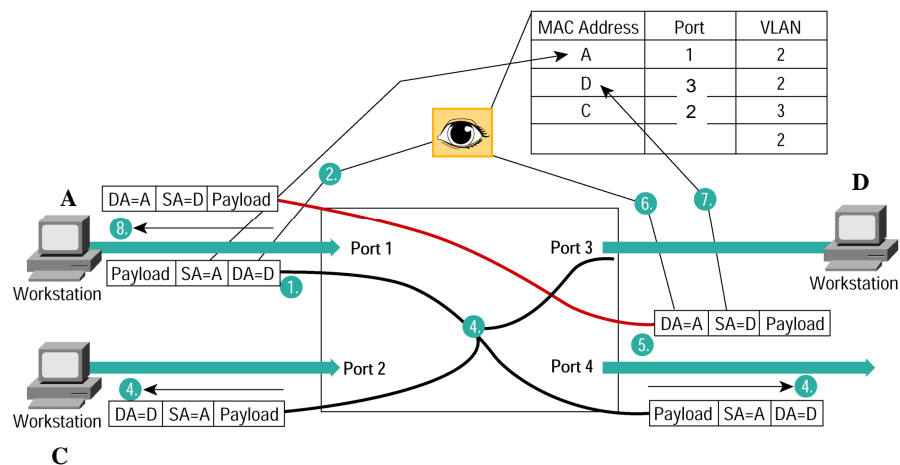
Commutateur/ Switch Netgear



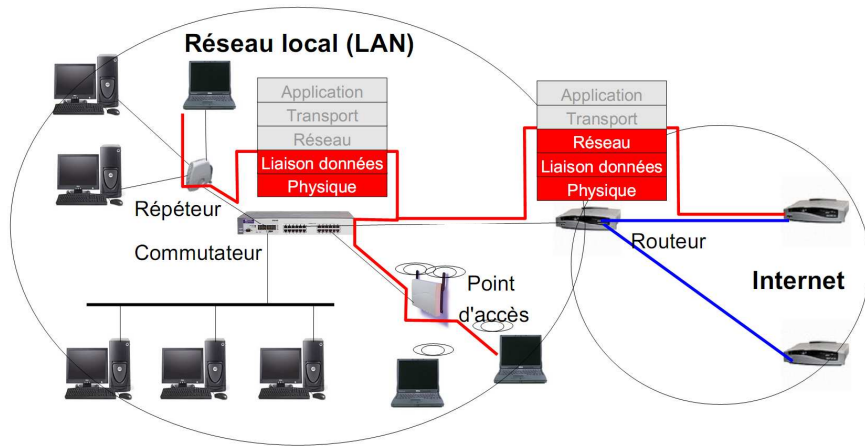
Switch empilables

## ETHERNET COMMUTE

### - APPRENTISSAGE DES ADRESSES MAC -



## ARCHITECTURE IEEE 802 LAN / WLAN

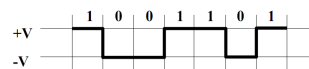


page 15

## ETHERNET 802.3 Transmission Physique

- Codage unipolaire sans retour à zéro (NRZ)

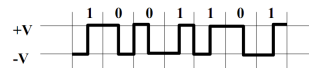
- Machine (horloge)



- Codage Manchester (simple)

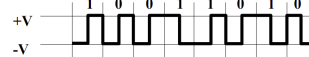
- Inclus le signal d'horloge

- $\frac{1}{2}$  temps bit à l'inverse de la valeur
    - $\frac{1}{2}$  temps bit à la valeur.



- Codage Manchester différentiel

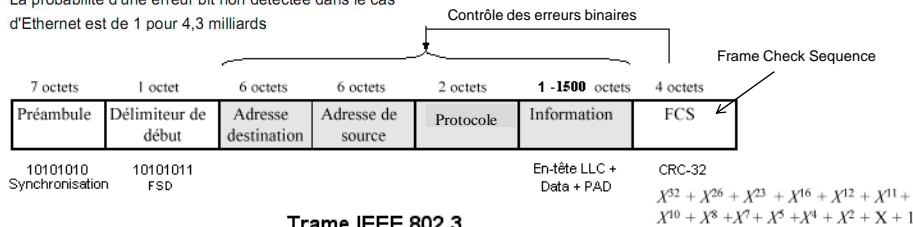
- Bit 0 = Changement de polarité
  - Bit 1 = Polarité du début temps bit identique à précédente
  - Le sens des fils n'a plus d'importance.





## FORMAT TRAME ETHERNET 802.3

La probabilité d'une erreur bit non détectée dans le cas d'Ethernet est de 1 pour 4,3 milliards



Trame IEEE 802.3

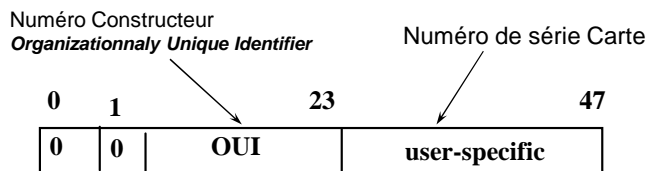


- 0800 IP
- 0806 ARP
- 6000 à 6009 DEC (6004 LAT)
- 8019 DOMAIN (Apollo)
- 8038 DEC LANBridge management



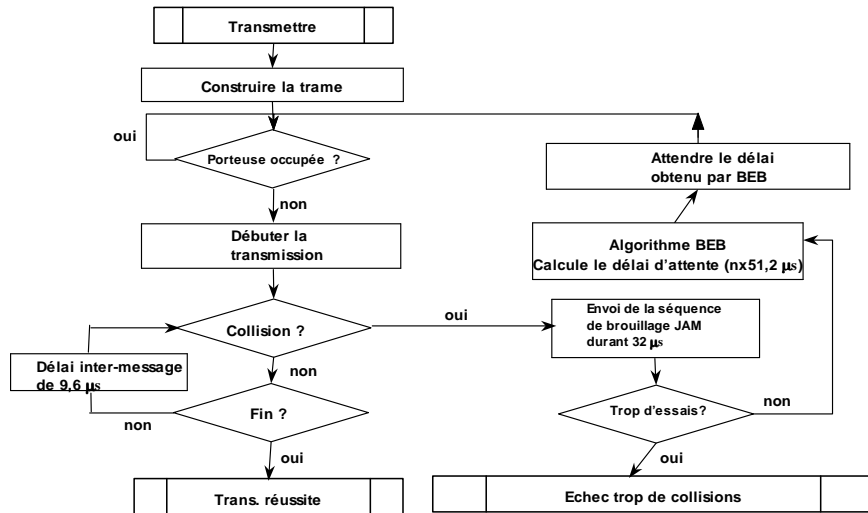
## ADRESSE UNIVERSELLE MAC 802 (2) - Résolution d'adresses (ARP) -

- 00:00:0C:XX:XX:XX : Cisco
- 08:00:20:XX:XX:XX : Sun
- 08:00:09:XX:XX:XX : HP
- 08:00:14:XX:XX:XX : Excelan

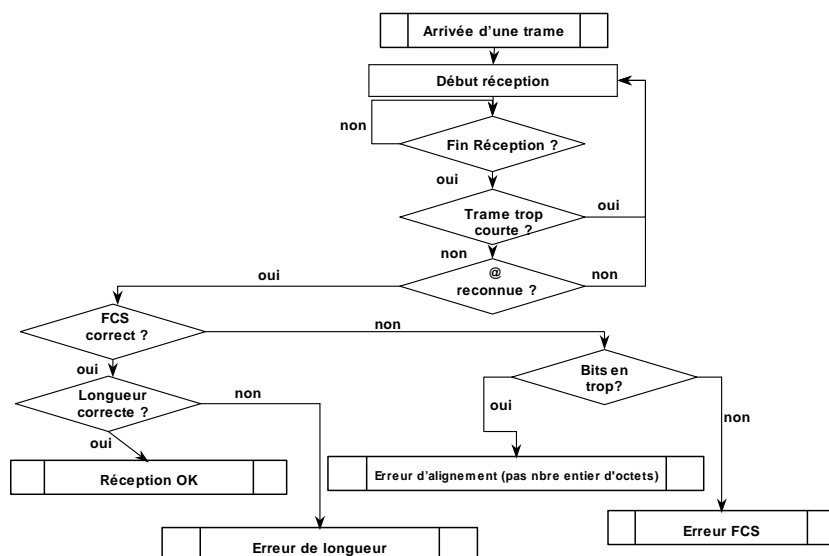


- ♦ Le protocole ARP (Address Resolution Protocol) permet aux stations d'un RLI de trouver automatiquement l'adresse MAC d'une station distante en ne connaissant que son adresse IP.

## MAC 802.3 PRINCIPE D'EMISSION (2)

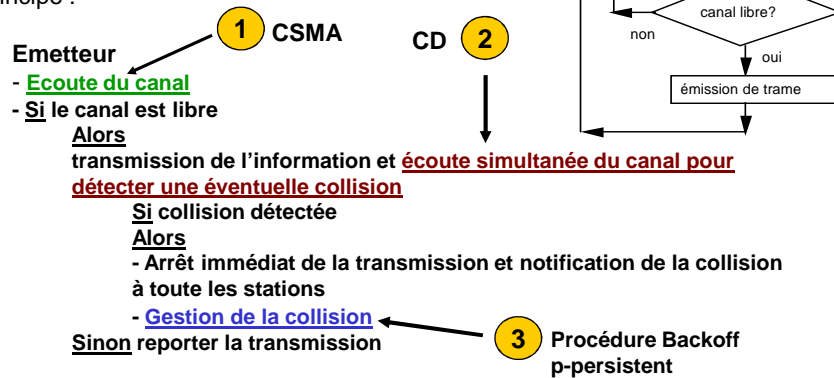


## ETHERNET 802.3 PRINCIPE DE RECEPTION (2)



## CSMA/CD (CSMA with Collision Detection)

- Amélioration de la méthode CSMA p-persistent :
- Principe :



## ETHERNET 802.3 ALGORITHME BACKOFF (BEB)

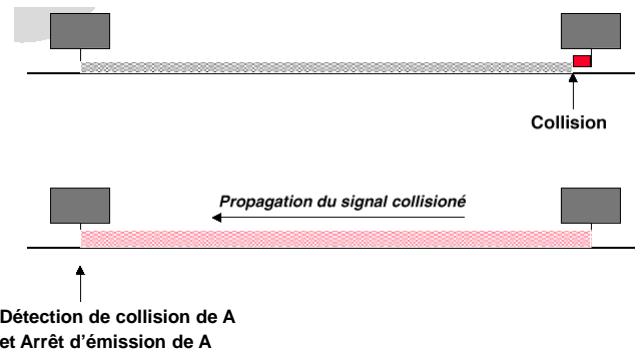
- ♦ La procédure BACKOFF utilise 3 fonctions :
    - **random()** : tire un nombre réel aléatoire entre 0 et 1.
    - **int()** : rend la partie entière d'un réel
    - **délai()** : calcul le délai d'attente multiple d'un slot\_time (51.2 microsec) et est compris entre  $[0, 2^k]$ .
- Avec  $k = \min(n, 10)$ ,  $n$  = nbre de ré-émission déjà faites

```

Procédure BACKOFF (no_tentative : entier, VAR maxbackoff : entier)
Const slot_time=51.2 (microsecondes); limite_tentative=16;
Var delai : entier;

BEGIN
  Si (no_tentative =1)
  Alors maxbackoff =2 (borne de temps d'attente maximale)
  Sinon
    Si (tentative < limite_tentative)
    Alors maxbackoff = maxbackoff*2;
    Sinon maxbackoff = 210 (au dela de 10 essais la borne devient constante)
    fsi
  fsi
  delai := int(random() *maxbackoff)
  attendre (delai*slot_time)
END
  
```

## ETHERNET 802.3 SPECIFICATION DES GRANDEURS PHYSIQUES (2)

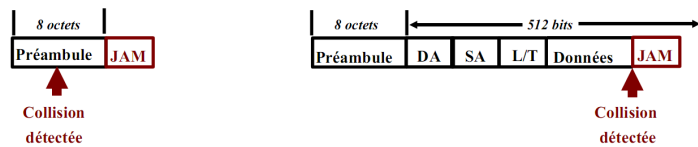


Temps max écoulé = Aller + Retour (RTT Round Trip Time) =  $2 \times \text{Distance} / V$   
Temps d'émission =  $T_e = \text{Longueur de la trame} / \text{Débit du canal}$

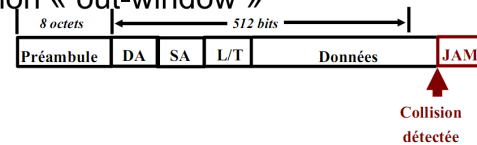
Pour que CSMA/CD fonctionne correctement  $\Rightarrow T_e \geq RTT$

## ETHERNET 802.3 COLLISIONS ET BROUILLAGE

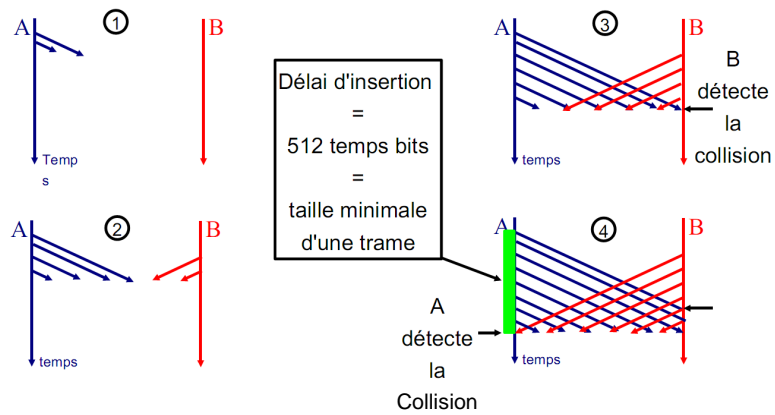
- Collisions « in-window »



- Collision « out-window »



## ETHERNET 802.3 DELAI D'INSERTION et DETECTION COLLISIONS



Délai d'insertion = slot-time (dépend de la capacité du RLI)  
51,2 micro-sec (10 Mbp/s)  
5,12 micro-sec (100 Mbp/s)

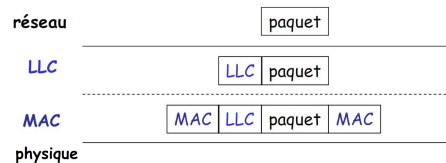
## ETHERNET 802.3 SPECIFICATION DES GRANDEURS PHYSIQUES (3)

Paramètres_	Valeurs_
Tranche canal	→ 512 temps bits (64 octets)
Slot-time (10 Mbps)	→ 51.2 $\mu$ s
Silence inter messages	→ 9.6 ms
Nombre d'essais total	→ 16 (15 retransmissions)
Limite tirage BEB	→ 10
Taille mini. du brouillage	→ 32 bits
Taille maxi. des trames	→ 1526 octets
Taille mini. des trames	→ 64 octets (46 octets pour Data)
Taille des adresses	→ 6 octets



## LOGICAL LINK CONTROL (LLC) 802.2

- ♦ Le but du protocole LLC est de fournir une garantie de livraison des messages appelés LSDU (Link Services Data Unit), la détection et la reprise sur erreur. L'envoi d'un datagramme (ou paquet ne garantit pas à son émetteur que le ou les destinataires ont reçu ce message.
- ♦ Sous-couche commune des sous-couches MAC (**Dérivée de HDLC**)
- ♦ Propose 3 niveaux de service (qualité):
  - **LLC1** - service sans connexion et sans acquittement
  - **LLC2** - service avec connexion et ack
  - **LLC3** - service sans connexion et avec acquittement au choix



## TYPES TRAMES LLC 802.2

	0	1	2	5	8	9	16
<b>I</b>	0	N(S)				P/F	N(R)
<b>S</b>	1	0	SS	xxxx	P/F		N(R)
<b>U</b>	1	1	mm	P/F	mmm		

- **SS**=00: RR (Receive Ready=Prêt à recevoir),
- **SS**=10: RNR (Receive Not Ready=Non prêt à recevoir),
- **SS**=01: REJ (Reject=Rejet).

### MM-MMM :

SABME: Demande d'ouverture de Connexion mode asynchrone équilibré étendu,  
 UA: [Réponse] Acquittement non numéroté  
 DM : [Réponse] La liaison est déconnectée (Ack négatif suite à un SABME).  
 DISC : Fermeture d'une connexion : Disjonction  
 FRMR : Rejet du LPDU en raison d'une erreur (la cause et le diagnostic sont mentionnés),  
 XID : Echange d'identité entre deux entités LLC,  
 TEST: Utilisé pour tester une liaison,  
 UI : Information non numérotée (trames porteuses de données)



## DIFFERENCES ENTRE LLC2 et HDLC

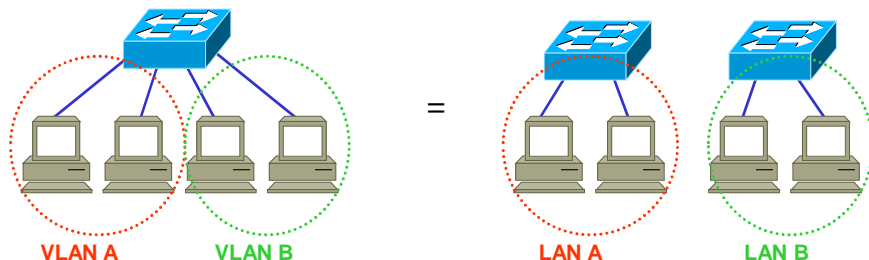
1. La taille maximale de la fenêtre d'anticipation est de **7** dans HDLC et **127** dans LLC.
2. La commande **SREJ** n'existe pas dans LLC (utile pour un canal bruité avec RTT long)
3. HDLC offre plusieurs modes de connexion, alors que dans un réseau local, seul le mode **ABME** (mode asynchrone équilibré étendu) a un sens.
4. Les LPDU **XID** et **TEST** ont été introduits dans LLC pour le besoin du trafic sans connexion. En effet, XID sert à échanger le type de LLC ainsi que la taille de la fenêtre d'anticipation; TEST sert à tester si une liaison logique est active ou pas.  
On répond à un XID ou TEST par un LPDU de la même nature.



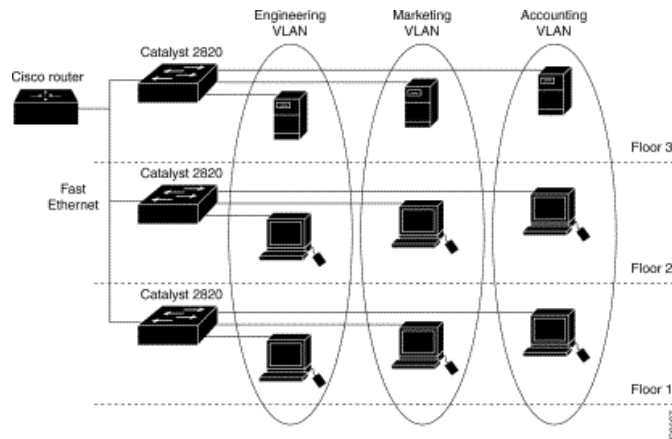
## VLAN: Définition

Définition : Virtual Local Area Network

Utilité : Plusieurs réseaux virtuels sur un même réseau physique



## VLAN: Architecture



## Typologie des VLAN

Plusieurs types de VLAN sont définis, selon le critère de commutation et le niveau auquel il s'effectue :

1. **Un VLAN de niveau 1** (aussi appelés VLAN par port, en anglais *Port-Based VLAN*) définit un réseau virtuel en fonction des ports de raccordement sur le commutateur ;
2. **Un VLAN de niveau 2** (également appelé VLAN MAC ou en anglais *MAC Address-Based VLAN*) consiste à définir un réseau virtuel en fonction des adresses MAC des stations. Ce type de VLAN est beaucoup plus souple que le VLAN par port car le réseau est indépendant de la localisation de la station; le défaut est que chaque station doit être manuellement associée à un VLAN.

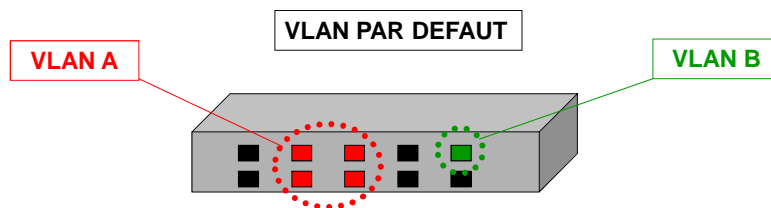




## VLAN: de niveau 1

### VLAN de niveau 1 ⇔ VLAN par port

- 1 port du switch dans 1 VLAN
- configurable au niveau de l'équipement
- 90% des VLAN sont des VLAN par port



## VLAN et QOS

### - IEEE 802.1p et 802.1q -

Tame Ethernet non 802.1p

Destination	Source	Type / Longueur
-------------	--------	-----------------

Tame Ethernet etendue 802.1p

Destination	Source	Tag Control Info		Type / Longueur
		Type de trame	Priorite	802.1q VLQN identifiant
		2 bytes	3 bits	12 bits

Sous champ de controle	Description
Type de frame marquée	Toujours a 8100h (type trame Ethernet)
Champ priorité (802.1p)	Valeur representant le niveau de priorite
« Canonical »	Toujours a 0
802.1q VLQN identifiant	Numero d'identification du VLAN