

Les Réseaux Locaux Informatiques

Ethernet

PLAN GENERAL

- ◆ Bibliographie
- ◆ Les principes des réseaux locaux informatiques (RLI)
 - ◆ Les supports
 - ◆ Les topologies
 - ◆ Les techniques d'accès
- ◆ Les RLI de 1ere génération
 - ◆ Ethernet 1-10 Mbps
 - ◆ Token Ring
- ◆ Les RLI de 2eme génération
 - ◆ Fast Ethernet et Ethernet Commuté



DEFINITION ET USAGE 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 **réseaux locaux répondent donc à trois besoins majeurs** :
 1. Les besoins liés à l'informatique (pour les réseaux bureautiques)
 2. Les besoins liés à l'automatique (Pour les RLI industriels)
 3. Les besoins entre les hommes (communication et productivité)



PARTICULARITES DES RLI

- ◆ Les **trois** particularités les plus marquantes des RLI sont :
 - 1. Gestion autonome**
 - choix du matériel, installation, administration
 - plusieurs solutions sur le marché

 - 2. Réseau à diffusion et Support physique partagé**
 - mode de transmission qui consiste à **diffuser** toutes les informations vers l'ensemble des stations du réseau,
 - ce mode est imposé par l'utilisation d'un **médium unique** partagé entre toutes les stations

 - 3. Transmission en bande de base.**
 - codage Manchester ou Manchester diff.



PARTICULARITES DES RLI (2)

- ◆ 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 (cryptographie)



CARACTERISTIQUES DES RLI

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

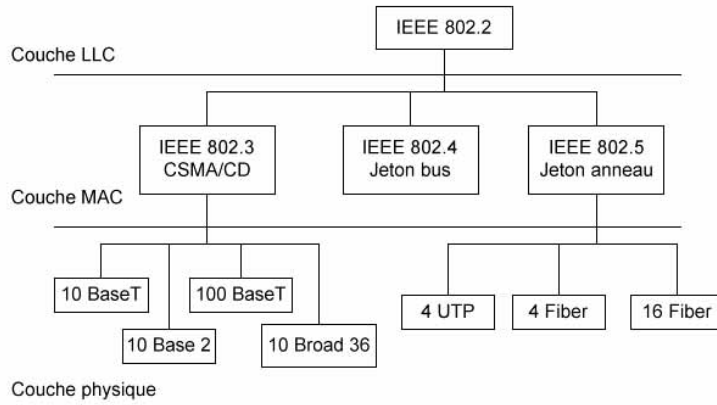
1. Le type de topologie
2. Le type de support physique
3. La technique d'accès au support

1 + 2 + 3 = un réseau local informatique particulier

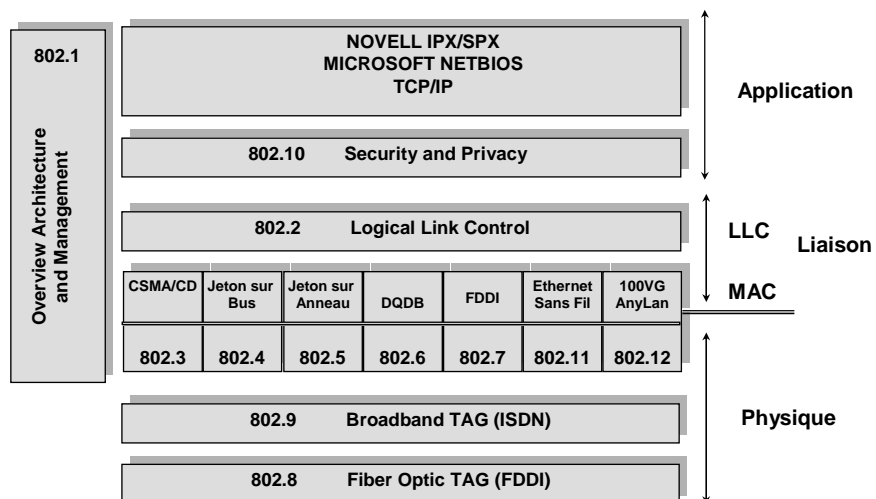
Exemple de RLI : **Ethernet 10baseT**



LES PRINCIPAUX RLI Architecture IEEE



ARCHITECTURE IEEE (802)





ADRESSE UNIVERSELLE MAC 802 (2)

- 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

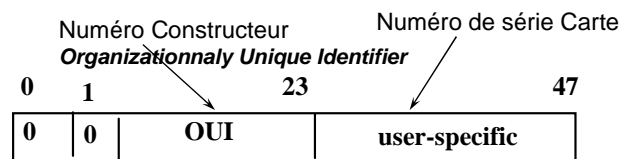


Figure Format des adresses universelles de l'IEEE



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

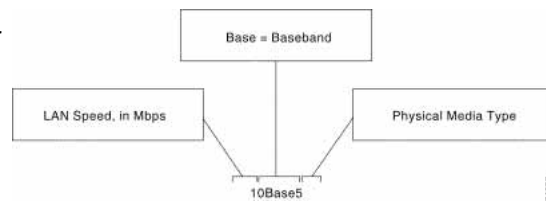


ETHERNET

◆ Plusieurs **variantes** de Ethernet existent

◆ Elles **utilisent** toutes :

- 802.3 CSMA/CD,
- half-duplex
- bande de base
- Codage Manchester



◆ Elles **diffèrent** par :

- le type de support (UTP, STP, Coax, Fibre optique)
- le type de topologie (bus, étoile, arbre)
- le débit (1, 5, 10 Mbps)



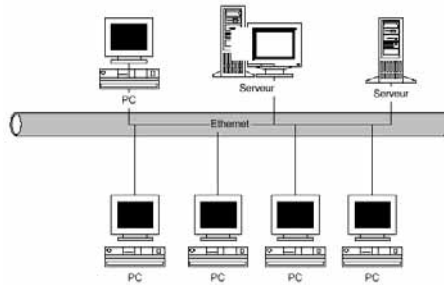
ETHERNET 802.3 1-10 Mbps

- ◆ 10 base 2 (coax fin)
- ◆ 10 base 5 (coax épais) (Ethernet v1.0)
- ◆ 10 base T (cuivre)
- ◆ 10 base F (fibre optique)
- ◆ 1 base 5 (cuivre)
- ◆ 10 Broad 36 (CATV)

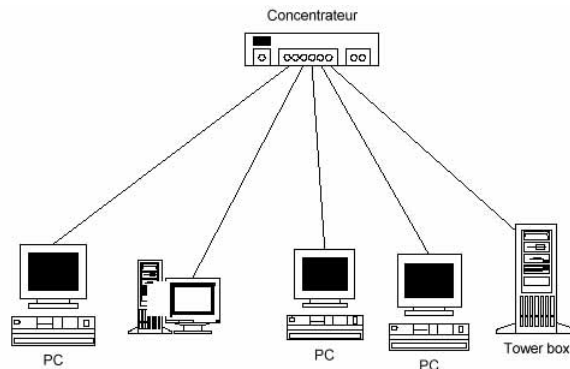
ETHERNET 802.3a 10 base 2 (Thinnet ou Cheapernet) (2)

◆ Les éléments d'un câblage Ethernet fin (thinnet) sont les suivants :

- des **prolongateurs** BNC
- des **connecteurs** BNC en T
- des **bouchons** de terminaison BNC



ETHERNET 802.3 10 base T (1990)





DIFFERENCES ETHERNET et IEEE 802.3

♦ Remarques :

- **802.3** : concerne uniquement la couche **physique** et la couche **MAC**
- **Ethernet** : couche physique + MAC + LLC + topologie + support + technique de transmission = spécification complète d'un **LAN**

Ethernet	IEEE 802.3
Application	Application
Presentation	Presentation
Session	Session
Transport	Transport
Network	Network
Data Link	Data Link
Physical	Physical



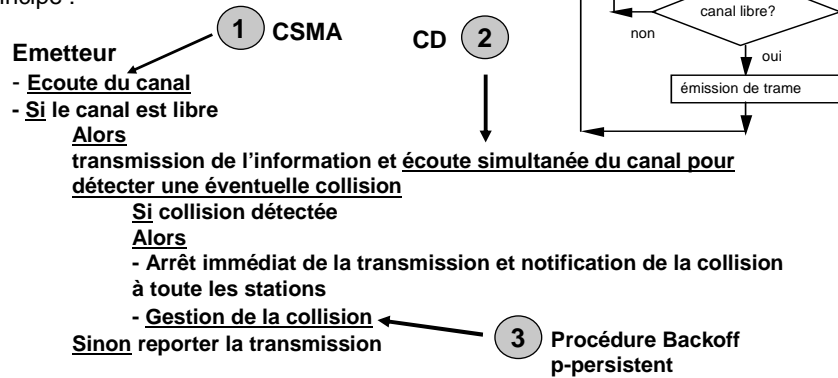
LA COUCHE MAC ALLOCATION DYNAMIQUE

♦ Cette famille de protocoles d'accès se caractérise par l'allocation dynamique de la bande passante, c'est-à-dire que l'allocation de **toute** ou **une partie de la bande passante à une station** n'est effectuée qu'à **la demande** de celle-ci.

- Une meilleure utilisation de la bande passante.
 - Technique réellement utilisé dans les RLI.
- ♦ Suivant la façon dont les sollicitations d'accès sont gérées, on distingue essentiellement deux approches :
- **Aléatoire** : le délai d'accès n'est pas borné :
 - **Déterministe** : il est possible de borner le délai d'accès

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 :

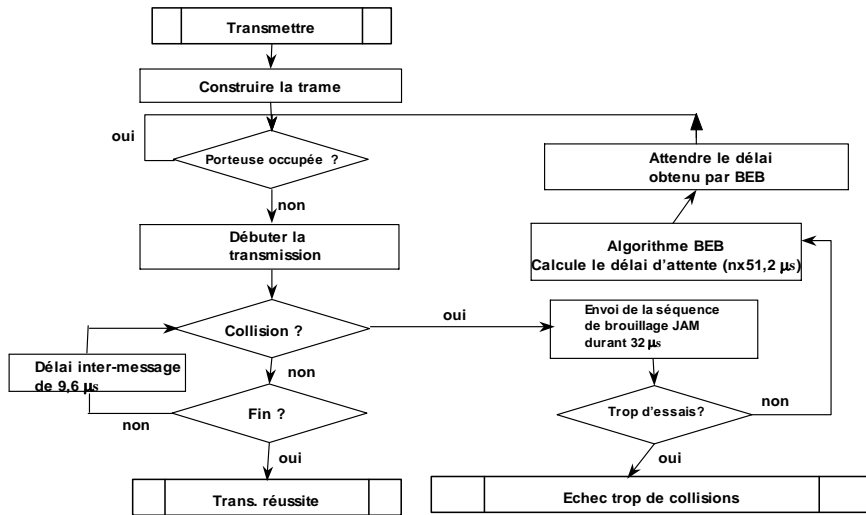
- random() : tire un nombre réel aléatoire entre 0 et 1.
 - int() : rend la partie entière d'un réel
 - délai() : calcul le délai d'attente multiple d'un slot_time (51.2 microsec) et est compris entre $[0, 2^k]$.
- Avec $k = \min(n, 10)$, $n = \text{nbre de ré-émission déjà faites}$

```

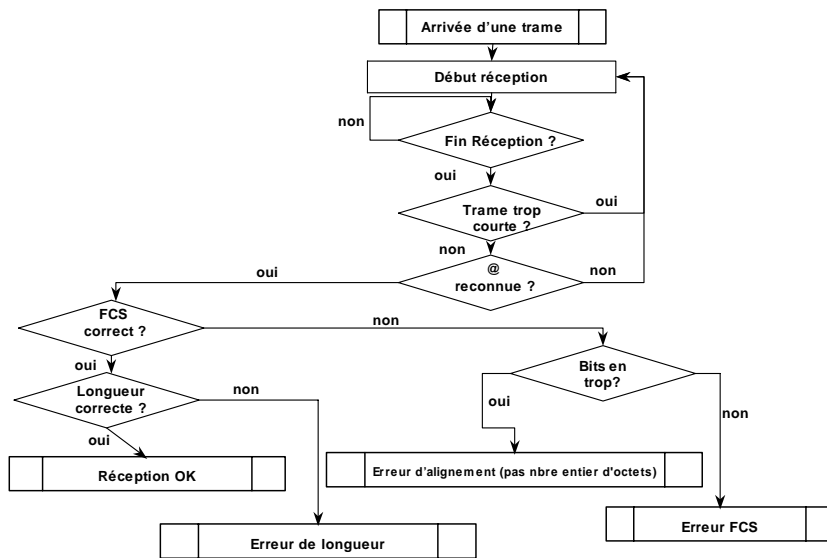
Procédure BACKOFF (no_tentative : entier, VAR maxbackoff : entier)
Const slot-time=51.2 (microsecondes); limite_tentative=16;
Var delai : entier;

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
  délai := int(random() *maxbackoff)
  attendre (delai*slot_time)
END
  
```

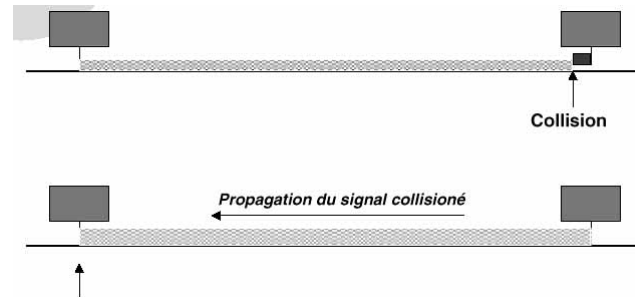
MAC 802.3 PRINCIPE D'EMISSION (2)



ETHERNET 802.3 PRINCIPE DE RECEPTION (2)



ETHERNET 802.3 SPECIFICATION DES GRANDEURS PHYSIQUES (2)



Détection de collision de A
et Arrêt d'émission de A

Temps max écoulé = Aller + Retour (RTT Round Trip Time) = Distance / V
Temps d'émission = T_e = Longueur de la trame / Débit du canal

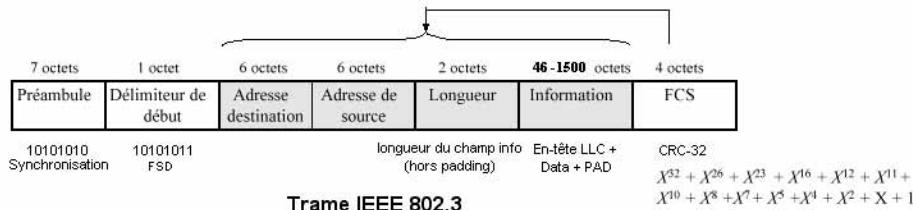
Pour que CSMA/CD fonctionne correctement = $\rightarrow T_e \leq RTT$

ETHERNET 802.3 SPECIFICATION DES GRANDEURS PHYSIQUES (3)

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



DIFFERENCES FORMAT TRAME ETHERNET ET TRAME 802.3



Trame Ethernet Originale

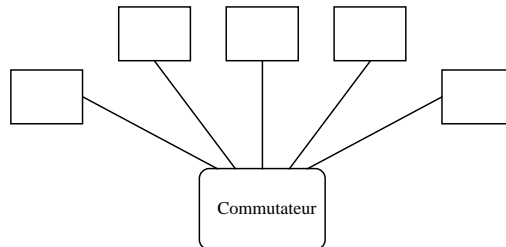
- 0800 IP
- 0806 ARP
- 6000 à 6009 DEC (6004 LAT)
- 8019 DOMAIN (Apollo)
- 8038 DEC LANBridge management



ETHERNET 802.3 CONCLUSIONS

- ◆ Ethernet 10baseT fonctionne très bien et représente 90 % du marché mais ils subsistent cependant des problèmes :
 1. Vitesse variable et réduite (< 10 Mbps)
 2. Sécurité et confidentialité des échanges
 3. Priorité et Qualité de service
 4. Mobilité des terminaux
- ◆ Des solutions ont été élaborées :
 1. IEEE Ethernet Commuté, IEEE 802.3.x Full duplex (10 Mbps)
 - IEEE 802.3u Fast Ethernet (100 base T),
 - IEEE 802.3z Gigabit Ethernet (1000 base T)
 2. IEEE 802.1q VLAN sur 12 bits
 3. IEEE 802.1p Priorité sur 3 bits
 4. IEEE 802.11 Ethernet sans fil,

ETHERNET COMMUTE PRINCIPES



- ◆ Réduire les collisions pour accroître les débits
- ◆ Utilisation d'une topologie en étoile (migration facile)
- ◆ Remplacer le nœud central passif (HUB) par un commutateur.
- ◆ chaque station possède 10 Mbps entre elle et le Commutateur
- ◆ Mettre à peu de frais des réseaux virtuels (utilisation de table dans les commutateurs)

FAST ETHERNET 100 Mbps 100 Base TX, 10 Base T4 et 100 Base FX

Valeur	Description	Signification réelle
100	Vitesse de transmission	100Mb/s
Base	Type de signal	Bande de base codage 4B/5B
T4	Type de câble	Câble de type téléphonique à paire torsadée, utilisant quatre paires de fils.
TX	Type de câble	Câble de type transmission, à paire torsadée, utilisant deux paires de fils
FX	Type de câble	Liaison en fibre optique utilisant deux fibres.

Classe câblage UTP		
1 et 2	Faible vitesse	RS232 – 9600 Bauds
3	10Mb/s sur 100m	Ethernet 10 BASE T
4	16Mb/s sur 100m	Token ring 16 Mb/s
5	Jusqu'à 100 Mhz	Ethernet 100 BASE T

Caractéristiques	100BaseTX	100BaseFX	100BaseT4
Câble	Catégorie 5 UTP, ou Type 1 et 2 STP	62.5/125 micron multi-mode fibre optique	Catégories 3 ou 4 UTP
Nombre de paires	2 paires	2 fibres	4 paires
Connecteur	ISO 8877 (RJ-45) connecteur	Duplex SCmedia-interface connecteur (MIC) (FDDI)	ISO 8877 (RJ-45)
Longueur Max d'un segment	100 mètres	400 mètres	100 mètres
Diamètre Maximum d'un réseau	200 mètres	400 mètres	200 mètres



GIGABIT ETHERNET 1000 Mbps (802.3z)

- ◆ **Novembre 1995** : début de l'élaboration de cette nouvelle technologie.
- ◆ **Juin 1998** : ratification du standard 802.3z pour 1000BASE-SX, 1000BASE-LX, et 1000BASE-CX
- ◆ **Décembre 1998** : pour le standard 802.ab avec support cuivre 1000BASE-TX.

- ◆ **Le type d'applications initialement visé pour le Gigabit Ethernet est l'utilisation au sein des campus et des bâtiments nécessitant de plus grandes bandes passantes entre les routeurs, switches, hubs, répéteurs et les serveurs. Voici les cinq scénarii de mise à jour les plus probables :**
 - ◆ **Amélioration des liens switch-to-switch** : Permet d'obtenir des connexions à 1000 Mbps entre les switches à 100/1000 Mbps.
 - ◆ **Amélioration des liens switch-to-serveur** : Permet un accès plus rapide aux applications et fichiers du serveur.
 - ◆ **Amélioration d'un backbone Fast Ethernet switched** : Remplacement de switches Fast Ethernet ou FDDI par un switch ou un répéteur Gigabit.



GIGABIT ETHERNET 1000 Mbps (802.3z)

Couche MAC et LLC

- ◆ **Couche LLC** : pas de modification
- ◆ **Couche MAC** : on conserve 802.3 CSMA/CD mais en HALF ou FULL DUPLEX (802.3x)
 - ◆ **Option 1** : on augmente la taille de la trame Ethernet (ajoute des bits de bourrage)
 - ◆ **Option 2** : on réduit la taille du réseau



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



LA COUCHE LOGICAL LINK CONTROL (LLC) 802.2

- Offre l'interface d'accès à la couche Liaison
 - **Primitives sans connexion**
 - L_DATA.request
 - L_DATA.indication
 - **Primitives avec connexion**
 - L_CONNECT (request, indication, response, confirm)
 - L_DATA_CONNECT (request, indication, response, confirm)
 - L_DISCONNECT (request, indication)
 - L_RESET (request, indication, response et confirm)
 - L_CONNECT_FLOW_CONTROL (request, indication)



LOGICAL LINK CONTROL (LLC 2)

service avec connexion et avec acquittement

A l'opposé de LLC 1, qui offre un service très simple de datagramme, le service du type 2, appelé LLC 2, permet de créer et de gérer des échanges sur connexion. Il offre une liaison fiabilisée avec contrôle de flux et reprise sur erreurs, au prix de sa complexité.

Les fonctionnalités du LLC 2 sont très semblable à celles du HDLC (High Level Data Link).

1. Tous les LPDU non numérotés (**U**), à l'exception de l'**UI**, **XID** et **TEST**, sont utilisés pour la gestion de liaison
2. Les LPDU d'information (**I**) numérotés sont utilisés pour créer un flux de données.
3. - Les LPDU de supervision (**S**) sont utilisés pour contrôler le flux d'une part (RR, RNR); et effectuer des retransmissions en cas d'erreur (REJ) d'autre part.



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.



LOGICAL LINK CONTROL (LLC 3)

service sans connexion et avec acquittement

Le service du type 3, appelé LLC 3 a pour but d'offrir des liaisons en mode *datagramme* sans connexion qui sont *simple* à gérer mais néanmoins *rapide et fiables*, comme l'exigent de nombreuses applications temps-réel.

Chaque LPDU est acquitté individuellement. Si l'acquittement n'est pas arrivé au bout du temps imparti, la couche LLC ne prend pas l'initiative de retransmettre le LPDU, mais se contente de confirmer ce résultat négatif à la couche supérieure.

Les LPDU utilisés sont ceux du type 1 (**UI**, **XID**, **TEST**) plus **UA** et **FRMJ**.