

# Chapitre 4

## Couche Liaison : Protocoles

# HDLC

## Plan

- HDLC
- PPP
- MAC ET LLC

## X25

- X25 est une norme
  - mise au point dans les années 70,
  - utilisée, entre autres, par le réseau public Transpac.
- X25 propose trois couches dont
  - la première X25-1 (ou X21) définit une interface avec un débit synchrone de 64kb/s et correspond à la couche physique du modèle OSI,
  - la seconde X25-2 correspond à la couche liaison du modèle OSI.

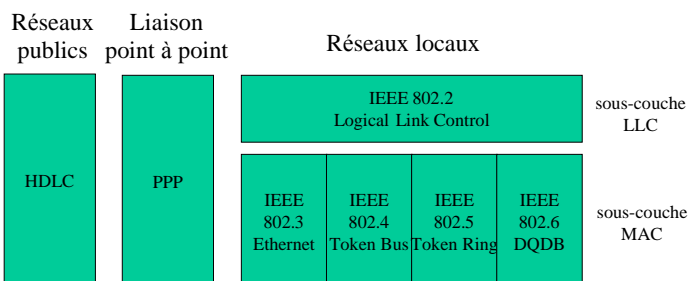
## Quelques protocoles

- Réseaux publics de télécommunications
  - HDLC
- Liaison point à point (connexion à Internet)
  - PPP
- Réseaux locaux
  - MAC et LLC

## X25-2

- Le protocole de base est HDLC (High level Data Link Control).
- Deux modes de liaison sont définis :
  - le mode non équilibré ou mode LAP (Link Access Procedure),
  - le mode équilibré ou mode LAPB (Balanced Link Access Procedure).

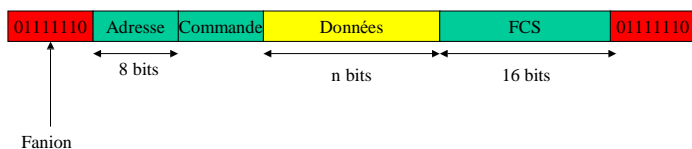
## Quelques protocoles de couche 2



## Modes de liaison

- Mode non équilibré (LAP)
  - liaison point à point ou multipoint,
  - Une station primaire (maître) envoie des trames de commande et une station secondaire (esclave) envoie des trames de réponse.
- Mode équilibré (LAPB)
  - liaison point à point,
  - chaque station possède une fonction primaire et secondaire.

## Format des trames HDLC



05/12/03

Couche liaison

Page 9

## Trame I

- N(S) correspond au numéro, modulo 8, de la trame émise (Sent Frame).
- N(R) représente un acquittement « collectif » en indiquant le numéro de la prochaine trame attendue (Requested Frame).
- P/F signifie (entre autres) :
  - P (Poll) si station primaire. P/F à 1 indique qu'un acquittement immédiat est demandé.
  - F (Final) si station secondaire. P/F à 1 indique une fin de transmission.

05/12/03

Couche liaison

Page 13

## Champs de la trame

- Fanions : délimiteurs de trame
- Adresse : champ sous-utilisé dans Transpac (liaison point à point)
- Commande : voir plus loin
- Données : une suite de bits généralement groupée en octets (128 à 512 pour Transpac)
- FCS (Frame Check Sequence) : séquence de détection d'erreurs égale au reste de la division du polynôme associé aux différents champs de la trame par  $X^{16} + x^{12} + x^5 + 1$  (dans l'avis V41).

05/12/03

Couche liaison

Page 10

## Trame S

- Le champ S possède 4 valeurs :
  - 00 signifie RR (Receiver Ready) : prêt à recevoir de nouvelles trames.
  - 01 signifie RNR (Receiver Not Ready) : pas prêt à recevoir de nouvelles trames.
  - 10 signifie REJ (Reject) : demande la retransmission des trames de numéro supérieur à N(R).
  - 11 signifie SREJ (Selective Reject) : demande la retransmission de la trame de numéro N(R).

05/12/03

Couche liaison

Page 14

## Types de trames

- Trois types de trames sont utilisées :
  - trames I (Information) : données à transmettre,
  - trames S (Supervisory) : gestion des erreurs et du flux,
  - trames U (Unnumbered) : établissement et libération de la liaison.

05/12/03

Couche liaison

Page 11

## Trame U

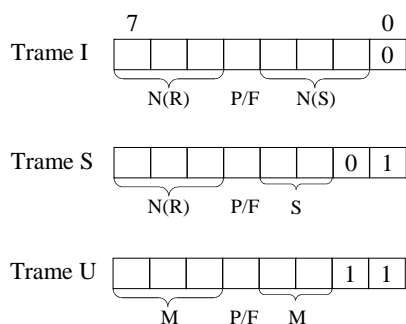
- Le champ M possède 32 valeurs dont :
  - 00111 signifie SABM (Set Asynchronous Balanced Mode) : établit une liaison en mode équilibré LAPB.
  - 01000 signifie DISC (Disconnected) : demande de déconnexion.
  - 01100 signifie UA (Unnumbered Acknowledgement) : acquitte une trame non numérotée.

05/12/03

Couche liaison

Page 15

## Champ Commande

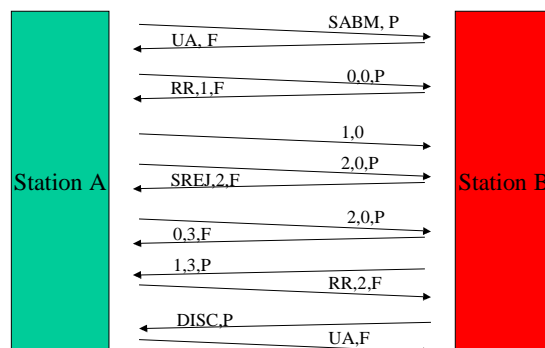


05/12/03

Couche liaison

Page 12

## Exemple d'échange



05/12/03

Couche liaison

Page 16

## PPP

05/12/03

Couche liaison

Page 17

## Déconnexion

- Le scénario d'une déconnexion à Internet par l'utilisateur est le suivant :
  - envoi de paquets NCP encapsulés dans des trames PPP pour libérer l'adresse IP.
  - envoi de paquets LCP encapsulés dans des trames PPP pour libérer la connexion,
  - libération de la liaison physique lorsque le modem raccroche.

05/12/03

Couche liaison

Page 21

## SLIP et PPP

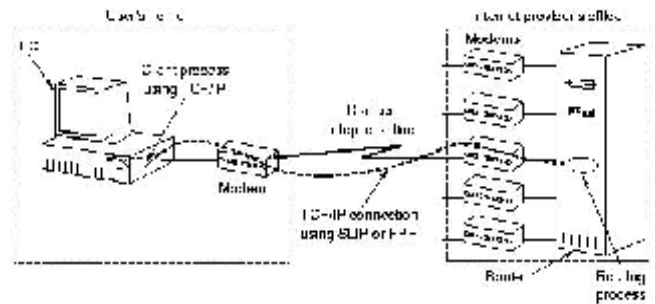
- Deux protocoles sont disponibles pour gérer une connexion à Internet :
  - SLIP (Serial Line IP) défini dans le RFC 1055,
  - PPP (Point to Point Protocol) défini dans les RFCs 1661, 1662 et 1663.
- SLIP est plus ancien que PPP et comporte un certain nombre d'insuffisances.
- Ces protocoles sont définis pour des liaisons point à point.

05/12/03

Couche liaison

Page 18

## Connexion à Internet



05/12/03

Couche liaison

Page 22

## PPP

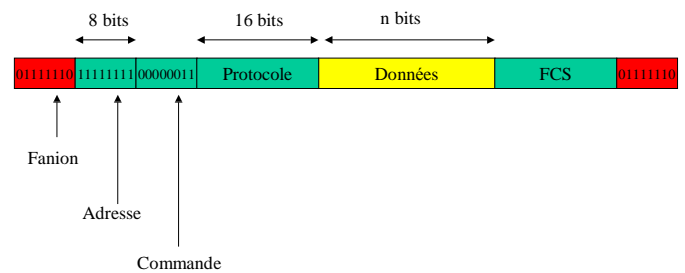
- PPP est un protocole défini par trois composants :
  - un format de trame (proche de celui de HDLC),
  - un protocole LCP (Link Control Protocol) pour établir, configurer et tester une connexion,
  - un protocole NCP (Network Control Protocol) permettant la négociation de paramètres pour chacun des protocoles réseaux supportés.

05/12/03

Couche liaison

Page 19

## Format des trames PPP



05/12/03

Couche liaison

Page 23

## Connexion

- Le scénario classique d'une connexion chez un fournisseur d'accès à Internet est le suivant :
  - appel au téléphone via un modem chez le fournisseur,
  - établissement de la liaison physique lorsque le routeur décroche,
  - envoi de paquets LCP encapsulés dans des trames PPP pour fixer les paramètres de la connexion,
  - envoi de paquets NCP encapsulés dans des trames PPP pour obtenir une adresse IP.
- Remarque : encapsulés signifie « placés dans le champ Données ».

05/12/03

Couche liaison

Page 20

## Champs de la trame

- Fanions : délimiteurs de trames
- Adresse et Commande : valeurs fixées (et non utilisées).
- Protocole : indique quel type de paquet est transporté dans les données.
- Données : taille maximale par défaut égale à 1500 octets.
- FCS : champ pour la détection d'erreurs.

05/12/03

Couche liaison

Page 24

## Champ Protocole

Code	Protocole
0021	IP
0029	AppleTalk
002B	IPX
8021	NCP (pour IP)
C021	LCP

05/12/03

Couche liaison

Page 25

## Sous-couche MAC

- Cette sous-couche a pour rôle de :
  - gérer l'accès au support physique car il s'agit d'une liaison multipoint,
  - structurer les bits d'information en trames (dites MAC),
  - gérer les adresses physiques (dites MAC) des cartes réseaux.
- Elle est indépendante du média : câble cuivre, fibre optique, onde hertzienne ...

05/12/03

Couche liaison

Page 29

## HDLC et PPP

- PPP utilise un format de trame très proche de celui de HDLC.
- Cependant, HDLC est un protocole orienté bit tandis que PPP est un protocole orienté caractère.
- Par exemple, PPP utilise des caractères de transparence.

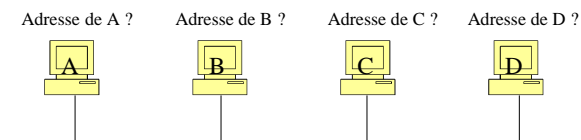
05/12/03

Couche liaison

Page 26

## Adressage physique

- Dans le cas d'une liaison multipoint, il est nécessaire de disposer d'une adresse physique pour chaque machine.



05/12/03

Couche liaison

Page 30

## MAC et LLC

05/12/03

Couche liaison

Page 27

## Adresse MAC

- Les réseaux Ethernet, Token Ring et FDDI utilisent le même type d'adressage : l'adressage MAC.
- Cette adresse (sur 48 bits) permet d'identifier de manière unique un nœud dans le monde.

05/12/03

Couche liaison

Page 31

## Couche 2 des réseaux locaux

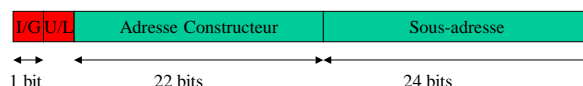
- Pour les réseaux locaux, la norme IEEE divise la couche liaison en 2 sous-couches :
  - La sous-couche MAC (Medium Access Control) qui définit la méthode d'accès au support de transmission,
  - La sous-couche LLC (Logical Link Control) qui rend transparentes à la couche Réseau les différences de la sous-couche MAC.

05/12/03

Couche liaison

Page 28

## Format d'une adresse MAC



- I/G (Individual/Group)
  - si le bit est à 0 alors l'adresse spécifie une machine unique (et non un groupe).
- U/L (Universal/Local)
  - si le bit est à 0 alors l'adresse est universelle et respecte le format de l'IEEE.

05/12/03

Couche liaison

Page 32

## Adresse Constructeur

- Une adresse universelle est attribuée par l'IEEE à chaque constructeur.

Constructeur	Adresse (3 octets)
Cisco	00000C
3Com	0000D8, 0020AF, 02608C, 080002
Intel	00AA00
IBM	08005A

05/12/03

Couche liaison

Page 33

## Deux types de trame Ethernet

- Le format présenté ci-dessus est celui de la norme 802.3. Le champ Données comprend alors une trame LLC.
- Le second format, Ethernet 2.0, utilise un champ Type à la place du champ Longueur. Le champ Données comprend alors un paquet en provenance directe de la couche réseau.

05/12/03

Couche liaison

Page 37

## Types d'adressage

- Adresse pour la diffusion générale (broadcasting) : tous les bits à 1
- Adresse pour la diffusion restreinte (multicasting) : bit I/G à 1
- Adresse correspondant à un unique destinataire (unicasting) : bit I/G à 0

05/12/03

Couche liaison

Page 34

## Sous-couche LLC

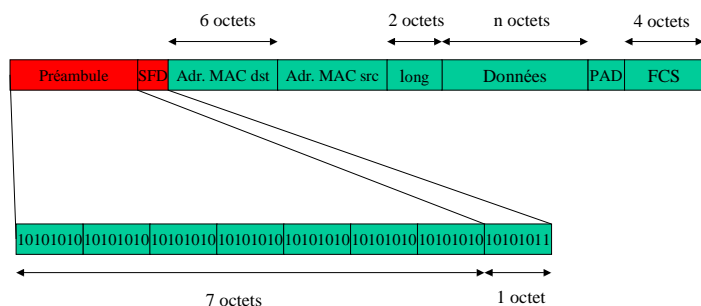
- Cette sous-couche a pour rôle de :
  - cacher à la couche réseau les différences de topologie physique,
  - assurer le transport de trames entre 2 stations.
- Elle est indépendante de la méthode d'accès (par jeton ou par contention).

05/12/03

Couche liaison

Page 38

## Format des trames Ethernet



05/12/03

Couche liaison

Page 35

## Types de service

- La sous-couche LLC offre trois types de service :
  - Le service de type 1 (LLC1) est un service sans connexion (de type datagrammes).
  - Le service de type 2 (LLC2) est un service en mode connecté.
  - Le service de type 3 (LLC3) est un service sans connexion mais avec acquittements.

05/12/03

Couche liaison

Page 39

## Champs de la trame

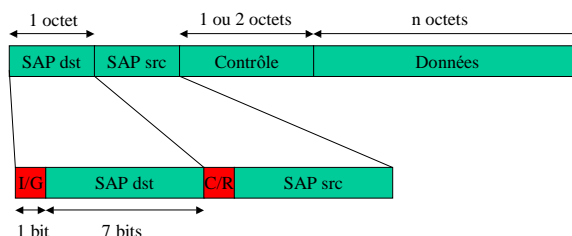
- Préambule : sert à synchroniser le récepteur.
- SFD (Start Frame delimitier) : délimiteur.
- Longueur : nombre d'octets du champ Données.
- Données : informations provenant de la sous-couche LLC. La longueur de ce champ est comprise entre 0 et 1500 octets.
- Bourrage (PAD) : octets de bourrage sans signification, insérés si la longueur du champ Données est insuffisante (inférieure à 46 octets).
- FCS : champ pour la détection d'erreurs.

05/12/03

Couche liaison

Page 36

## Format des trames LLC



05/12/03

Couche liaison

Page 40

## Champs de la trame

- I/G (Individual/Group)
- C/R (Command/ Réponse)
- SAP (Service Access Point) : sert à identifier le protocole de niveau supérieur (06 pour IP et 7E pour X25-3).
- Contrôle : même principe (pour LLC2) que le champ Commande de HDLC.