

Modèle OSI
Couche 2 : Protocoles de communication
Famille HDLC (orientés bits)

Suite Partie II
(novembre 1999, maj : 01/2001, 01/2004)

Christian Attiogbé

Christian.Attiogbe@irin.univ-nantes.fr

www.sciences.univ-nantes.fr/info/perso/permanents/attiogbe/



Les services de la couche liaison de données

- **Etablissement et libération de la liaison** de données (sur des connexions physiques préalablement établies).
- **Supervision du fonctionnement** de la liaison de données, **selon** :
 - le **mode de transmission** (synchrone ou asynchrone),
 - la **nature de l'échange** (unidirectionnel, bidirectionnel à l'alternat ou simultané),
 - le **type de liaison** (point à point, multipoint)



Les services de la couche liaison de données ...

- Définition de la structure syntaxique des messages valides,
- Définition de la manière d'enchaîner émissions et réceptions, selon un protocole spécifique, normalisé ou non.



Les types de station

Dans les circuits de données reliant des ETTD, dans le cadre d'une **liaison multipoint**, il est important qu'une des stations **soit seule autorisée à émettre les commandes de contrôle** : c'est la **station primaire**.

Les autres stations se contentent de **répondre à ces commandes**, mais ne peuvent prendre l'initiative de transmettre : ce sont **les stations secondaires**.

Ces liaisons sont dites **non équilibrées (unbalanced)**.



Les types de station... primaire / secondaire

Dans le cas des liaisons point à point, ce type de fonctionnement a été parfois reconduit pour des raisons d'uniformité, on a alors affaire à des liaisons *point à point non équilibrées*.

On parle de **liaison équilibrée (balanced)** lorsque, sur les liaisons point à point, on rend **symétrique** le fonctionnement des stations **primaire et secondaire**.

Chaque station possède alors les fonctions primaires et secondaires.



Les procédures de communication : HDLC

High Level Data Link Control

Les procédures de communication sont des logiciels de niveau 2, chargées de l'acheminement sans erreur des blocs d'information sur une ou plusieurs liaisons physiques.

Il existe **deux familles de procédures** :

- les **procédures orientées caractères** comme **BSC** (Binary Synchronous Communication) et
- les **procédures orientées bits** comme **HDLC** (High Level Data Link Communication)



Limites des procédures orientées caractères

- transmission de caractères,
 - utilisation d'un alphabet de transmission déterminé (début, fin, etc)
 - transmission à l'alternat
- (\Rightarrow confusion entre données et alphabet)

La procédure HDLC

- Elle est inspirée de la procédure SDLC (utilisée par IBM dans son architecture SNA). Elle est normalisée ISO 7776.
- La procédure HDLC assure la **transmission de suites d'éléments binaires**, et non de caractères.
- Le **transfert de l'information s'effectue sans aucune interprétation de son contenu**, ce qui assure une **transparence totale** par rapport aux codes éventuellement utilisés.

La procédure HDLC

- Elle couvre **plusieurs modes de fonctionnement** :
point à point ou multipoint, à l'alternat ou full-duplex.
- **En mode symétrique (balanced)**,
l'émetteur et le récepteur agissent exactement de la même façon, en parallèle.

La procédure HDLC

- **En mode non symétrique (unbalanced)**,
 - l'émetteur et le récepteur fonctionnent dans une **relation maître/esclave**.
 - la liaison est alors établie entre **un primaire et un ou plusieurs secondaires**.
 - le **jeu de commandes de la station primaire est plus riche** que le jeu des réponses des stations secondaires.
 - la **station primaire est responsable de l'activation et de la désactivation de la liaison**, et aussi des **reprises en cas d'anomalies**.

Modes de fonctionnement des stations

– Mode de réponse normal (NRM : Normal Response Mode)

ce mode ne s'applique qu'aux liaisons non équilibrées.

Une station **secondaire ne peut émettre que si elle a été invitée** à le faire par la station primaire.

La station **secondaire doit aussi indiquer la fin de sa transmission** afin de rendre le contrôle à la station primaire.



Modes de fonctionnement des stations, NRM...

Une **station peut être déconnectée logiquement** de la liaison en étant mise en mode **NDM (Normal Disconnected Mode)** par la commande **DISC (Disconnect)**.

Enfin, elle peut être **mise en mode d'initialisation (IM)** par la commande **SIM (Set Initialstion Mode)**.



Modes de fonctionnement des stations

– Mode de réponse Asynchrone (ARM : Asynchronous Response Mode)

Ce mode s'applique surtout aux *liaisons point à point*.
une station secondaire est mise dans ce mode par la commande **SARM (Set Asynchronous Response Mode)**.

Sur une liaison non équilibrée, une station secondaire en mode ARM peut émettre à tout moment sans avoir été sollicité par la station primaire.



Modes de fonctionnement des stations

– Mode de réponse Asynchrone (ARM) ...

Sur une liaison équilibrée, les stations fonctionnent en mode asynchrone équilibré **ABM (Asynchronous Balanced Mode)**.

Chacune des stations peut émettre la commande **SABM (Set Asynchronous Balanced Mode)**.

Dans les deux cas (NRM, ARM), les stations peuvent être mises en mode **ADM (Asynchronous Disconnected Mode)** par la commande **DISC**.



Fonctions de la procédure HDLC

- **Transférer les données** d'un bout à l'autre de la liaison (de proche en proche),
- **Délimiter/identifier les trames** (fanion 01111110 ou 7E).
- **Identifier la source et la destination** : les champs adresse
- **Détecter et corriger les erreurs** par retransmission, FCS, Temporisateur T1, Compteur de retransmission N2,



Fonctions de la procédure HDLC ...

- **Contrôler la liaison** (synchronisation avec P/F),
- **Signaler l'état** opérationnel de l'utilisateur
contrôle de flux par trame de supervision.



Structure des trames HDLC

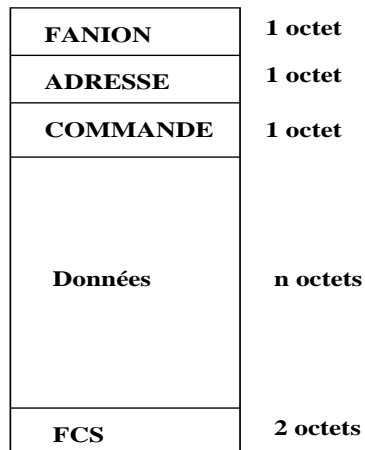


FIG. 1 – Format de la trame HDLC

Lien avec le modèle des couches (les PCI/PDU/SDU/)

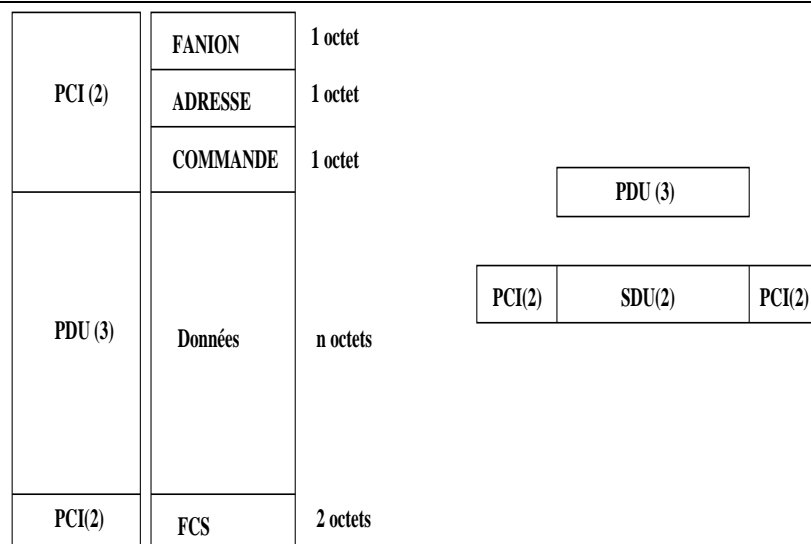


FIG. 2 – Trame HDLC et informations protocolaires

Les types de trames HDLC

- **trame I** : (Information) ; Ces trames contiennent les données en provenance de la couche réseau,
- **trame S** : (Supervision) ;
il y a trois types de trame : RR, RNR, REJ (ou SREJ),
- **trame U** : (Unnumbered, Non numérotée) ;
il s'agit des trames de gestion SARM, DISC, SABM, UA, CMDR/FRMR, DM

HDLC : champ commande

ch. comm.	Commandes	Réponses	8	7	6	5	4	3	2	1
Format I	Information		N(R)			P	N(S)			0
Format S	RR		N(R)			P/F	0	0	0	1
	RNR		N(R)			P/F	0	1	0	1
	REJ		N(R)			P/F	1	0	0	1
Format U	SARM	UA CMDR/FRMR DM	0	0	0	P	1	1	1	1
	DISC		0	1	0	P	0	0	1	1
	SABM		0	0	1	P	1	1	1	1
			0	1	1	F	0	0	1	1
			1	0	0	F	0	1	1	1
			0	0	0	F	1	1	1	1

FIG. 3 – Tableau de détail du champ commande/contrôle

Adresses des trames

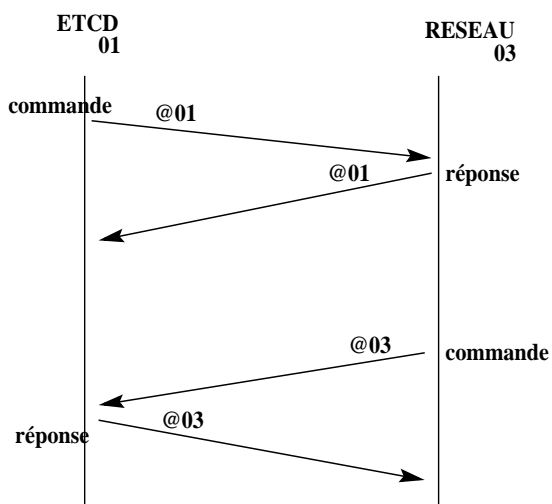
On distingue 2 types de trames : **commande et réponse** avec les adresses **01** ou **03** selon la station qui prend l'initiative.

Côté ETTD : **adresse 01**

Côté Réseau : **adresse 03**

Commande et réponse portent la même adresse.

Adressage des trames



On rencontre ce même type d'adressage entre les abonnés et le réseau public Transpac.

FIG. 4 – Adressage dans les échanges

Etablissement de connexion et rupture de connexion

On utilise un jeu de commandes réponses.

- **SNRM (Set Normal Response Mode)**, permet de demander l'établissement d'une connexion en mode réponse normale
- **SARM (Set Asynchronous Response Mode)**, permet de demander l'établissement d'une connexion en mode réponse asynchrone, c'est le mode **LAP**
- **SABM (Set Asynchronous Balanced Mode)**, permet de demande l'établissement d'une connexion en mode réponse asynchrone équilibré, c'est le mode **LAP-B**.

Ces trois commandes sont acquittées par la réponse **UA**.



Etablissement de connexion et rupture de connexion

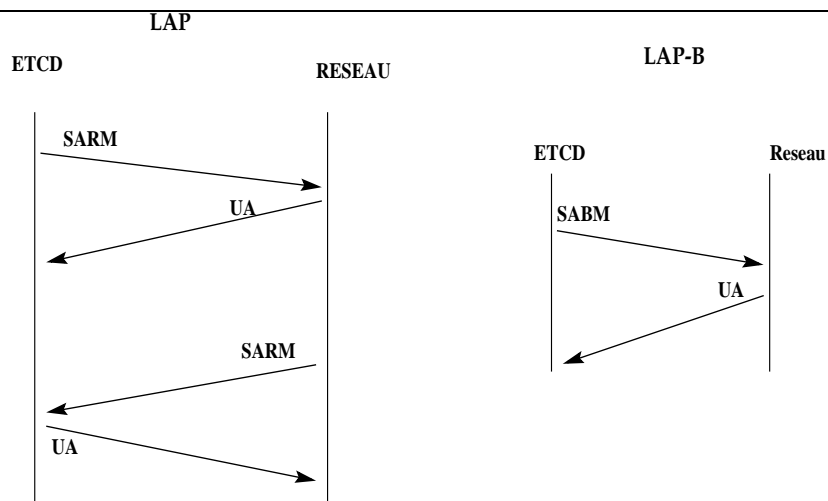


FIG. 5 – Etablissement de connexion en LAP ou LAP-B



Poll/Final

Poll pour une commande ;

sert à solliciter une réponse immédiate.

Final pour une réponse ;

sert à indiquer la réponse et la fin de réponse.

En mode **LAP (SARM)** et **LAP-B (SABM)**,
une trame de commande émise doit être acquittée,
sinon elle est réémise avec le bit P à 1.

L'acquiescement se fait par une trame de supervision avec le bit
F à 1.

Exemples de paramètres utilisés dans X25

T1 : temps d'attente en ms d'un acquiescement avant de
réémettre une trame.

N2 : nombre de réémission autorisées.

**A chaque fois qu'une trame est réémise avec P=1,
c'est que le timer T1 s'est écoulé sans acquiescement
de l'équipement distant.**

Les compteurs $N(S)$ et $N(R)$

Ils sont **sur 3 bits et comptent modulo 8**.

Cette valeur peut être dans certain cas réduite ou étendue (jusqu'à modulo 128).

Les trames d'information échangées entre les stations contiennent **un numéro de séquence à l'émission : $N(S)$** .

C'est la valeur d'un compteur géré par la procédure à l'émission.

Les compteurs $N(S)$ et $N(R)$

Du côté du récepteur, il faut s'assurer que le séquençement des trames reçues est correct.

Par défaut il peut y avoir **perte de trame ou duplication**.

Un **compteur est donc géré à la réception : $N(R)$** .

Les compteurs $N(S)$ et $N(R)$

La valeur du compteur $N(R)$ permet d'indiquer à la station en réception que toutes les trames dont la valeur de $N(S)$ est inférieure à ce $N(R)$ ont été bien reçues.

Elle indique aussi que la prochaine trame attendue devrait avoir le numéro $N(R)$.

C'est la **procédure d'acquittement de réception**.

Illustration : $N(S)$ et $N(R)$

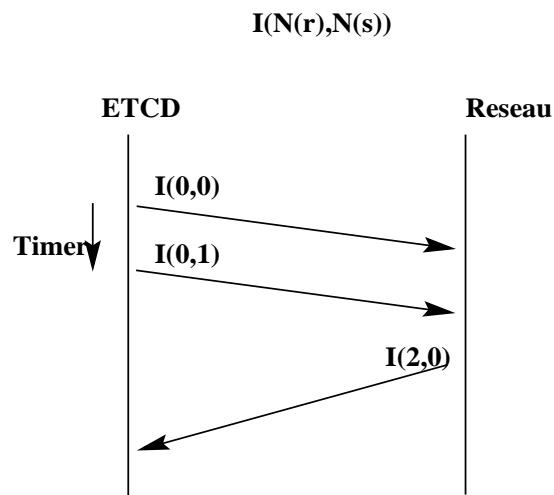


FIG. 6 – Echange d'information (avec gestion des compteurs)

Les compteurs N(S) et N(R)

Lorsque l'**émetteur** reçoit une trame contenant un numéro de séquence d'**acquiescement X**, il peut **libérer les tampons** contenant les messages précédemment émis (numéros de séquence inférieurs à X).

Cela signifie que le récepteur a bien traité les messages et qu'il n'est plus nécessaire de les garder en **prévision des retransmissions**.



supervision avec : RR, RNR, REJ

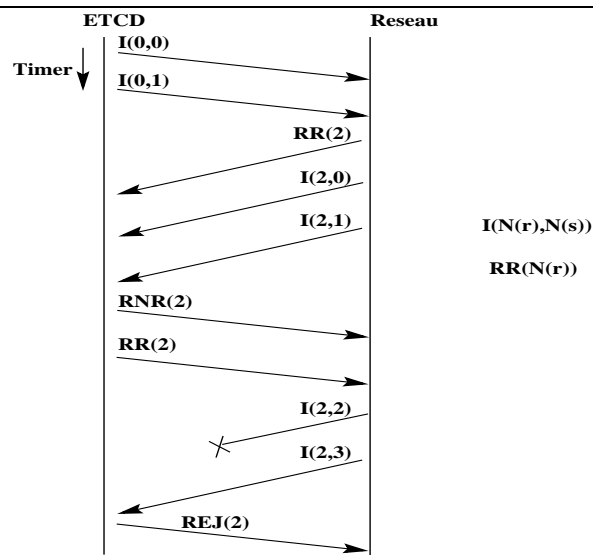


FIG. 7 – Supervision de la transmission, RR, RNR



Les trames de rejets

REJ : *rejet simple*

rejet de toutes les trames à partir de la trame erronée.

Elle permet de demander à l'autre station, de

retransmettre toutes les trames dont le numéro est supérieur ou égal à $N(R)$.

utilisé en mode LAP-B.

SREJ : *rejet selectif*

Seule la trame erronée est demandée (et donc réémise), celle qui porte le numéro $N(R)$.



Le champ Information

Dans les **trames I**, il contient un paquet (**donnée du niveau 3**).

Dans les **trames CMDR/FRMR**, il contient 3 octets indiquant le **motif du rejet**.

Remarque :

Le **déséquencement de $N(S)$ provoque un REJ.**

Le **déséquencement de $N(R)$ provoque un FRMR.**



La gestion des retransmissions

La transmission des trames est surveillée par le temporisateur T1 et le compteur de retransmission N2.

L'émetteur des trames répète son opération si les trames ne sont pas acquitées au bout d'une temporisation.

On arme le temporisateur dès qu'on envoie la trame.

Souvent $N2 = 10$ (nombre de retransmissions autorisées).

Conclusion HDLC

Protocole de base, orienté bit,
repris dans IEEE (sous-couche LLC),
repris dans FRAME RELAY