

# Couche liaison de donnée: protocole hdlc

R.ELNAGGER

# Protocole HDLC

## (High Data Link Control)

### 1. Définition

- HDLC a été adopté par le CCITT:
  - En 1980, sous le nom de LAP (Link Access Procedure)
  - En 1988, sous le nom de LAP-B (Balanced) qui gère le niveau liaison de l'interface X.25

### 2. Caractéristiques

- a. Procédure synchrone
- b. Orienté bit
- c. Protocole en mode connecté
- d. Gestion d'une connexion logique

# Protocole HDLC

## 2. Caractéristiques

- a. Le dialogue se déroule en trois phases
  - i. Établissement de la liaison
  - ii. Transfert de données
  - iii. Libération de la liaison
- b. Point à point (LAP-B)
- c. Numérotation modulo 8 ou étendue modulo 128
- d. Fenêtre d'anticipation maximale de 8 ou étendue module 128
- e. Transparence au drapeau

# Protocole HDLC

## 3. Trame HDLC

8	8	8		16	8
flag	adress	contrôl	data	FCS	flag

- Flag « drapeau » (0111 1110) : toutes les trames doivent commencer et finir par un drapeau
- Adress : indique l'adresse du destinataire de la trame

# Protocole HDLC

- **Contrôle** : permet de définir les différents types de trames et de mettre les numéros de séquence et d'acquittement
- **Data** : les données à transmettre
- **FCS (Frame Control Sequence)** : 16 bits de contrôle d'erreur calculés par un **code polynomial** de polynôme générateur

$$X^{16} + X^{12} + X^5 + 1$$

# Protocole HDLC

## 3. Trame HDLC

- Transparence au drapeau
- Eviter les données = drapeau = 0111 1110
  - A l'émission, rajouter un bit 0 après cinq bits 1 consécutifs
  - A la réception, enlever un bit 0 après cinq bits 1 consécutifs

# Protocole HDLC

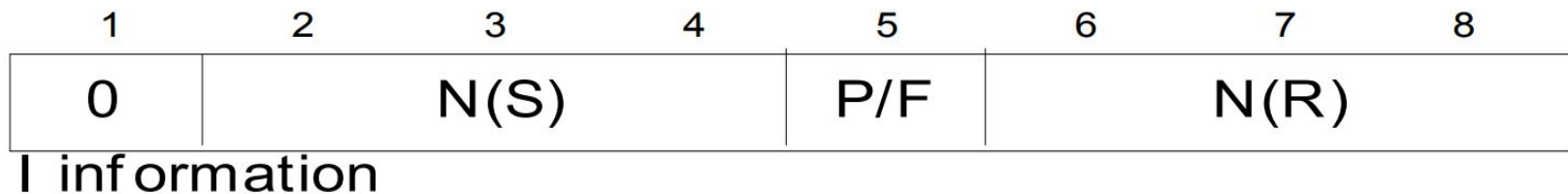
## 3. Trame HDLC

Emission	Réception
<ul style="list-style-type: none"><li>• Construction de la trame</li><li>• Calcul des bits de contrôle</li><li>• Transparence (ajout)</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Transparence (retrait)</li><li>• Cohérence du contrôle d'erreur</li><li>• Examen de la trame</li></ul>

# Protocole HDLC

## 3. Type de trame HDLC

- a. **I (Information)** : trame d'information pour transporter les données



- b. **S (Supervision)** : trame de supervision pour la reprise sur erreur et le contrôle de flux





# Protocole HDLC

## 3. Type de trame HDLC

- c. U (Unnumbered) : trame non numérotée pour l'établissement et la libération de la liaison

1	1	M	M	P/F	M	M	M
---	---	---	---	-----	---	---	---

U unnumbered

- Remarque:
  - N(S) : numéro de séquence en émission
  - N(R) : numéro de séquence en réception
  - S : élément de la fonction de supervision
  - M : élément de la fonction de modification
  - P/F : élément d'invitation à émettre / fin

# Protocole HDLC

## 4. Etablissement/libération de la liaison

Il existe deux modes de communication:

- a. Etablissement en mode équilibré ou symétrique
- b. Etablissement en mode non équilibré ou dissymétrique

# Protocole HDLC

## 4. Etablissement/libération de la liaison

### A. Etablissement en mode équilibré ou symétrique

- États des stations : combinées
- Établissement par la trame de commande SABM (Set Asynchronous Balanced Mode)
- Acquittement par une réponse UA (Unnumbered Acknowledge)
- Libération par la trame de commande DISC (DISConnect)
- Acquittement par une réponse UA

# Protocole HDLC

## 4. Etablissement/libération de la liaison

### B. Etablissement en mode non-équilibré ou dissymétrique (Maître – Esclaves)

- Environnement à contrôle centralisée
- Utilisation du « polling »
- Point-à-point ou multi-points

# Protocole HDLC

## 4. Etablissement/libération de la liaison

### B. Etablissement en mode non-équilibré ou dissymétrique (Maître – Escalves)

- États des stations : primaire et secondaire
- **MODE NORMAL (NRM - Normal Response Mode)**: Un secondaire ne peut émettre que sur une invitation du primaire. L'établissement se fait grâce à une trame **SNRM (Set Normal Response Mode)** qui doit être acquittée par une réponse **UA**.
- **MODE ASYNCHRONE (ARM - Asynchronous Response Mode)**: Le primaire invite une fois le secondaire à émettre; ce dernier émet ensuite quand il le désire. L'établissement se fait grâce à une trame **SARM (Set Asynchronous Response Mode)** qui doit être acquittée par une réponse **UA**.

## Mode normal

- Une **secondaire ne peut émettre** que sur **invitation** du **primaire**
- **Établissement** par la trame de commande **SNRM** (Set Normal Response Mode)
- **Acquittement** par une réponse **UA**
- **Libération** de la liaison par **DISC**
- **Acquittement** par une réponse **UA**

## Mode asynchrone

- Une **primaire invite une fois** la **secondaire**, ensuite la secondaire peut émettre quand elle désire
- **Établissement** par la trame de commande **SABM** (Set Asynchronous Balanced Mode)
- **Acquittement** par une réponse **UA**
- **Libération** de la liaison par **DISC**
- **Acquittement** par une réponse **UA**

# Protocole HDLC

## 5. Le temporisateur : dans le cas d'une

- Erreur
- Rupture de la ligne
- Panne de la station distante
- Perte d'acquittement

## 6. la reprise: se fait à l'aide d'un temporisateur d'attente d'acquittement :

- Un compteur à rebours initialisé à une certaine valeur
- Décrémenter à chaque top d'horloge
- Compteur = 0 ou expiration du temporisateur (timeout), génération d'une interruption

# Protocole HDLC

## 7. Transfert de données

### a) Numérotation modulo N

Numérotation cyclique (modulo N). les trames sont numérotées de 0 à  $N - 1$

### b) Détection et correction d'erreurs

- **Détection** : contrôle des bits contenus dans le champ FCS
- **Correction** : demande de retransmission



# Protocole HDLC

## c) Contrôle de flux et fenêtre

- Émission des trames **I** par anticipation dans la limite d'une fenêtre
- Une fenêtre est un **crédit K** alloué à l'émetteur en nombres de trames (**en pratique  $K * \text{temps émission} > \text{temps de propagation}$** )
- Une fenêtre est **un intervalle** de numéros de séquence de trame que l'émetteur peut envoyer sans avoir reçu d'acquittement
- Une fenêtre est **un intervalle** à bornes glissantes (sliding window) de largeur K tel que (**la Borne inférieure = dernier acquittement  $N(R)$  reçu et la Borne supérieure = (dernier acquittement  $N(R)$  reçu +  $K - 1$ ) MOD  $N$** )

# Protocole HDLC

## 7. Transfert de données

- Remarque

- $K$  permet de définir le nombre de tampons nécessaires en réception comme en émission
- Au niveau liaison,  $K$  n'est pas négocié mais établi une fois pour toute à l'installation du contrôleur (pour Transpac c'est un paramètre d'abonnement)

### d) MAJ des numéros de séquence portés par les trames

- Deux compteurs
  - Dans la partie émission :  $N(S)$  indique le numéro de séquence de la prochaine trame  $I$  à transmettre, elle est incrémenté après chaque émission d'une trame  $I$
  - Dans la partie réception :  $N(R)$  indique le numéro de séquence de la prochaine trame  $I$  attendue en réception,  $N(R)$  est incrémenté après chaque réception d'une trame  $I$  reçue sans erreur

# Protocole HDLC

## 8. Différents type de trame de Supervision

### A. Supervision et contrôle de flux

#### ***RR : Ready to Receive***

- Indique qu'on est prêt à recevoir une trame I
- Accuse réception des trames  $I \text{ reçues} \leq N(R) - 1$
- Indique la sortie d'un état occupé

#### ***RNR : Receiver Not Ready***

- Indique qu'on entre dans un état occupé
- Accuse réception des trames  $I \text{ reçues} \leq N(R) - 1$

# Protocole HDLC

## 8. Différents type de trame de Supervision

B. Supervision et reprise sur l'erreur: Une trame erronée est toujours ignorée, la reprise sur erreur se fait lors d'un **diséquencement** ie  $N(S) > N(R)$  par:

### *REJ : REJect*

- Demande de retransmission de toutes les trames émises numérotées à partir de  $N(R)$
- Accuse réception des trames de numéro  $\leq N(R) - 1$

### *SREJ : Selective REJect*

- Demande de retransmission de la trame de numéro  $N(R)$
- Accuse réception des trames de numéro  $\leq N(R) - 1$

# Protocole HDLC

## 9. Élément binaire P/F (Poll/Final)

Le bit **P/F** se trouvant dans le champ de contrôle d'une trame permet :

- **Mode normal de réponse** : primaire/secondaire
  - Le primaire positionne **P** à **1** sur ses trames lorsqu'il autorise le secondaire à émettre
  - Le secondaire émet alors ses trames et sur sa dernière trame, il positionne **F** à **1** pour indiquer au primaire qu'il a fini
  - Partage de la liaison en mode **half-duplex**
- **Mode de réponse asynchrone**
  - Lorsqu'une station reçoit une trame avec **P** à **1**, elle répond avec **F** à **1** (acquiescement de P)
  - Mécanisme servant de reprise sur erreur (**REJ**)

# Protocole HDLC

- Exemple : Protocole LAP-B (X.25.2)
  - Protocole de niveau liaison ETTD/ETCD
  - Mode équilibré
  - 2 modes de fonctionnement : base modulo 8 ou étendu modulo 128
  - Utilisation du bit P/F
  - Reprise par REJ



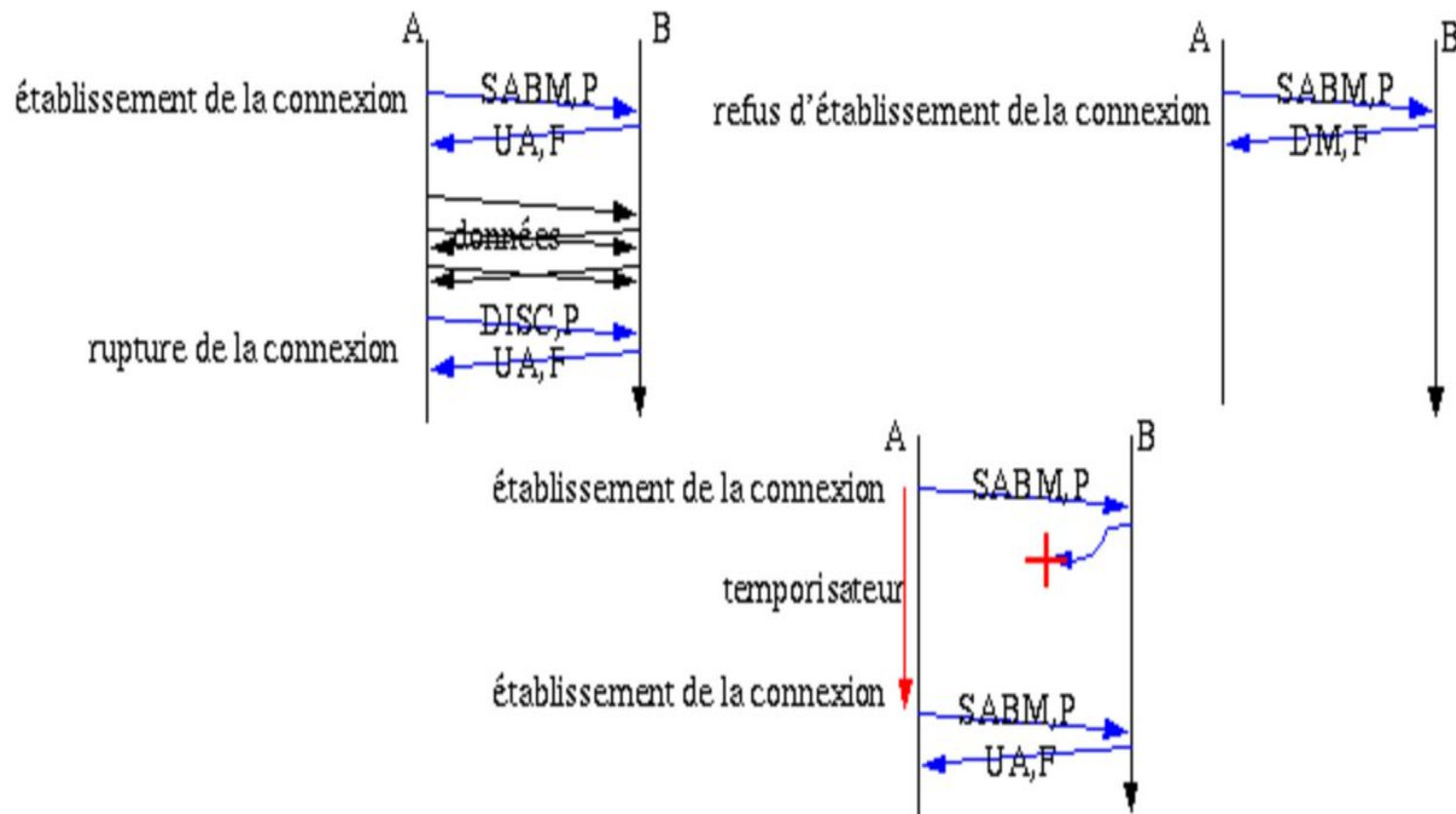
# Protocole HDLC

## Principales trame de commande et de réponse

format	symbole	cmd	rép	champ de cmd	fonction
S	RR	X	X	1 0 0 0 P/F N(R)	<i>Ready to Receive</i> acquitte toutes les trames reçues de $N(S) < N(R)$ et sert à la régulation de flux (sortie de l'état d'occupation)
	RNR	X	X	1 0 1 0 P/F N(R)	<i>Not Ready to Receive</i> acquitte toutes les trames reçues de $N(S) < N(R)$ et sert à la régulation de flux (état d'occupation temporaire)
	REJ	X	X	1 0 0 1 P/F N(R)	<i>Reject</i> acquitte toutes les trames reçues de $N(S) < N(R)$ et rejette toutes les trames à partir de $N(R)$
	SREJ	X	X	1 0 1 1 P/F N(R)	<i>Selective Reject</i> acquitte toutes les trames reçues de $N(S) < N(R)$ et demande la retransmission de la trame de $N(S) = N(R)$
U	SARM	X		1 1 1 1 P 0 0 0	<i>Set ARM</i> demande l'établissement en mode ARM
	SNRM	X		1 1 0 0 P 0 0 1	<i>Set NRM</i> demande l'établissement en mode NRM
	SABM	X		1 1 1 1 P 1 0 0	<i>Set ABM</i> demande l'établissement en mode ABM
	SARME	X		1 1 1 1 P 0 1 0	<i>Set ARME</i> demande l'établissement en mode ARM étendu (mod 128)
	SNRME	X		1 1 1 1 P 0 1 1	<i>Set NRME</i> demande l'établissement en mode NRM étendu (mod 128)
	SABME	X		1 1 1 1 P 1 1 0	<i>Set ABME</i> demande l'établissement en mode ABM étendu (mod 128)
	DISC	X		1 1 0 0 P 0 1 0	<i>Disconnect</i> libère la liaison
	UA		X	1 1 0 0 F 1 1 0	<i>Unnumbered Acknowledge</i> indique la réception et l'acceptation d'une commande non numérotée
	CMDR FRMR		X	1 1 1 0 F 0 0 1	<i>Command (ARM, NRM) / Frame (ABM) Reject</i> : indique la réception d'une trame incorrecte et que la reprise ne peut s'effectuer par retransmission (avec la cause du rejet)
	DM		X	1 1 1 1 F 0 0 0	<i>Disconnect Mode</i> indique que la station se trouve en mode déconnecté

# Protocole HDLC

## Scénario d'établissement et de rupture d'une connexion

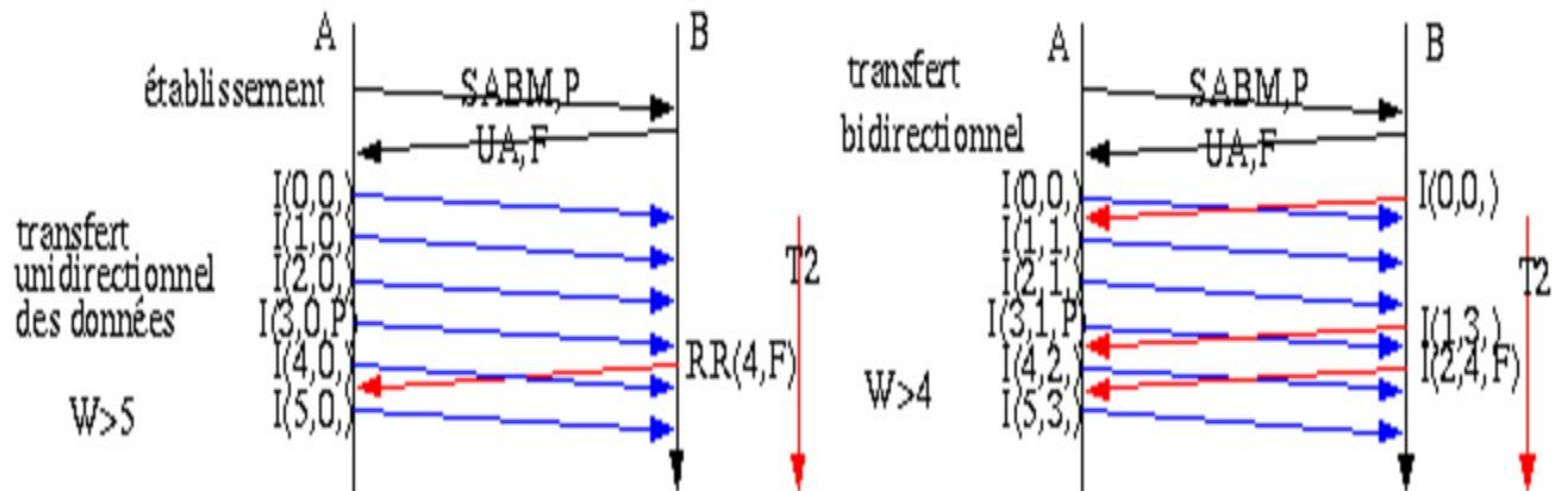




# Protocole HDLC

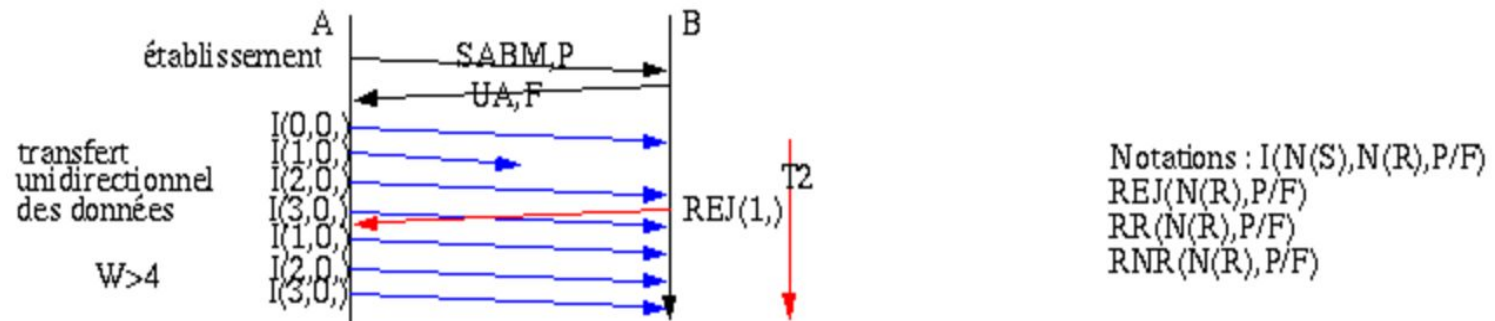
## Scénario de transfert de données

Unidirectionnel ou bidirectionnel



# Protocole HDLC

## Avec perte



## Avec contrôle de flux

