

# Protocoles HDLC, LAPB, LAPD, LLC

**C. Pham**

**Université de Pau et des Pays de l'Adour**

**Département Informatique**

**<http://www.univ-pau.fr/~cpham>**

**[Congduc.Pham@univ-pau.fr](mailto:Congduc.Pham@univ-pau.fr)**



# HDLC

## ■ High-level Data Link Control

- Protocole de niveau 2/OSI orienté bits
- Premier protocole moderne: 1973 - 1976
- Utilise des mécanismes qui sont repris dans de nombreux autres protocoles

## ■ Standards dérivés

- OSI 3309 et 4335
- CCITT X25.2 LAPB et I440 LAPD (RNIS)
- ECMA 40 et 49 (+60, 61, 71)
- Réseaux locaux: 8802.2 LLC1, LLC2, LLC3

## ■ Produits

- IBM SDLC (Synchronous Data Link Control)

# Service fourni

- **Nécessite une liaison physique SYNCHRONE DUPLEX standard**
  - Possibilité de demi-duplex sur réseaux commuté mais avec des restrictions de service ...
- **Transmission TRANSPARENTE d'une chaîne de bits quelconque bidirectionnelle simultanée**
- **Correction d'erreurs très efficace**
  - détection par code cyclique CCITT  $x^{16}+x^{12}+x^5+1$
  - Répétition des trames erronées
- **Contrôle de flux avec anticipation (Continuous RQ)**
- **Liaison de données**
  - Point à point symétrique ou dissymétrique
  - Multipoint dissymétrique: scrutation par invitation à émettre

# Versions et sous-ensembles

## ■ Mode dissymétrique

- Normal Response Mode (NRM) et Asynchronous Response Mode (ARM)
- Une station primaire (P) et une/plusieurs stations secondaires (S)
- exemple SDLC

## ■ Mode symétrique

- Asynchronous Balanced Mode (ABM)
- 2 stations qui sont à la fois Primaire et Secondaire (combiné)
- équilibré: X25.2 LAPB (Link Access Procedure, Balanced)

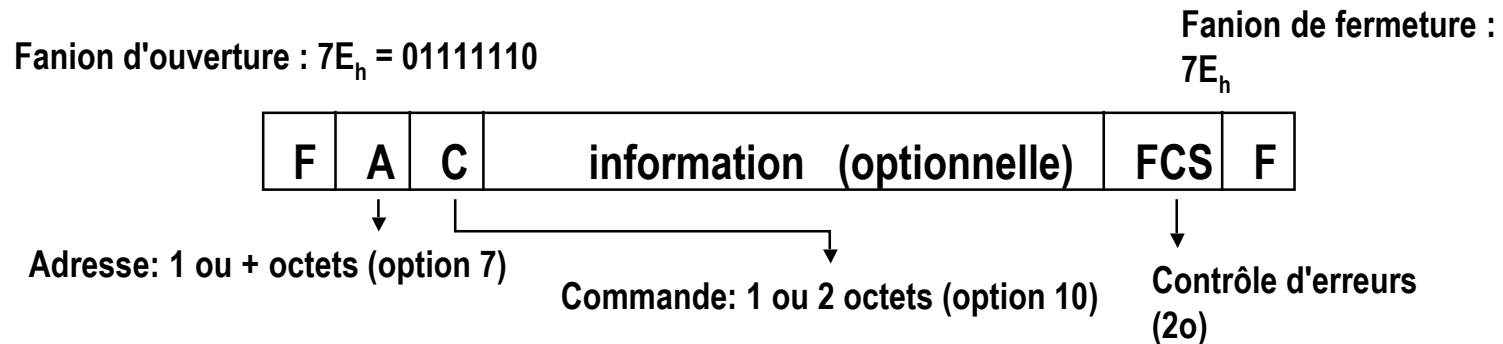
## ■ Options

- Très bien codifiées
- Rejet
- Adressage étendu
- Séquencement étendu
- Données non séquencées
- etc.

# Structure de trame

## ■ Structure UNIQUE avec 2 formats

- Champ de données optionnel
- Format B avec champ d'information
- Format A sans champ d'information



## ■ Remplissage entre trames :

- Fanions ou "idle" (7FFFh)

## ■ Lorsque l'utilisateur cesse d'émettre des données vers le coupleur, celui-ci envoie le FCS (qu'il calcule au fur et à mesure) puis le fanion de fermeture

# Transparence : Insertion automatique de "0"

- Pour ne pas avoir le fanion dans les données
- Algorithme émission

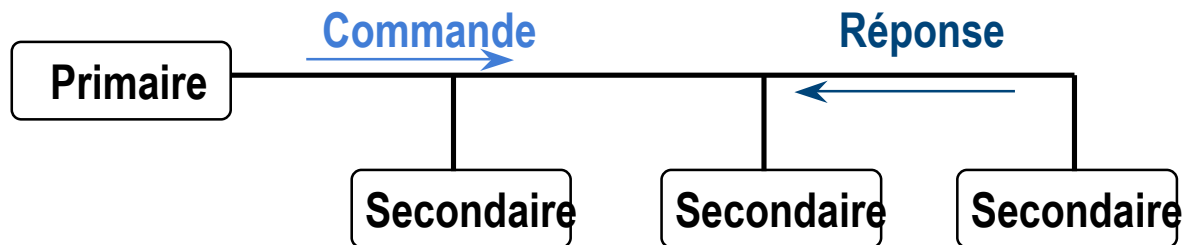
Comment écririez vous un algorithme pour assurer la transparence des données?

Solution cachée...

# Statut des stations -1

## ■ Système à commande centralisée DISSYMETRIQUE

- Multipoint



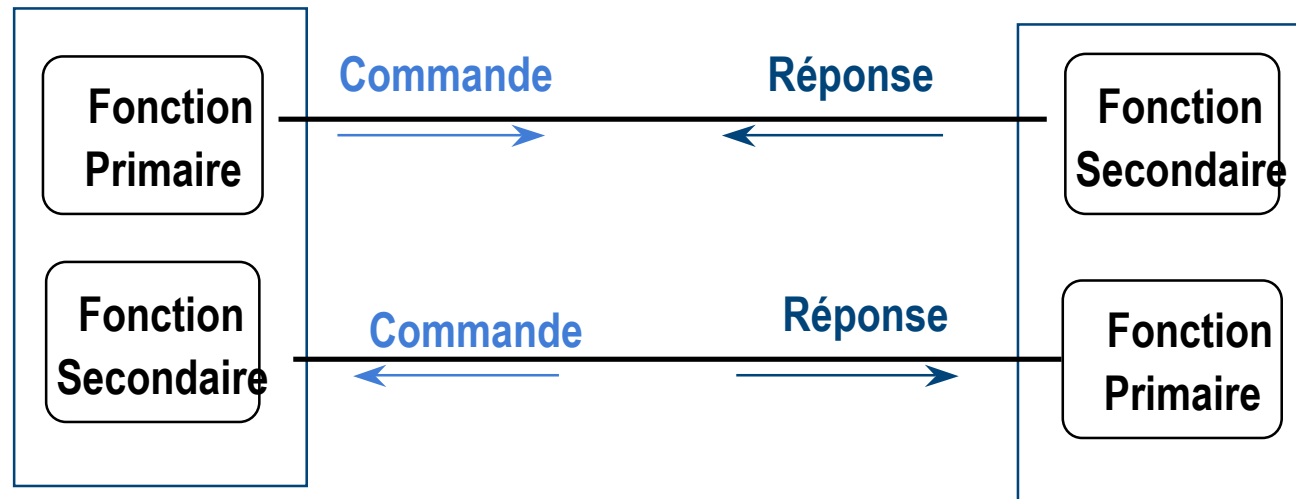
- Point à point



## ■ Adresse = station SECONDAIRE

# Statut des stations - 2

- **Système à commande centralisée SYMETRIQUE**



- **Adresse : FONCTION SECONDAIRE**



# Adresses

- **Adresse Transmise : toujours celle de la station ou fonction SECONDAIRE**

- **En mode DYSSYMETRIQUE**

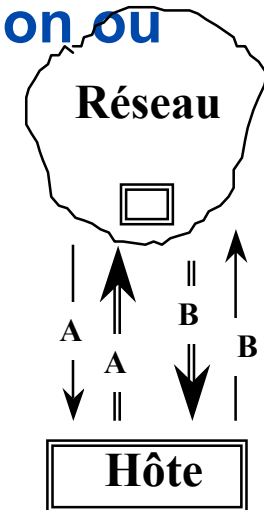
- Statut de station permanent

- **En mode SYMETRIQUE**

- Identifier la FONCTION secondaire
  - ACCEPTEUR de Connexion ou de Libération ou autre fonction ...
  - COLLECTEUR de données
- Possibilité de 2 flux de données dans chaque sens (commande et réponse)
- En LAPB
  - OPTION 8 : Un seul flux de données (commandes)
  - Commandes émises par station Hôte vers RESEAU : adresse A=1
  - Réponses émises par station Hôte vers RESEAU : Adresse B= 3
  - Commandes reçues par station Hôte depuis RESEAU : adresse B=3
  - Réponses reçues par station Hôte depuis RESEAU : Adresse A=1

= commande ⇒

← réponse –



# Adresses (suite)

- **Les adresses peuvent être mises sur plusieurs octets:**
  - le bit 1 (numérotation de 1 à 8) de chaque octet indique s'il y a un autre octet pour l'adresse (mis à 0) ou non (mis à 1)
  - ex: 10001111 ou 11101110 10110011

# Types de trames

Champ de commande

N° attendu		N° émis	0
------------	--	---------	---

N° attendu	type	0	1
------------	------	---	---

type		type	1	1
------	--	------	---	---

- **3 Types de trames : I, S, U**
- **Trames I**
  - Information ; transfert de la SDU
- **Trames S**
  - Supervision séquencées
  - Contrôle de flux : RR, RNR
  - Contrôle d'erreurs : REJ, SREJ
- **Trames U**
  - Supervision Non séquencées (Unnumbered)
  - Connexion, Libération
  - Anomalies, Réinitialisation
  - Test, Identification
  - Données non séquencées (datagrammes)

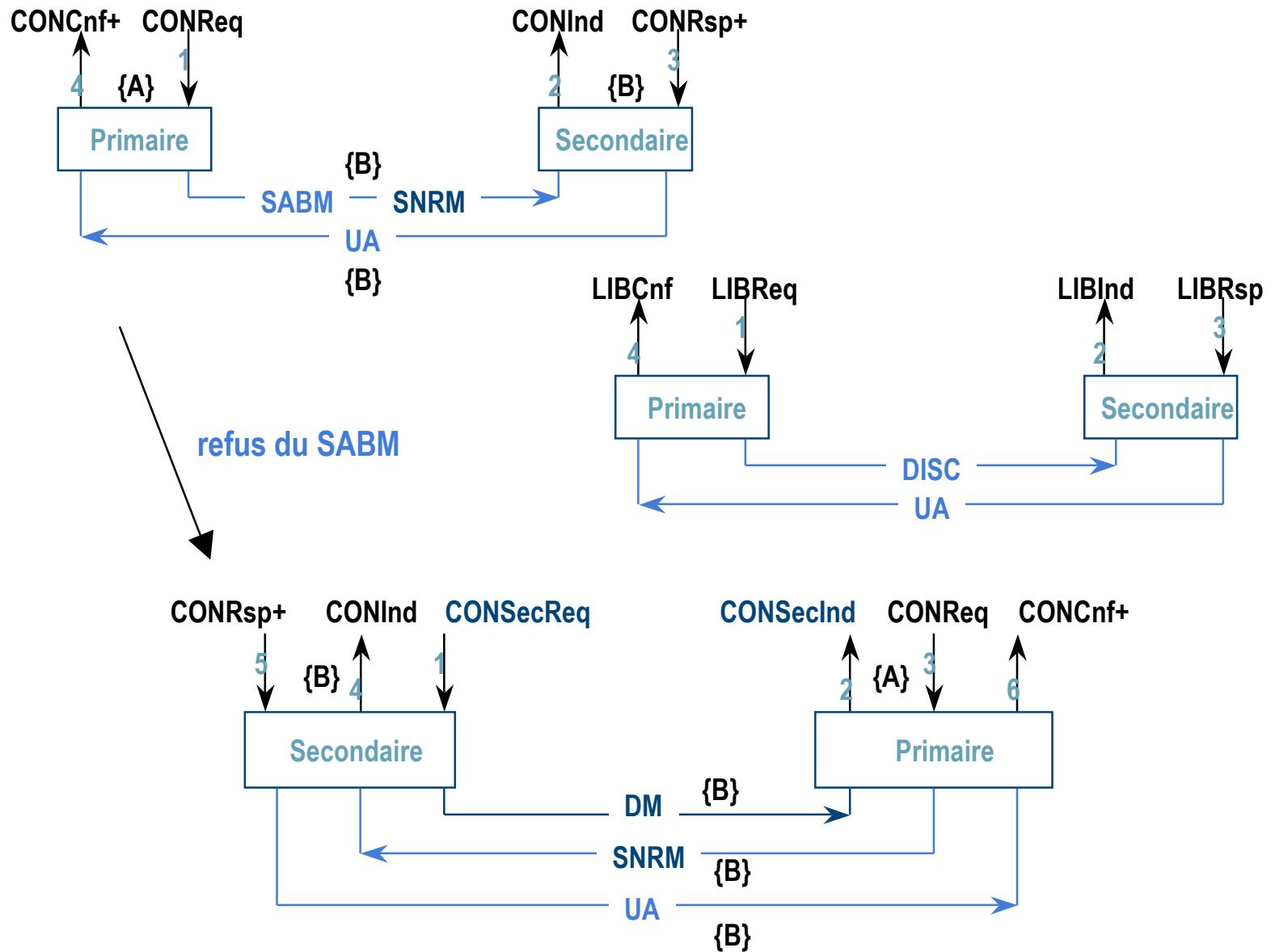
# Trames de supervision non séquencées - U -

- 32 commandes ou réponses possibles ...

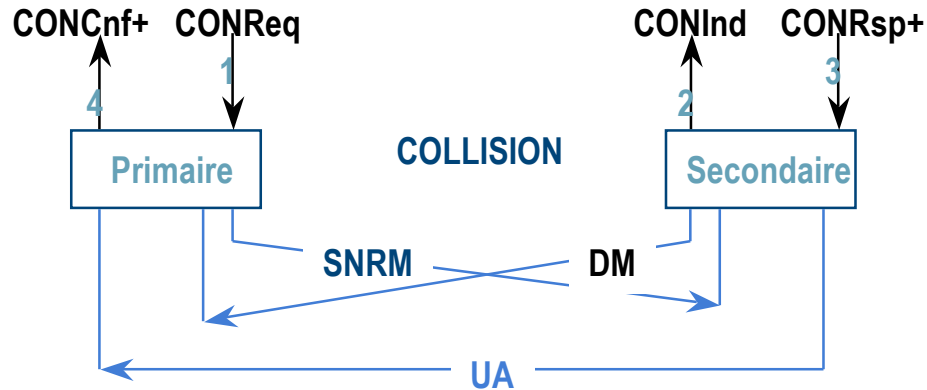


Commande	Réponse	bits 8 à 6	bits 4-3	
SNRM		1 0 0	0 0	Set Normal Response Mode command
SNRME		1 1 0	1 1	
SARM	DM	0 0 0	1 1	Set Asynchronous Response Mode command Disconnect Mode response
SARME		0 1 0	1 1	" Extended
SABM		0 0 1	1 1	Set Asynchronous Balanced Mode command
SABME		0 1 1	1 1	" Extended
DISC	RD	0 1 0	0 0	Disconnect commande - Request diconnect
	UA	0 1 1	0 0	Unnumbered Acknowledge
SIM	RIM	0 0 0	0 1	Set (Request) Initilisation Mode
TEST	TEST	1 1 1	0 0	test
XID	XID	1 0 1	1 1	eXchange Identification
UI	UI	0 0 0	0 0	Unnumbered Information
	FRMR	1 0 0	0 1	Frame Reject

# CONNEXION - LIBERATION

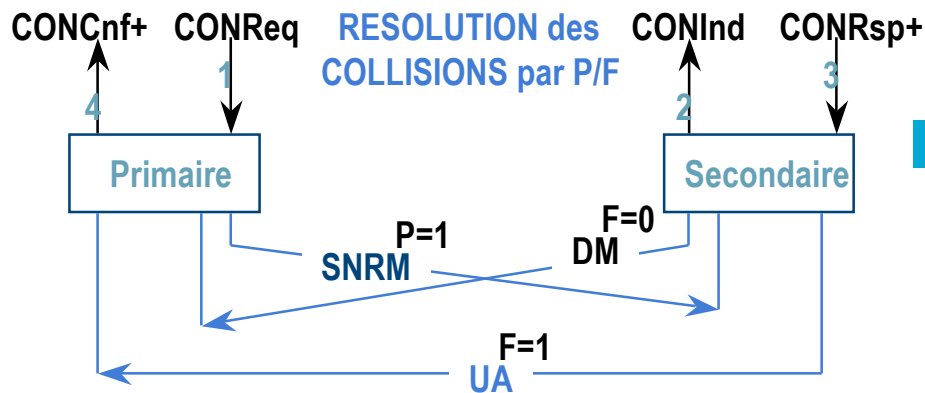


# COLLISIONS d'APPELS



## ■ Appels simultanés

- Secondaire était connecté
- primaire NON connecté



## ■ Utilisation du bit P/F

- Recommandation
- Commande d'appel bit P=1
- Réponse à P=1 par F=1
- si DM avec F=0: pas d'ambiguïté DM ignoré

# Réinitialisation - autres commandes

## ■ Réinitialisation par primaire

- Déconnexion puis connexion (DISC - SABM)
- Envoi d'une commande SABM ou SNRM
- en OPTION : SIM acquitté par UA

## ■ Réinitialisation par secondaire

- demande de réinitialisation par DM
- demande par réponse NON sollicitée (créé anomalie ...)
- en OPTION : RIM qui entraîne SIM (et UA)

## ■ Test - Identification

- Echange Test-Test ou Xid-Xid

# Transfert de données normales (séquencées)

## CHAMPS de COMMANDE

8                      trames I                      1

N(R)	P/F	N(S)	0
------	-----	------	---

8                      trames S : RR,RNR, REJ, SREJ                      1

N(R)	P/F	Type	0	1
------	-----	------	---	---

## ■ données dans trame I

- N(S) numéro de trame émise

## ■ Acquittement

- trames RR ou RNR
- trame I
- par numéro N(R): numéro de trame de DONNEES attendue

## ■ Contrôle de flux

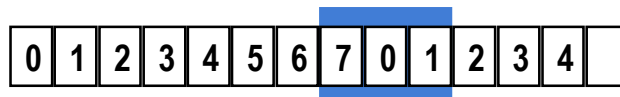
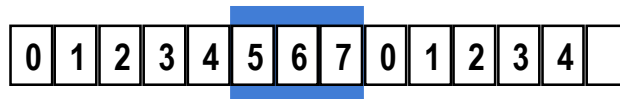
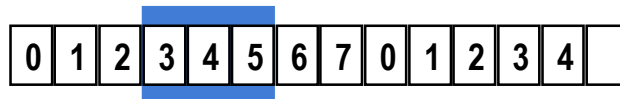
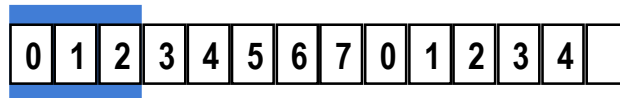
- implicite : Trames RR (N(R))
- explicite : trame RNR

## ■ Contrôle d'erreurs

- répétition des trames manquantes
- trames REJ (option SREJ, Selective Repeat)



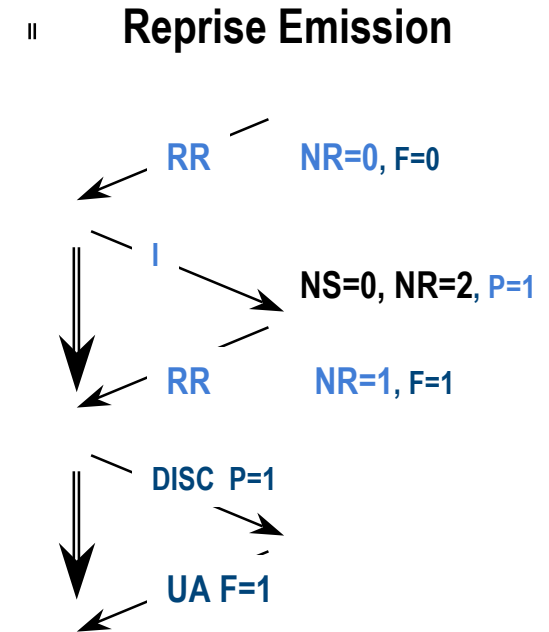
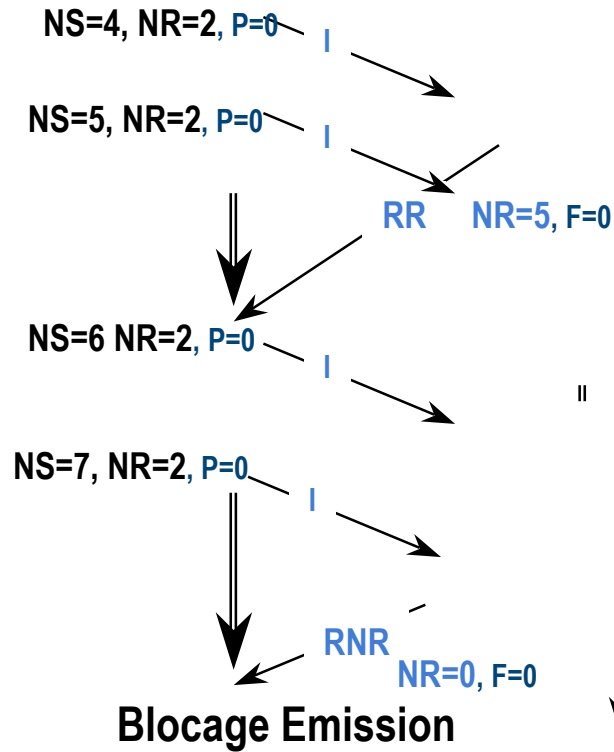
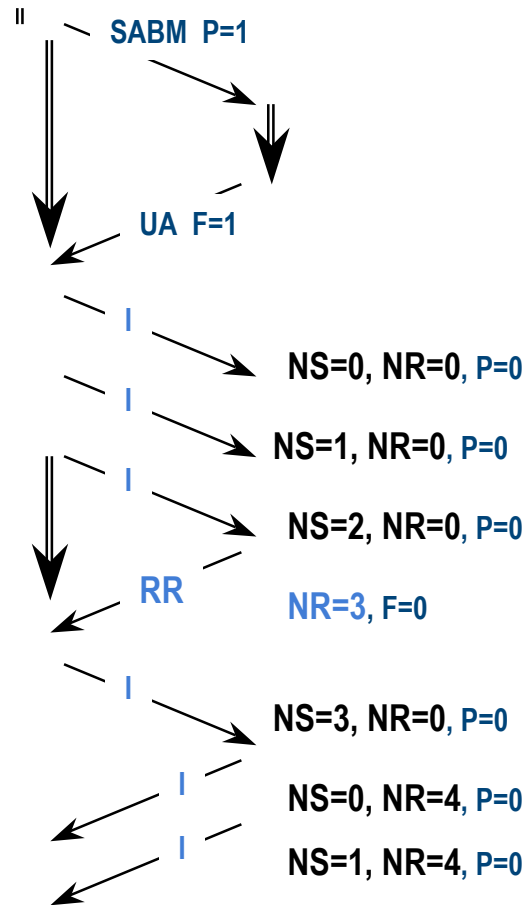
# Ouverture de fenêtre



## ■ EXEMPLE $W=3$

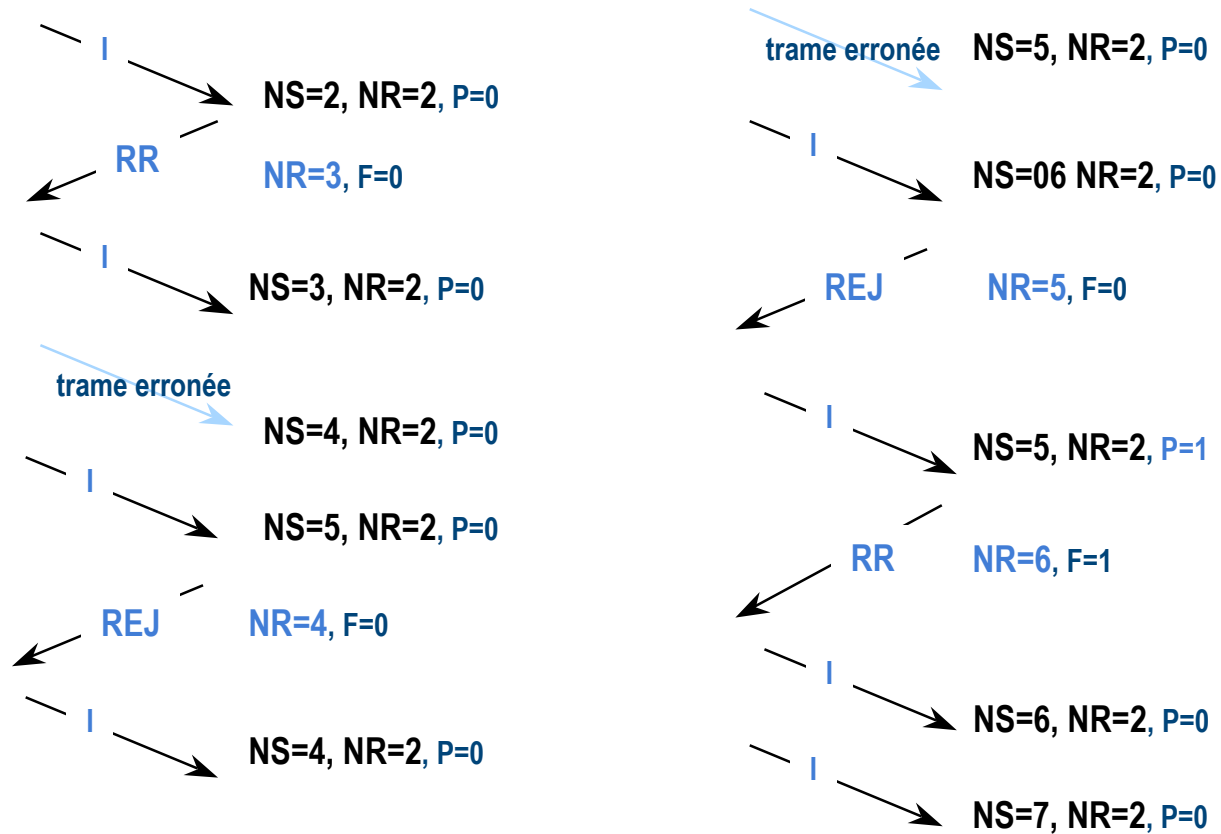
- on peut émettre 0, 1, 2
- on reçoit trame RR demandant 3
- on peut émettre 3, 4, 5
- on reçoit trame RR demandant 5
- on peut émettre 5, 6, 7
- on reçoit trame RR demandant 7
- on peut émettre 7, 0, 1
- etc ...

# Contrôle de flux : exemple

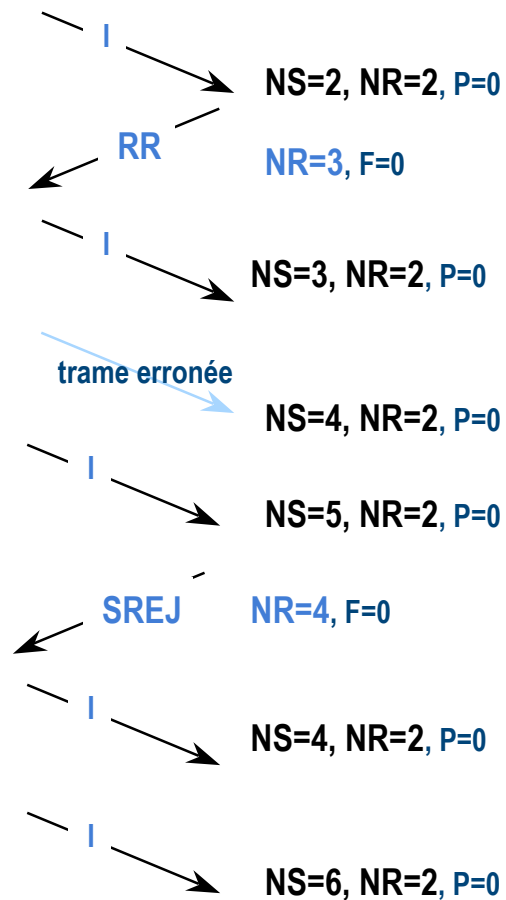


# Correction d'erreurs par REJET

■ **W=3**



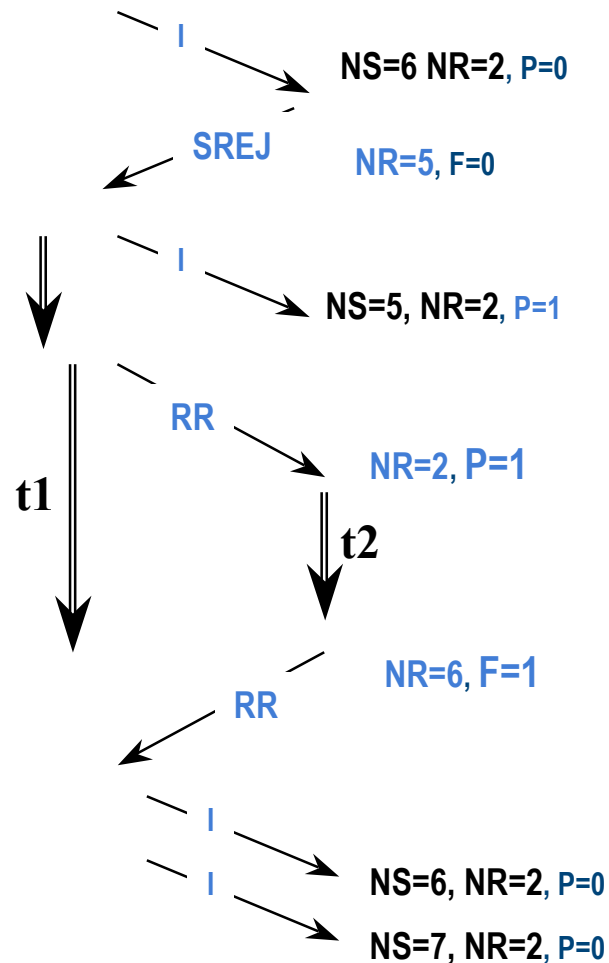
# Contrôle d'erreurs par Rejet selectif



## ■ Exemple

- ce mécanisme n'est pas inconditionnellement sûr.
- Il faut être complètement revenu en séquence avant de pouvoir le mettre en oeuvre à nouveau
- les trames arrivent déséquencées (ici 2, 3, 5, 4, 6....)

# Pointage de vérification



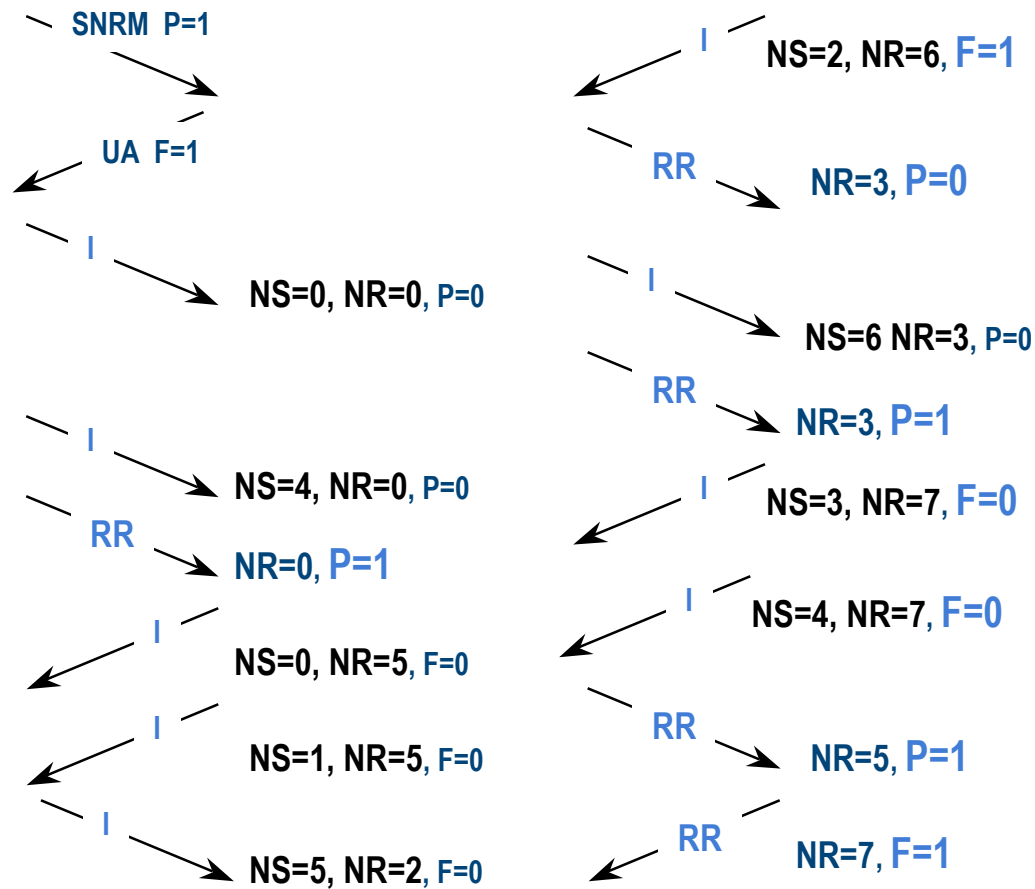
## ■ Permet de vérifier le séquençement

- RR en COMMANDE
  - P=1 réponse immédiate
  - adresse de commande
- RR en réponse avec F=1

## ■ En mode symétrique

- bit P = 1 est une demande de réponse immédiate

# Mode Dissymétrique : Invitation à émettre



## ■ Station primaire

- peut toujours émettre
- autorise secondaire à émettre par bit  $P=1$
- peut bloquer une station secondaire qui émet par  $P=0$  (en général dans RR)

## ■ Station secondaire

- attend invitation à émettre
- Signale sa fin d'émission par  $F=1$
- attend alors nouvelle autorisation

# Traitement des anomalies

## ■ Utilisation de trame FRMR (Frame Reject)

- ancienne version : CMDR (Command Reject)
- Contient 3 octets de données
  - Champ rejeté
  - variables d'état V(S) et V(R)
- fournit un certain diagnostic (limité)
  - bit W : Champ d commande non défini
  - bit X: Champ d'information dans une trame de format A
  - bit Y: Champ d'information trop long (débordement buffer)
  - bit Z : erreur sur N(R) reçu (hors fenêtre)



# Exercices

- Quelle est la trame suivante (sans le délimiteur):

```
| Captured at: +00:00.000  
| Length: 4    From: User    Status: Ok  
| OFFSET DATA ASCII  
| 0000: 13 43 21 C0 .C!.
```

- Solution

solution cachée



# Exercices

- Quelle est la trame suivante (sans le délimiteur):

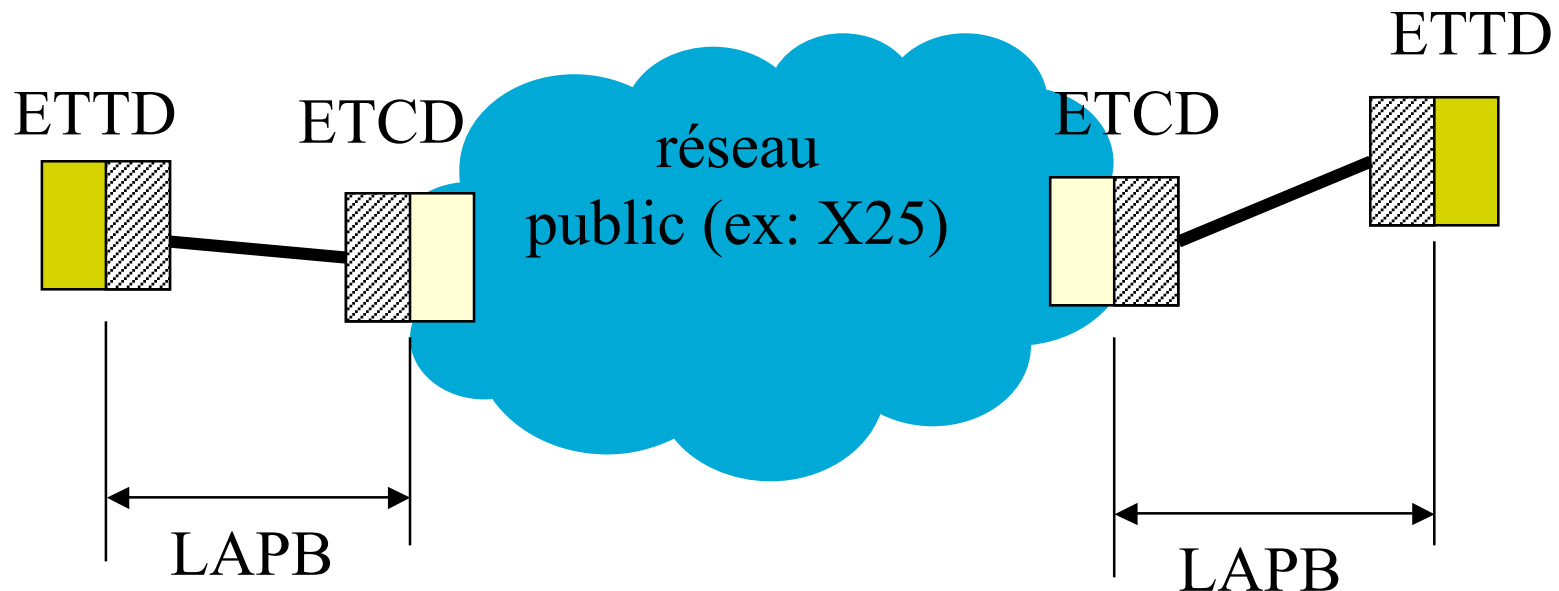
```
| Captured at: +00:00.048
| Length: 4    From: User    Status: Ok
| OFFSET DATA                                ASCII
| 0000: 36 CF CE D3                               6...
```

- Solution

solution cachée

# Link Access Procedure, Balanced (LAPB)

- Sous-ensemble de HDLC pour le transfert de trames I en pt-à-pt entre un ordinateur (ETTD) et un réseau à commutation de paquet (ETCD), ex: réseau public X.25 ➔signification locale
- Utilise ABM avec l'ETTD et l'ETCD en mode combiné, toutes les trames I sont alors des trames de commande



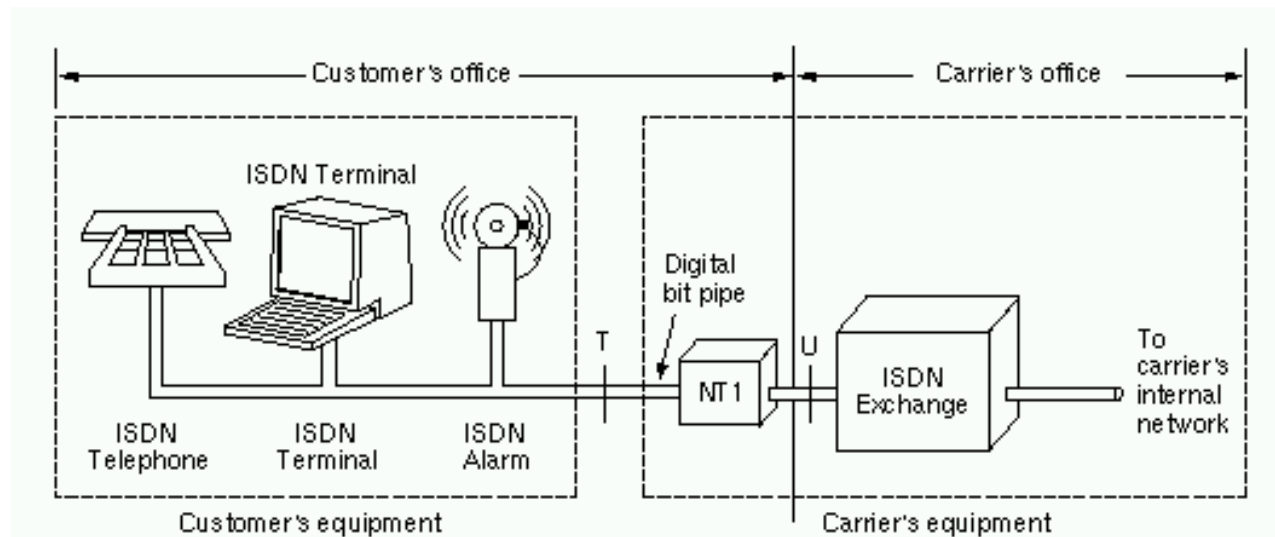
# LAPB - con't

- **Pour faire la distinction entre les 2 éléments, on utilise des adresses pré-définies:**
  - Commandes Hôte vers RESEAU: adresse A=1
  - Réponses émises Hôte vers RESEAU: Adresse B= 3
  - Commandes reçues Hôte depuis RESEAU: adresse B=3
  - Réponses reçues Hôte depuis RESEAU: Adresse A=1

<b>Trames de commandes avec P=1</b>	<b>Trames de réponse avec F=1</b>
<b>SABM/SABME</b>	<b>UA/DM</b>
<b>trames I</b>	<b>RR, REJ, RNR, FRMR</b>
<b>RR, REF, RNR</b>	<b>RR, REJ, RNR, FRMR</b>
<b>DISC</b>	<b>UA/DM</b>

# LAPD

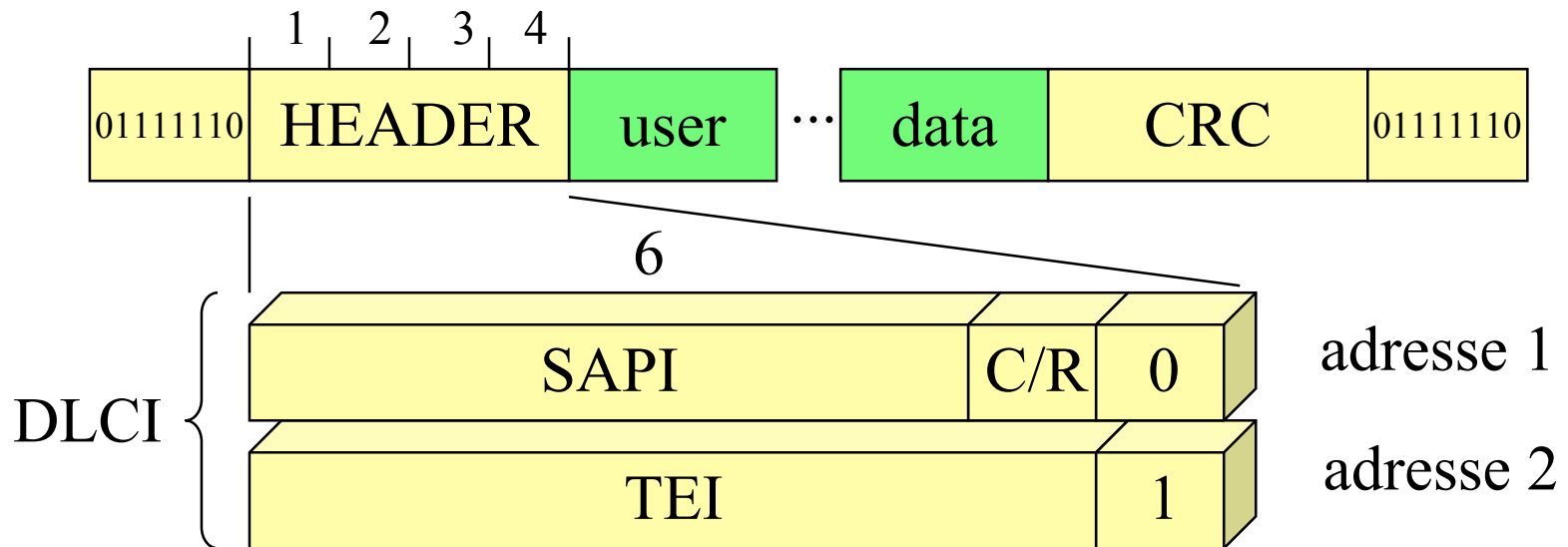
- **Link Access Procedure D-channel, sous-ensemble de HDLC pour le RNIS (ISDN)**



- **Contrôle le flots des trames I associés au canal de signalisation (ex: établissement de connexion)**
- **Une forme étendue est utilisée dans Frame Relay sur le canal usager**

# LAPD - con't

- Pas vraiment de maître-esclave, les TEs sont tous au même niveau, mais sont différenciés par leur adresse
- Trames LAPD



- SAPI identifie la classe de service à laquelle appartient le terminal (voix, donnée, voix+donnée)
- TEI identifie le terminal (broadcast possible)

# LAPD - Commandes (octets 3 et 4)

Trames de commandes	Trames de réponse
SABME	UA/DM
trames I	RR, REJ, RNR, FRMR
RR, REJ, RNR	RR, REJ, RNR, FRMR
DISC	UA/DM

# Logical Link Control

- Sous-ensemble de HDLC pour les réseaux locaux
- Pas de notion de maître-esclave, un contrôle distribué permet d'obtenir l'équité de l'accès au support
- Dans les réseaux locaux, la couche liaison est découpé en 2 parties: MAC (Medium Access Control) qui gère l'accès au support partagé et LLC.

