

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



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)

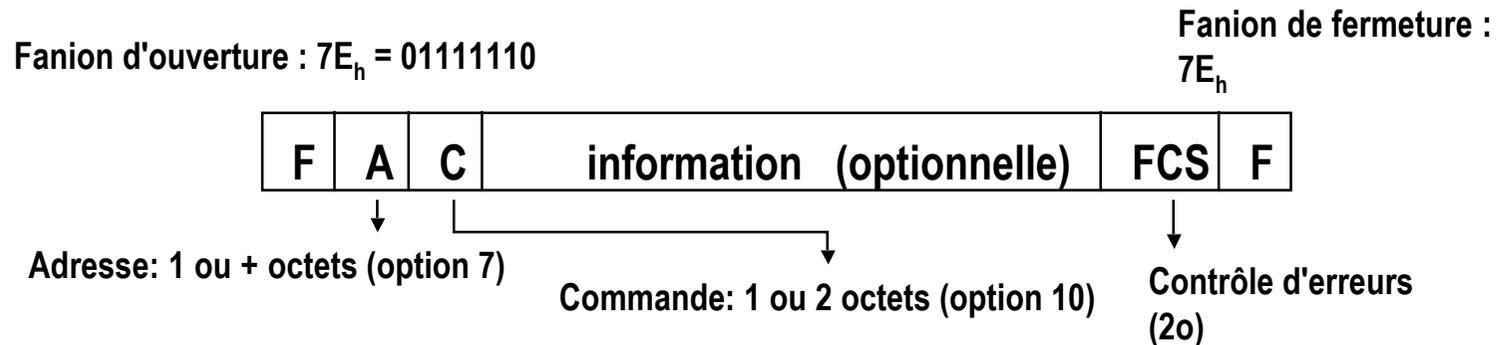
■ Options

- 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

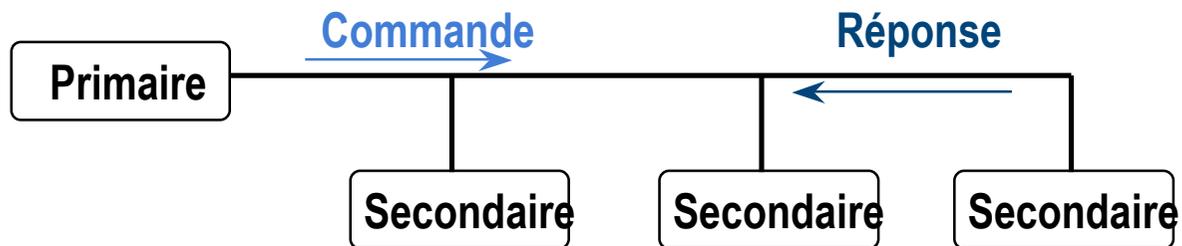
Comment écririez vous un algorithme pour assurer la transparence des données?

Solution cachée...

Statut des stations -1

■ Système à commande centralisée DISSYMETRIQUE

- Multipoint



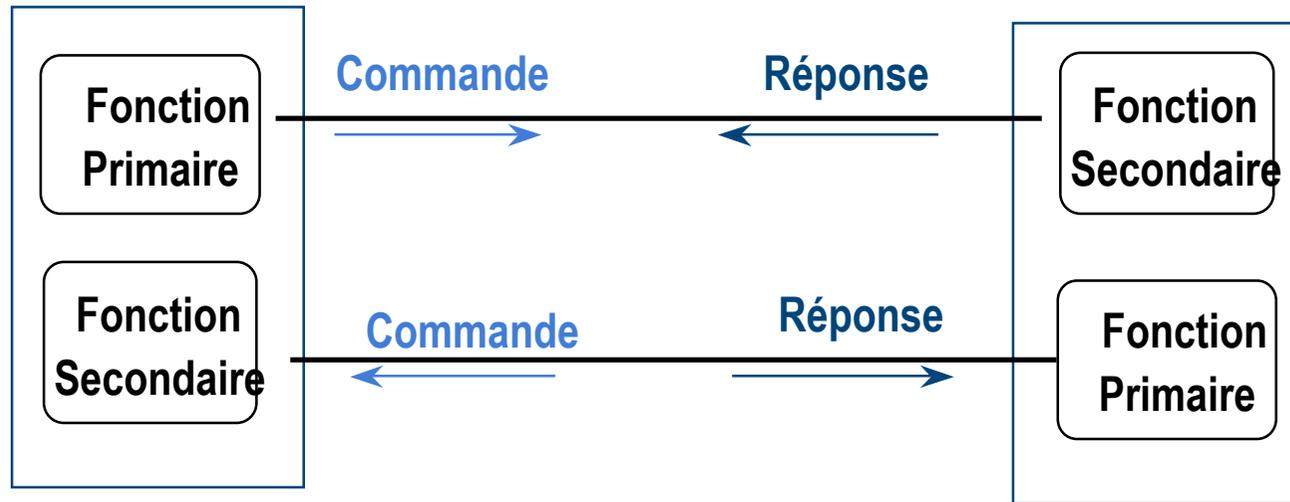
- Point à point



■ 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**

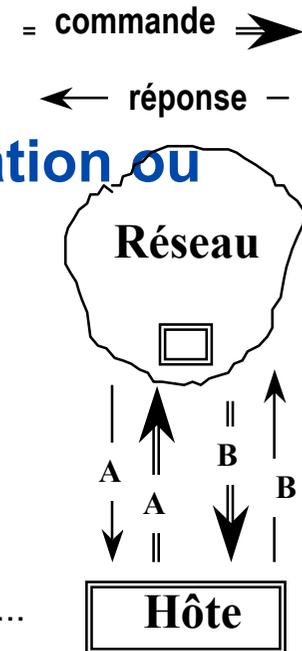
- Identifier la FONCTION secondaire

- 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



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)

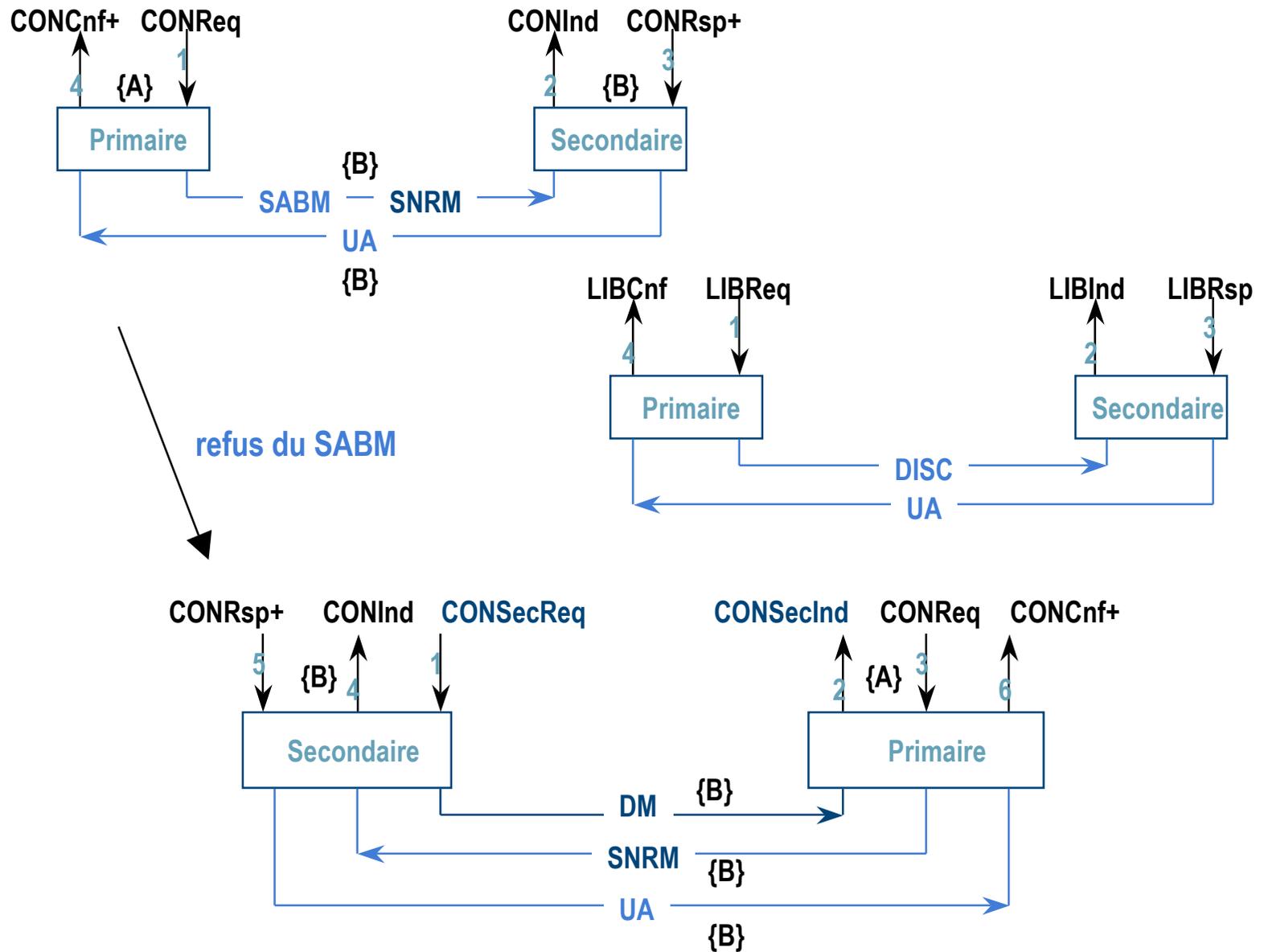
Trames de supervision non séquencées - U -

- 32 commandes ou réponses possibles ...

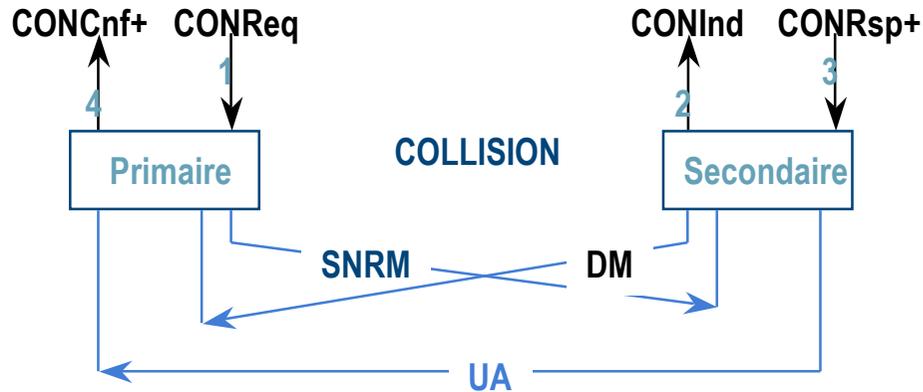


Commande	Réponse	bits 8 à 6	bits 4-3	
SNRM		1 0 0	0 0	Set Normal Response Mode command
SNRME		1 1 0	1 1	
SARM	DM	0 0 0	1 1	Set Asynchronous Response Mode command Disconnect Mode response
SARME		0 1 0	1 1	" Extended
SABM		0 0 1	1 1	Set Asynchronous Balanced Mode command
SABME		0 1 1	1 1	" Extended
DISC	RD	0 1 0	0 0	Disconnect commande - Request disconnect
	UA	0 1 1	0 0	Unnumbered Acknowledge
SIM	RIM	0 0 0	0 1	Set (Request) Initialisation 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

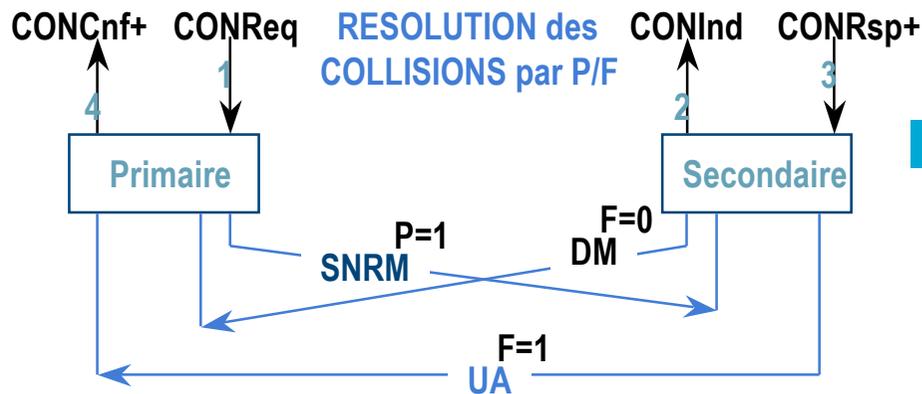


COLLISIONS d'APPELS



■ 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 (crée 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

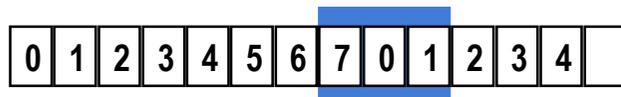
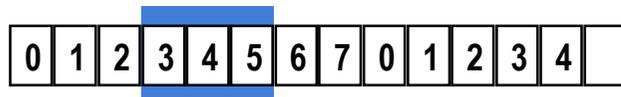
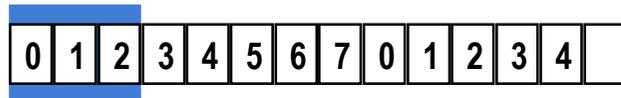
■ Contrôle de flux

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

■ Contrôle d'erreurs

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

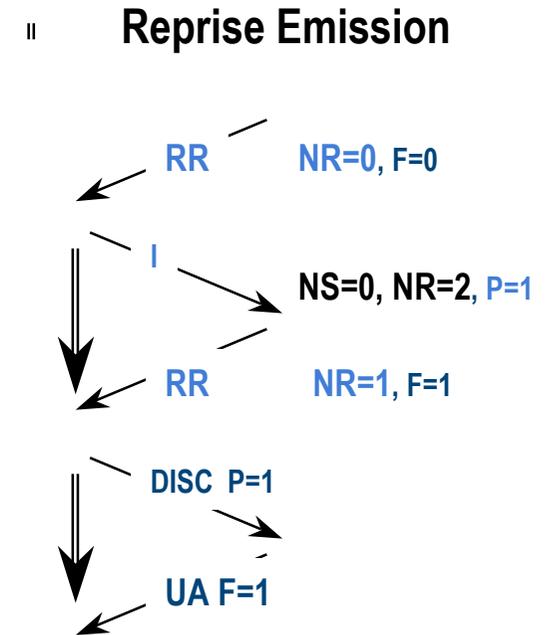
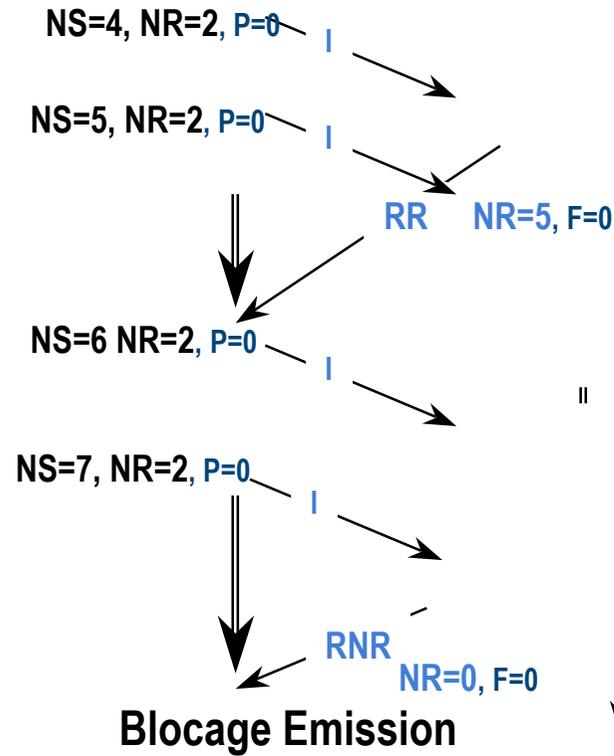
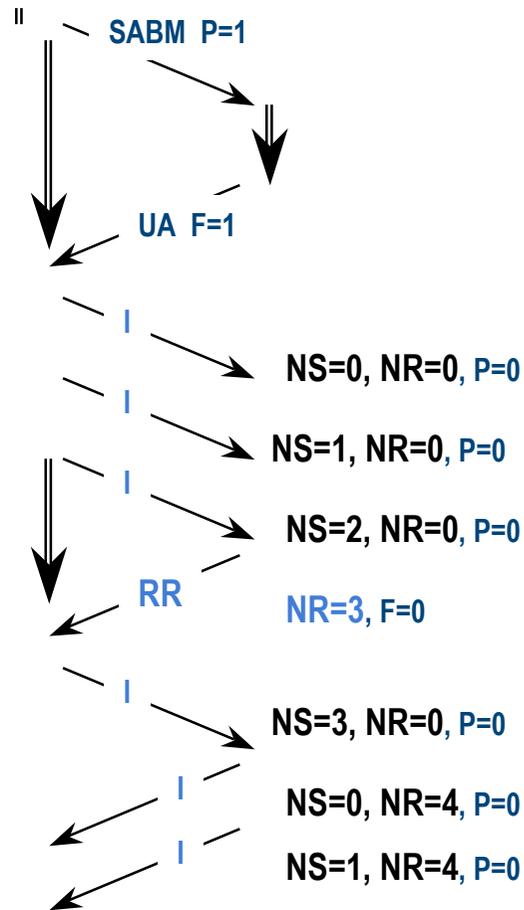
Ouverture de fenêtre



■ EXEMPLE $W=3$

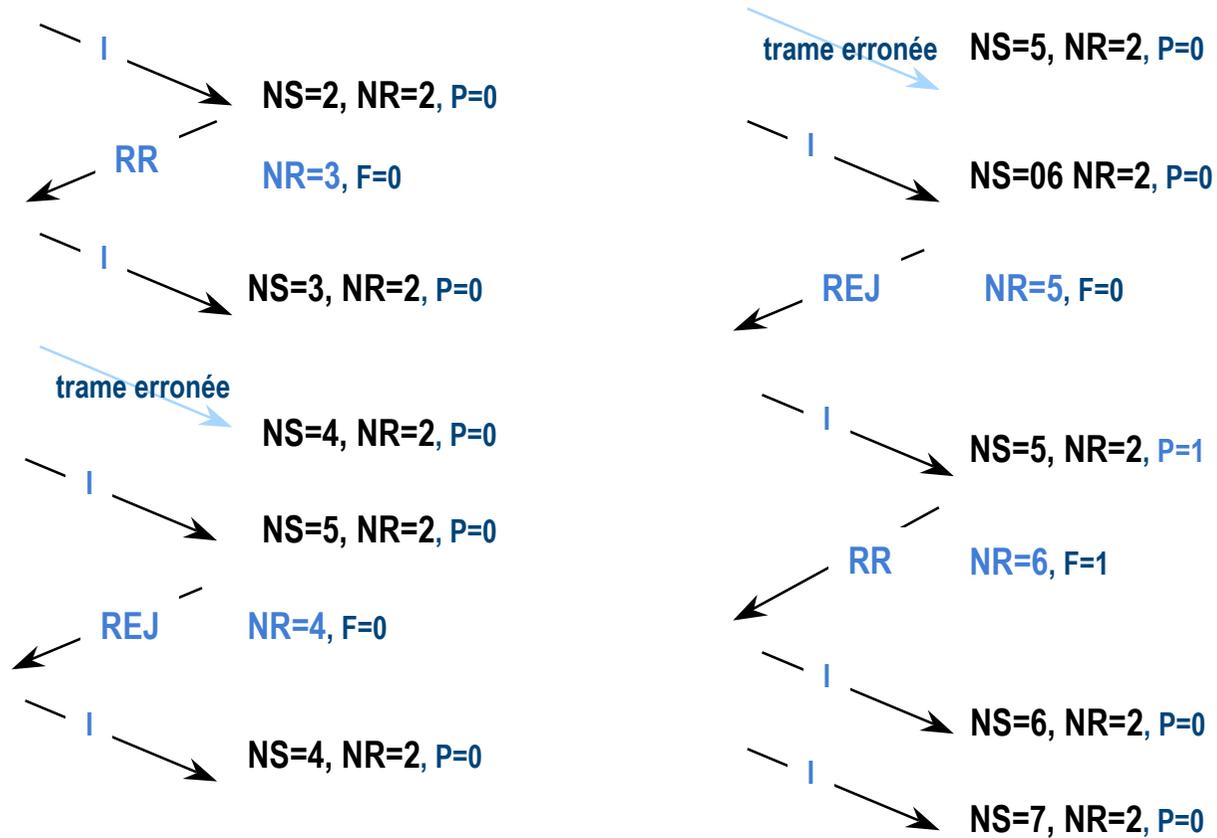
- on peut émettre 0, 1, 2
- on reçoit trame RR demandant 3
- on peut émettre 3, 4, 5
- on reçoit trame RR demandant 5
- on peut émettre 5, 6, 7
- on reçoit trame RR demandant 7
- on peut émettre 7, 0, 1
- etc ...

Contrôle de flux : exemple

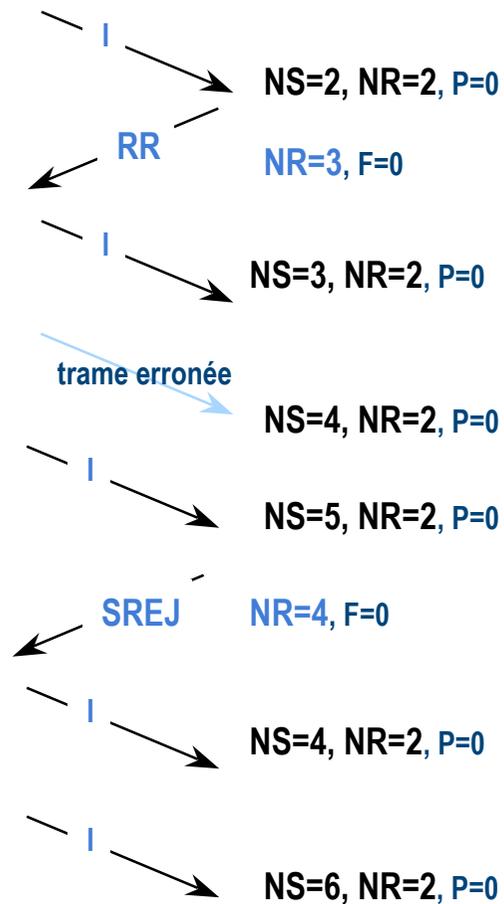


Correction d'erreurs par REJET

■ **W=3**



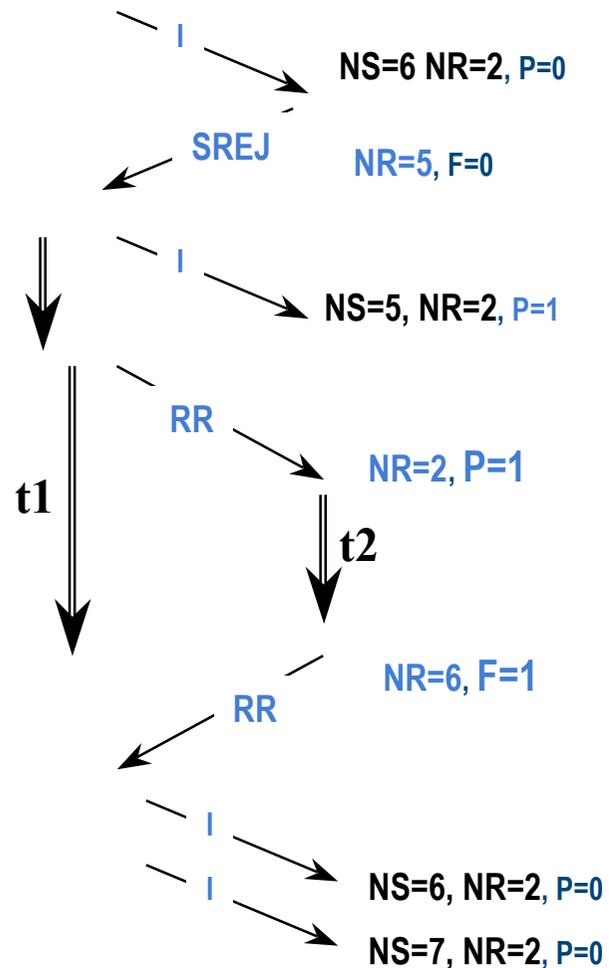
Contrôle d'erreurs par Rejet selectif



■ 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



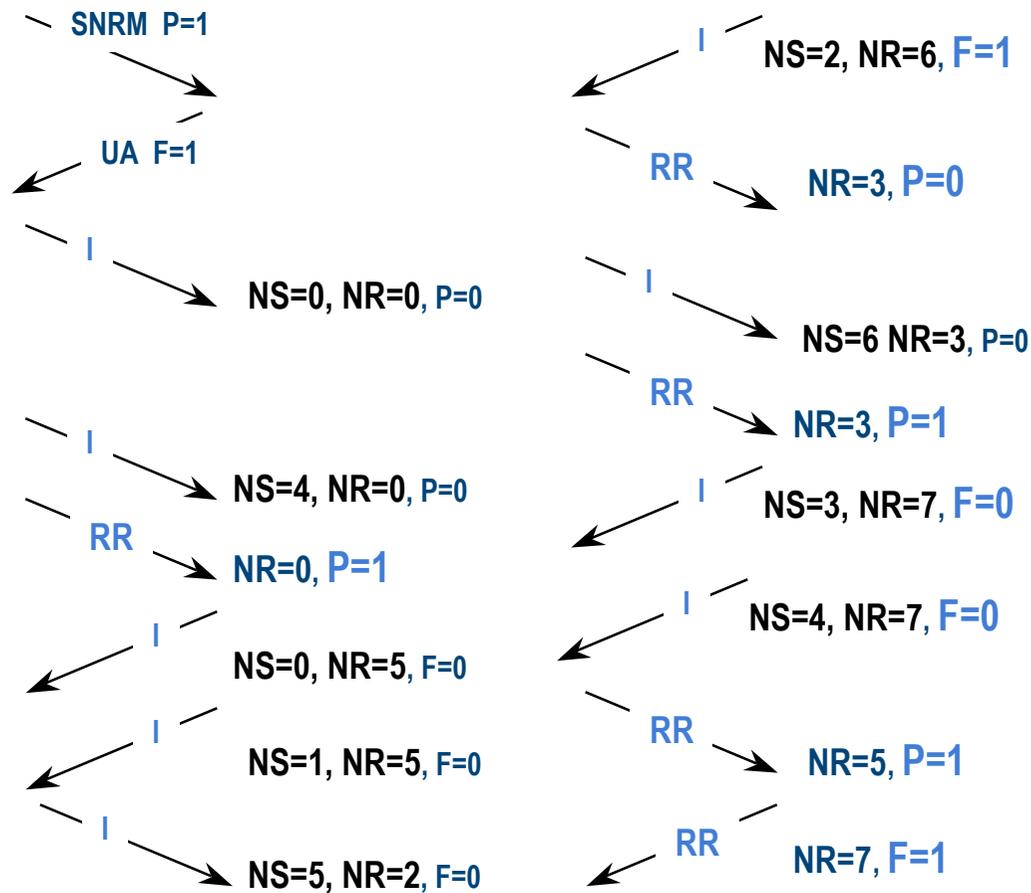
■ Permet de vérifier le séquençement

- 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):

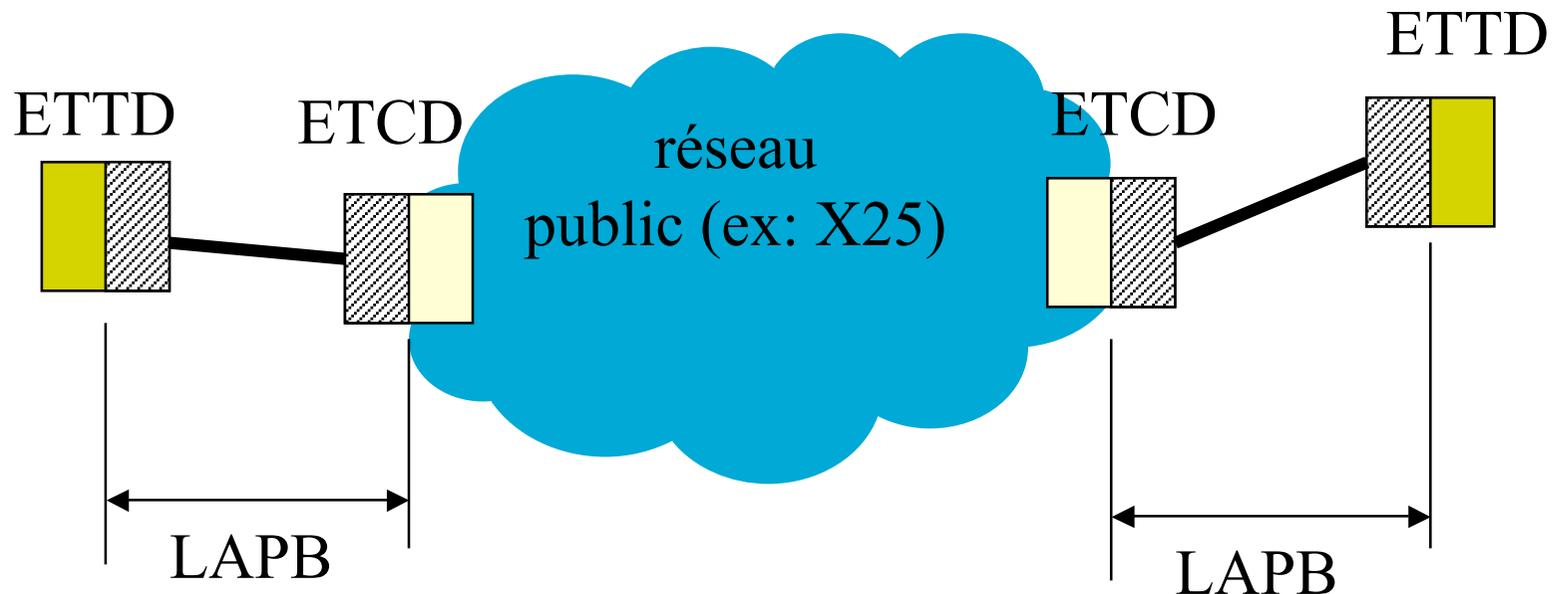
```
| Captured at: +00:00.048
| Length: 4    From: User    Status: Ok
| OFFSET DATA                                ASCII
| 0000: 36 CF CE D3                               6...
```

- 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



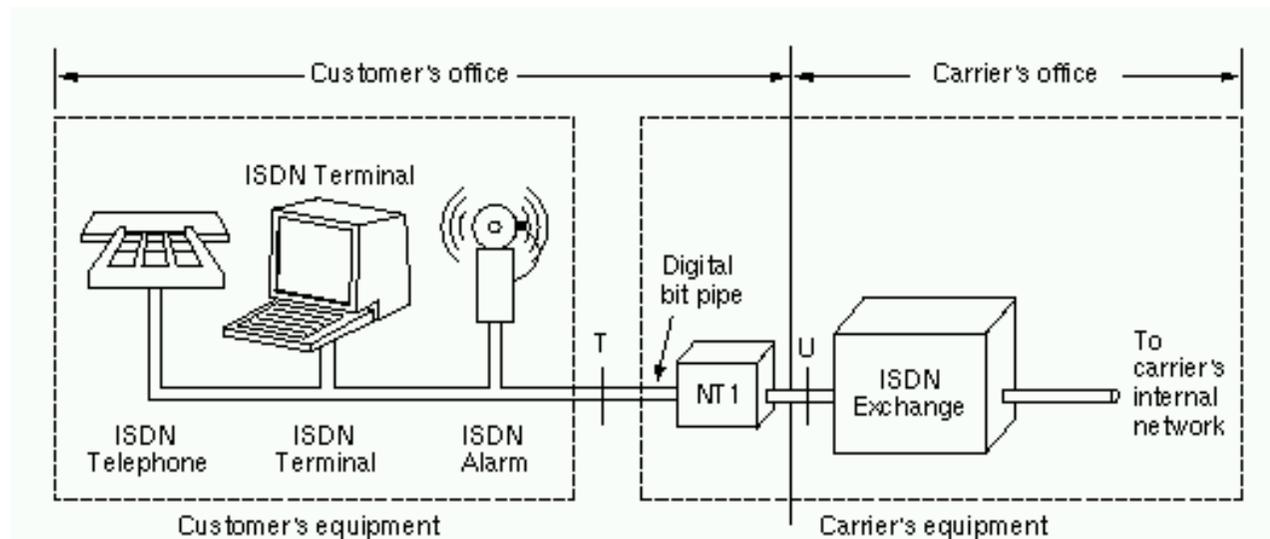
LAPB - con't

- **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

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

LAPD

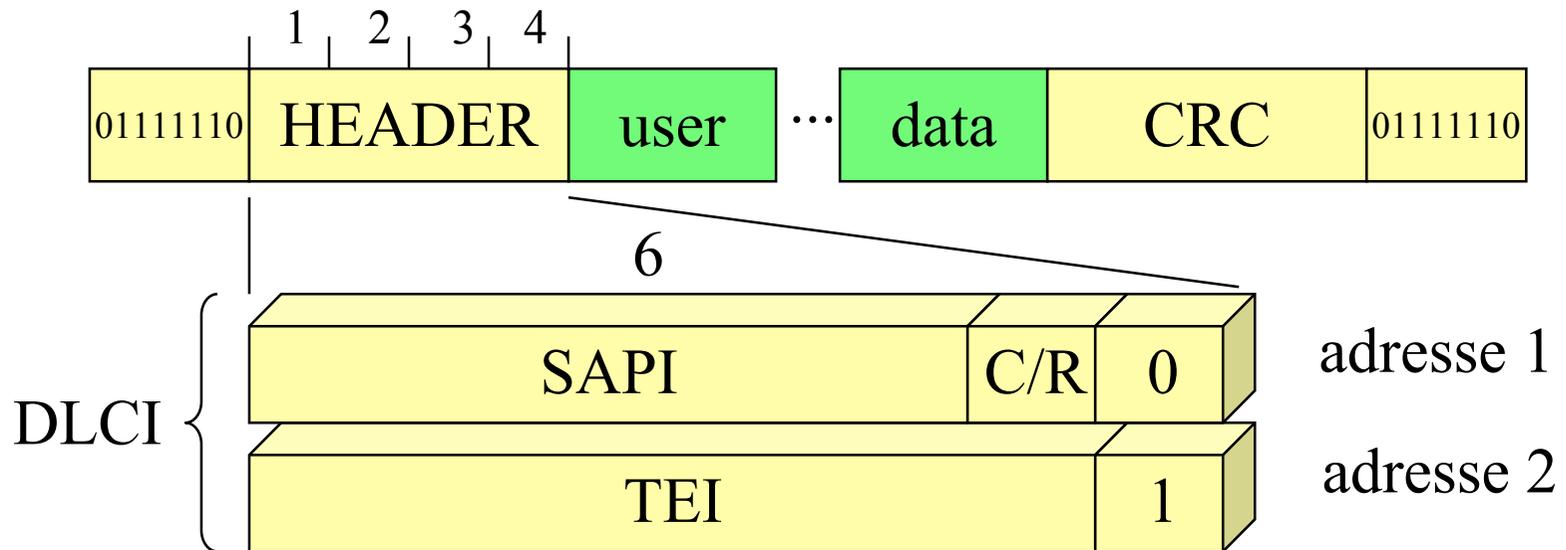
- **Link Access Procedure D-channel, sous-ensemble de HDLC pour le RNIS (ISDN)**



- **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.

