

WAN : HDLC

(High level Data Link Layer)

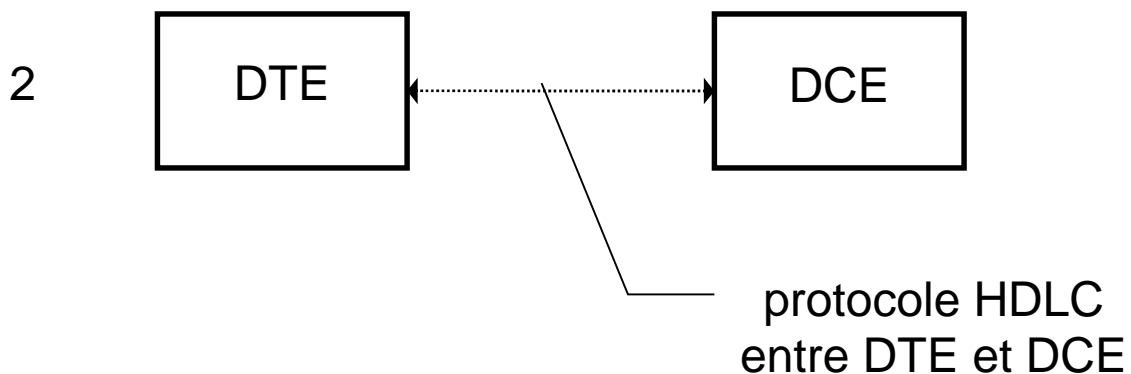
Le but de ce paragraphe est de détailler le fonctionnement d'un protocole de couche 2 très utilisé : **protocole HDLC**.

D'autres protocoles très proches de HDLC existent :

- SDLC (Synchronous Data Link Control - IBM)
- LAPD (Link Access Procedure on the D-channel - RNIS)
- V.42 (Link Access Procedure for Modems - CCITT)

...

Remarque : Afin d'éviter de devoir donner un nom différent à chaque entité des différentes couches, on convient de réutiliser DTE et DCE :



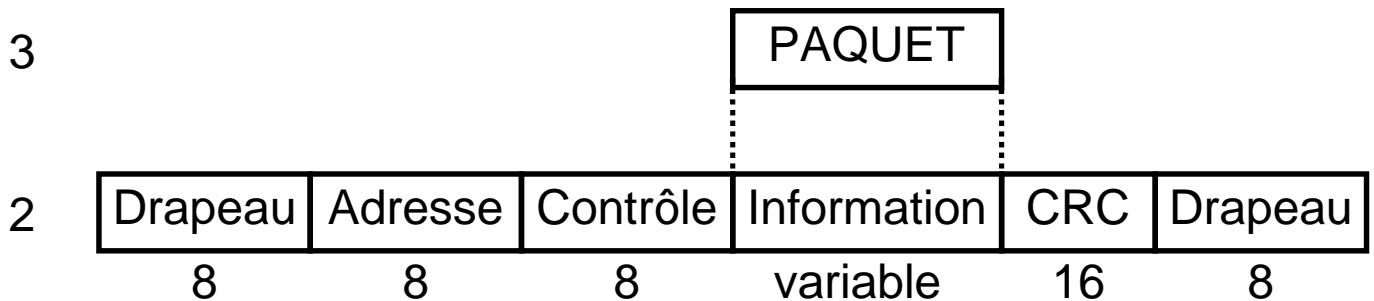
Ce protocole transmet des blocs orientés bits et exige la couche physique suivante :

- interface point à point
- synchrone
- duplex intégral
- compatible avec l'avis V.24.

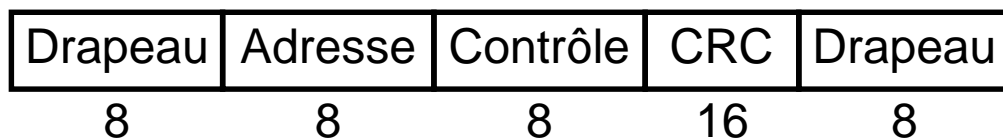
1 Éléments de protocole

a) Format de trame

Les trames transportant un **paquet** ont le format suivant :

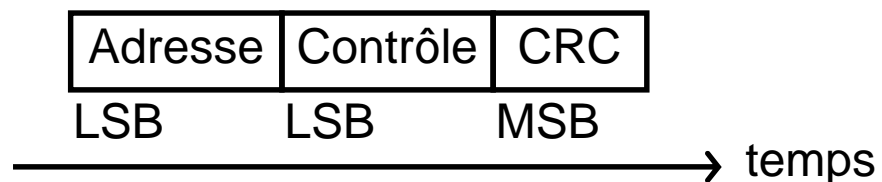


Les trames de supervision et de commande n'ont que 5 champs:



CRC utilisé : CRC-CCITT

L'ordre d'émission est le suivant :



Une trame est **incorrecte** si elle contient **moins de 32 bits** entre 2 drapeaux.

La station réceptrice doit **ignorer** :

- une trame dont le **CRC est faux**
- une trame **contenant moins de 32 bits**
- une trame annulée (abort)

b) Champ de contrôle

Ce champ indique le type de trame :

- trame **I** (Information) pour le transfert de paquet
- trame **S** (Supervision) pour les fonctions de supervision (accuser réception, demander un arrêt)
- trame **U** (Unnumbered) pour les fonctions de commande sans numéro de séquence (établissement, libération)

Commande / Réponse			CODAGE							TYPE		
			MSB				LSB			hexa		
C	Information	I	N(R)	P	N(S)	0	0	0	1	pair	I	
R	Receiver Ready	RR	N(R)	F	0	0	0	0	1	X1	S	
R	Receiver Not Ready	RNR	N(R)	F	0	1	0	0	1	X5		
R	Reiect	REJ	N(R)	F	1	0	0	0	1	X9		
C	Set Async Balanced Mode	SABM	0	0	1	P	1	1	1	1	2F	U
R	Unnumbered Acknowledge	UA	0	1	1	F	0	0	1	1	63	
C	Disconnect	DISC	0	1	0	P	0	0	1	1	43	
R	Disconnected Mode	DM	0	0	0	F	1	1	1	1	0F	
R	Frame Reiect	FRMR	1	0	0	F	0	1	1	1	87	

I	seules ces trames possèdent un champ information qui contient le paquet de la couche supérieure.
N(S)	numéro de la trame I envoyée
RR	acquitte une ou des trames I reçues lorsque la station n'a aucun paquet à envoyer
RNR	signale à l'émetteur opposé que le récepteur local n'est plus apte à recevoir de nouveaux paquets
REJ	utilisé lorsque le numéro de trame reçue N(S) est différent du numéro de trame attendue V(R)
N(R)	numéro de la prochaine trame I attendue; acquitte toutes les trames en séquence jusqu'à N(R) - 1
SABM	commande d'établissement et d'initialisation de la liaison
DISC	commande de libération de la liaison
UA	acquittement positif aux commandes de type U
DM	la station est dans l'état libéré (liaison non établie)
FRMR	demande l'initialisation de la liaison à la suite d'une erreur sans reprise possible.

c) Champ d'adresse

La colonne de gauche (Command Response) indique si la trame est une :

- commande : I, SABM, DISC
- réponse : RR, RNR, REJ, UA, DM, FRMR

En fait, le protocole HDLC prévoit que les trames S (RR, RNR, REJ) sont soit des réponses (majorité des cas) soit des commandes (voir §3 d)

Le champ d'adresse permet de distinguer, dans ce cas, entre commande ou réponse :

	C	R
DTE → DCE	01	03
DCE → DTE	03	01

Toute trame reçue, dont le champ d'adresse est différent de 01 ou 03, doit être ignorée.

2 Paramètres

a) Temporisateur T_1 :

Un temporisateur, de durée T_1 , est armé à l'émission d'une commande.

Dans le cas normal, cette commande est acquittée avant l'expiration de T_1 , qui est alors désarmé.

Dans le cas contraire, une retransmission est effectuée (avec $P=1$).

bit P (Poll bit) bit d'invitation à émettre

bit F(Final bit) bit de fin

Voir également §3 b.

b) Nombre maximal de retransmission N_2 :

Ce paramètre indique le nombre maximal de retransmissions qu'une station peut entreprendre.

Voir également §3 e.

c) Longueur maximale N_1 d'une trame I :

Les trames I ont une longueur maximale (en bit) à ne pas dépasser.

Voir également §3 f.

d) Fenêtre de contrôle d'erreur k :

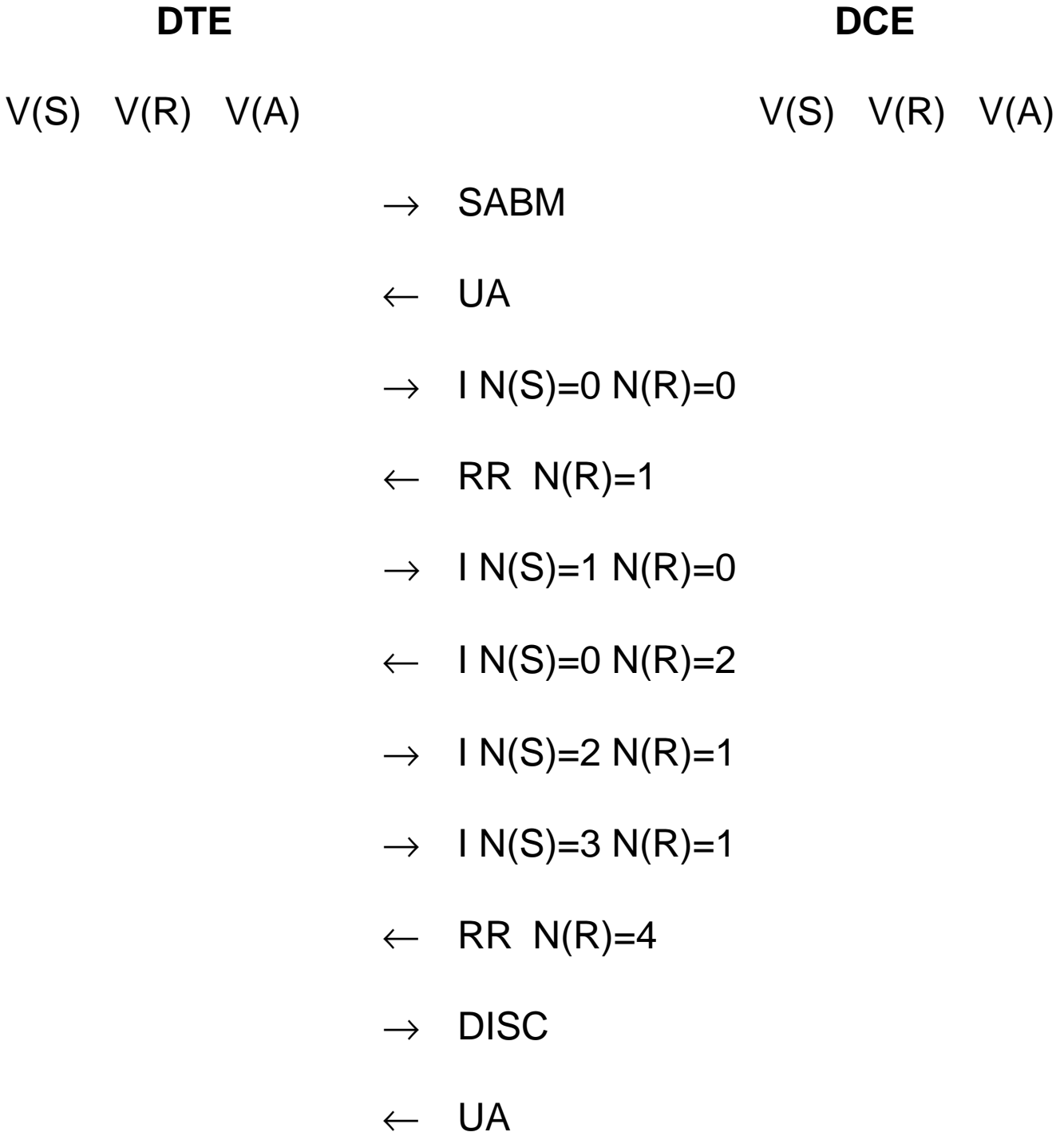
Il s'agit du nombre maximal k de paquets autorisés à être émis sans attendre les accusés de réception correspondants.

Voir également §3 c.

Les paramètres N_1 et k permettent de **dimensionner les tampons**.

3 Echanges entre DTE et DCE

a) Fonctionnement normal (sans erreur) :



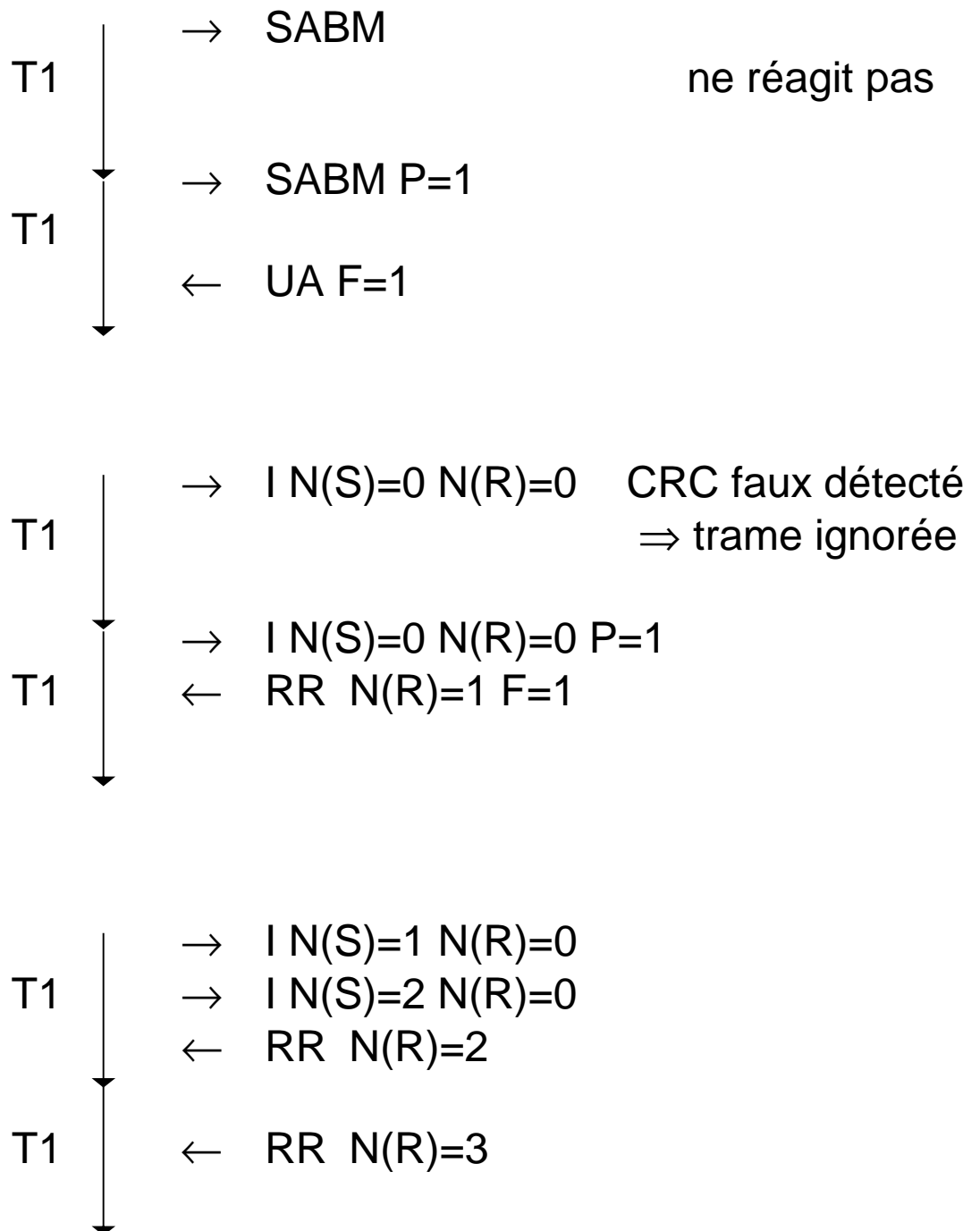
Ce protocole, orienté connexion, comprend 3 phases :

- établissement (link set up)
ordonné par SABM et acquitté par UA.
==> niveau 2 entre DTE et DCE est établi.
A cet instant, chaque station doit initialiser ses variables locales $V(S)$, $V(R)$, $V(A)$.
- transfert (transfert)
de trames I qui peuvent être acquittées de 2 façons :
 - par l'envoi d'une trame I
 - par l'envoi d'une trame RR
- libération (link disconnection)
commandée par DISC et acquittée par UA.
==> niveau 2 entre DTE et DCE est libéré.

b) Reprise par temporisateur T₁, bit P/F

DTE

DCE



c) Erreur de séquence

DTE

DCE

→ SABM

← UA

→ I N(S)=1 N(R)=0

← REJ N(R)=0

→ I N(S)=0 N(R)=0

← RR N(R)=1

→ I N(S)=1 N(R)=0

CRC faux

→ I N(S)=2 N(R)=0

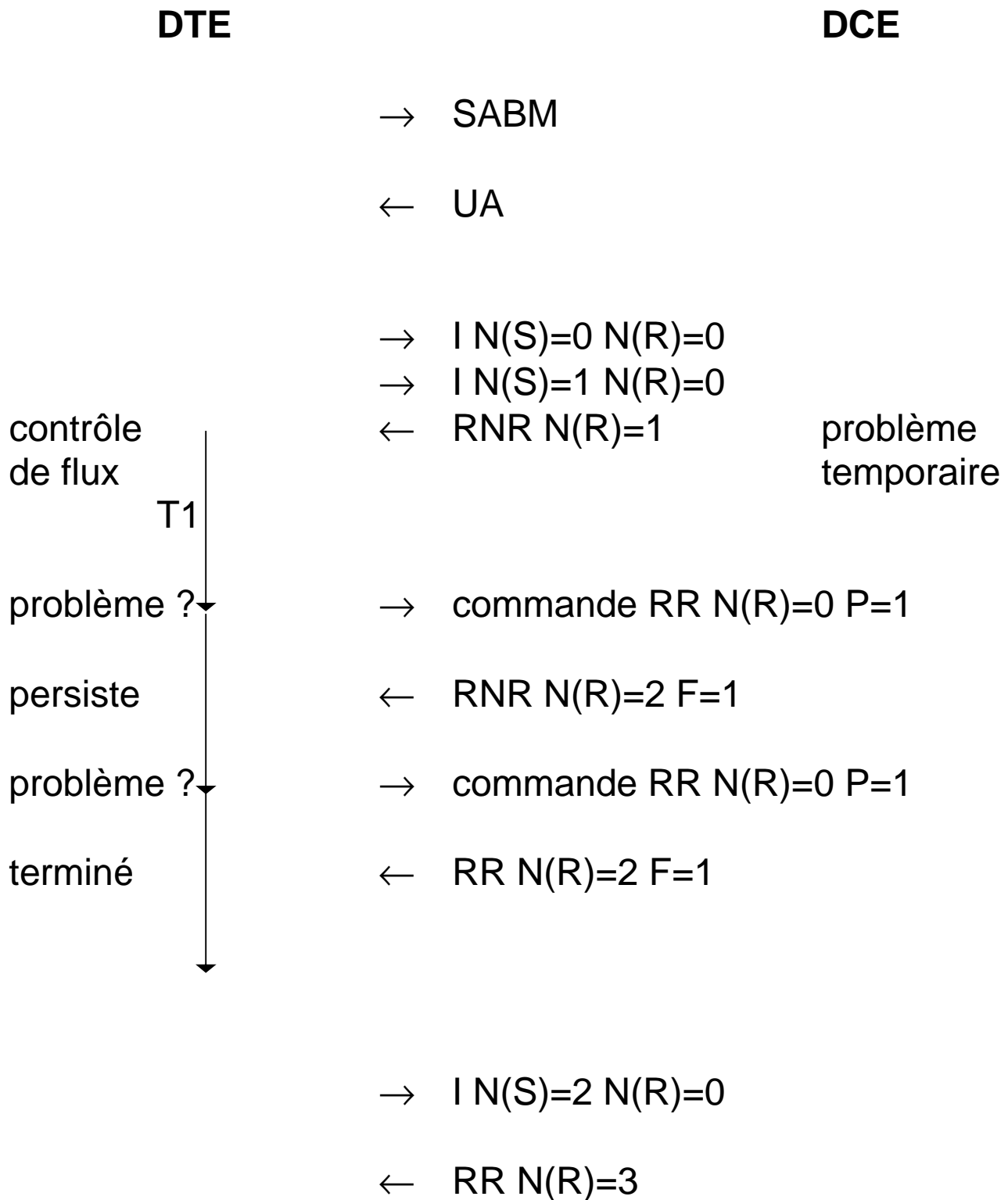
← REJ N(R)=1

→ I N(S)=1 N(R)=0

→ I N(S)=2 N(R)=0

← RR N(R)=3

d) Récepteur pas prêt



e) Initialisation de la liaison

DTE

DCE

→ SABM

← UA

→ I N(S)=0 N(R)=0

← RR N(R)=1

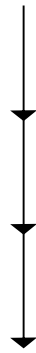
→ I N(S)=1 N(R)=0

→ I N(S)=1 N(R)=0 P=1

→ I N(S)=1 N(R)=0 P=1

→ I N(S)=1 N(R)=0 P=1

N2 x T1



initialisation
liaison

→ SABM

← UA

→ I N(S)=0 N(R)=0

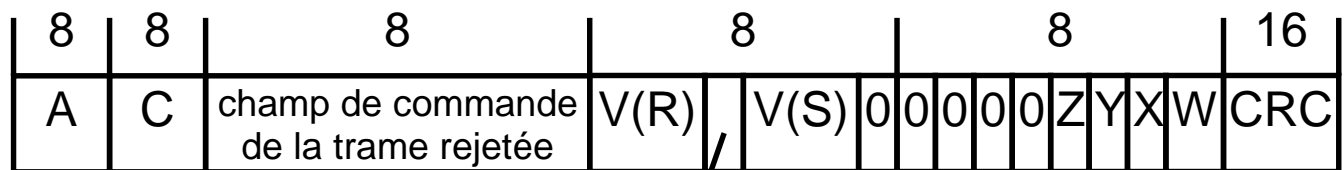
← RR N(R)=1

f) FRMR

Cette réponse va signaler une condition d'erreur ne pouvant pas être corrigée par la retransmission de la trame identique.

Elle signale une **erreur grave causée par la station opposée**.

Format de la trame FRMR :



trame rejetée = commande → 0
trame rejetée = réponse → 1

V(R) et V(S) : variables locales de la station envoyant FRMR

Z = 1 ⇒ réception d'un **N(R) non valable**

W = 1 ⇒ réception d'une **trame non valable**
(champ de contrôle)

Y = 1 ⇒ réception d'une **trame I dont la taille dépasse N₁**

X=W=1 ⇒ réception d'une trame qui a un **champ information pas autorisé**
(trame S ou U de longueur incorrecte)

g) Réception d'un N(R) non valable

DTE		DCE	
		V(S)	V(A)
	→ SABM	0	0
	← UA		
	← I N(S)=0 N(R)=0	1	
	→ RR N(R)=1		1
	→ I N(S)=0 N(R)=0 01 00 ...		
	← FRMR 01 87 00 02 08 V(R)=0 V(S)=1 Z=1		
initialisation	→ SABM		
liaison	← UA		
	→ I N(S)=0 N(R)=0		
	← RR N(R)=1		

4 Autres protocoles

Le protocole HDLC (1977) est en fait une variante du protocole **SDLC (Sync. Data Link Control)** développé par IBM.

Celui-ci permet l'échange de données entre un serveur et des terminaux formant une configuration multipoint ⇒
Le champ d'adresse, le bit Poll/Final ont alors tout leur sens !

Un protocole de niveau 2 a été normalisé pour les réseaux locaux (LAN) : **LLC (Logical Link Control)**.

Les modems compatibles Hayes, en supportant le protocole V.42, utilisent soit le protocole propriétaire MNP4 (Microcom Network Protocols), soit le protocole **LAPM (Link Access Protocol for Modem)**.

Le Réseau Numérique à Intégration de Services utilise pour le canal D de signalisation le protocole **LAPD (Link Access Protocol for D channel)** et pour le canal B la norme V.120 (inspiré de LAPD).