



UNION INTERNATIONALE DES TÉLÉCOMMUNICATIONS

**UIT-T**

SECTEUR DE LA NORMALISATION  
DES TÉLÉCOMMUNICATIONS  
DE L'UIT

**V.76**

(08/96)

SÉRIE V: COMMUNICATIONS DE DONNÉES SUR LE  
RÉSEAU TÉLÉPHONIQUE

Interfaces et modems pour la bande vocale

---

**Multiplexeur générique utilisant les procédures  
basées LAPM de la Recommandation V.42**

Recommandation UIT-T V.76

(Antérieurement «Recommandation du CCITT»)

---

RECOMMANDATIONS UIT-T DE LA SÉRIE V  
COMMUNICATIONS DE DONNÉES SUR LE RÉSEAU TÉLÉPHONIQUE

- 1 – Considérations générales
- 2 – **Interfaces et modems pour la bande vocale**
- 3 – Modems à large bande
- 4 – Contrôle d'erreur
- 5 – Qualité de transmission et maintenance
- 6 – Interfonctionnement avec d'autres réseaux

*Pour plus de détails, voir la Liste des Recommandations de l'UIT-T.*

## AVANT-PROPOS

L'UIT-T (Secteur de la normalisation des télécommunications) est un organe permanent de l'Union internationale des télécommunications (UIT). Il est chargé de l'étude des questions techniques, d'exploitation et de tarification, et émet à ce sujet des Recommandations en vue de la normalisation des télécommunications à l'échelle mondiale.

La Conférence mondiale de normalisation des télécommunications (CMNT), qui se réunit tous les quatre ans, détermine les thèmes d'études à traiter par les Commissions d'études de l'UIT-T lesquelles élaborent en retour des Recommandations sur ces thèmes.

L'approbation des Recommandations par les Membres de l'UIT-T s'effectue selon la procédure définie dans la Résolution n° 1 de la CMNT (Helsinki, 1<sup>er</sup>-12 mars 1993).

La Recommandation UIT-T V.76 que l'on doit à la Commission d'études 14 (1993-1996) de l'UIT-T, a été approuvée le 16 août 1996 selon la procédure définie dans la Résolution n° 1 de la CMNT.

---

## NOTES

1. Dans la présente Recommandation, l'expression «Administration» est utilisée pour désigner de façon abrégée aussi bien une administration de télécommunications qu'une exploitation reconnue de télécommunications.
2. Les annexes et appendices des Recommandations de la série V ont le statut suivant:
  - une *annexe* fait partie intégrante de la Recommandation;
  - un *appendice* ne fait pas partie intégrante de la Recommandation et ne fournit que des informations ou explications complémentaires propres à cette Recommandation.

© UIT 1997

Droits de reproduction réservés. Aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie et les microfilms, sans l'accord écrit de l'UIT.

## TABLE DES MATIÈRES

|    |   | <i>Page</i> |
|----|---|-------------|
| 1  | Domaine d'application.....  | 1           |
|    | 1.1 Généralités .....   | 1           |
|    | 1.2 Rapport avec d'autres normes internationales et Recommandations ..... | 1           |
| 2  | Définitions.....  | 1           |
| 3  | Abréviations .....  | 1           |
| 4  | Aperçu général des opérations de multiplexage et des services.....        | 2           |
|    | 4.1 Généralités .....   | 2           |
|    | 4.2 Aperçu général de l'utilisateur du service (SU) .....                 | 3           |
|    | 4.3 Aperçu général de la fonction de multiplexage (MF).....               | 3           |
|    | 4.4 Communication entre le SU et la MF .....                              | 4           |
| 5  | Plate-forme de multiplexage et structure de trame.....                    | 5           |
|    | 5.1 Structure et champs de trame de base .....                            | 5           |
|    | 5.2 Conventions de format.....  | 7           |
|    | 5.3 Trames non valables .....   | 8           |
|    | 5.4 Abandon de trames .....   | 9           |
|    | 5.5 Remplissage de temps entre trames .....                               | 9           |
| 6  | Éléments de procédure et formats des champs.....                          | 9           |
|    | 6.1 Format du champ d'adresse.....  | 9           |
|    | 6.2 Format du champ de commande.....                                      | 10          |
|    | 6.3 Paramètres du champ de commande et variables d'état associées .....   | 11          |
|    | 6.4 Types de trames .....   | 12          |
|    | 6.5 Utilisation des temporisateurs.....                                   | 16          |
| 7  | Procédures DLC .....  | 16          |
|    | 7.1 Etablissement d'une connexion de liaison de données.....              | 17          |
|    | 7.2 Transfert d'information .....   | 19          |
|    | 7.3 Libération correcte d'une DLC .....                                   | 19          |
|    | 7.4 Etat de déconnexion.....  | 20          |
|    | 7.5 Collision entre commandes et réponses non numérotées.....             | 20          |
|    | 7.6 Procédures d'échange d'identifications .....                          | 20          |
|    | 7.7 Essai en boucle .....   | 21          |
| 8  | Modes de transfert d'information .....                                    | 21          |
|    | 8.1 Mode de reprise sur erreur.....                                       | 21          |
|    | 8.2 Mode sans reprise sur erreur sans accusé de réception.....            | 28          |
|    | 8.3 Transfert de l'information de commande d'utilisateur.....             | 28          |
|    | 8.4 Procédures additionnelles de transfert d'information.....             | 28          |
| 9  | Paramètres du système de la fonction de multiplexage.....                 | 31          |
|    | 9.1 Temporisateur d'accusé de réception (T401) .....                      | 31          |
|    | 9.2 Nombre maximal de retransmissions (N400) .....                        | 31          |
|    | 9.3 Nombre maximal d'octets dans un champ d'information (N401) .....      | 31          |
|    | 9.4 Dimension de la fenêtre (k) .....                                     | 32          |
|    | 9.5 Temporisateur de délai de réponse (T402) – Facultatif .....           | 32          |
|    | 9.6 Temporisateur d'inactivité (T403) – Facultatif .....                  | 32          |
|    | 9.7 Valeurs DLCI .....  | 32          |
|    | 9.8 Mode de fonctionnement .....  | 32          |
| 10 | Négociation des procédures facultatives .....                             | 32          |

|  |    |
|--|----|
| Annexe A – Fonctionnement facultatif en mode suspension/reprise .....  | 33 |
| A.1 Introduction .....   | 33 |
| A.2 Abréviations.....  | 33 |
| A.3 Fonctionnement de la procédure suspension/reprise .....  | 33 |
| A.4 Cas d'erreur avec suspension/reprise .....   | 35 |
| A.5 Interfonctionnement du protocole suspension/reprise avec le format de trame de base .....                        | 37 |
| A.6 Performance de reprise sur erreur .....  | 37 |
| Annexe B – Procédures et codage pour la transmission des signaux d'interruption.....                                 | 37 |
| B.1 Procédures de transfert de signaux d'interruption.....   | 37 |
| B.2 Codage de l'information d'interruption .....   | 39 |
| Annexe C – Procédures optionnelles et valeurs des paramètres pour le fonctionnement avec la Recommandation V.70..... | 41 |
| Appendice I – Retransmission des données .....   | 42 |
| I.1 Introduction .....   | 42 |
| Appendice II – Ajouts pour un type de trame «information non numérotée avec contrôle d'en-tête» .....                | 46 |
| II.1 Introduction .....  | 46 |
| II.2 Abréviations.....   | 46 |
| II.3 Modifications pour l'option UIH .....   | 46 |
| Appendice III – Référence croisée entre les Recommandations V.76 et V.42.....  | 48 |



# MULTIPLEXEUR GÉNÉRIQUE UTILISANT LES PROCÉDURES BASÉES LAPM DE LA RECOMMANDATION V.42

(Genève, 1996)

## 1 Domaine d'application

### 1.1 Généralités

La présente Recommandation décrit un ensemble de procédures à utiliser entre stations équivalentes pour le multiplexage simultané de plusieurs trains d'information. Ces procédures sont fondées sur des procédures LAPM V.42, mais sont indépendantes de l'application nécessitant un support de multiplexage. Elles offrent deux modes principaux de transfert d'information: le mode de reprise sur erreur (ERM, *error-recovery mode*) et le mode de non-reprise sur erreur sans accusé de réception (UNERM, *unacknowledged non error-recovery mode*).

Le mode de transfert d'information est choisi indépendamment pour chaque train d'information; d'autres caractéristiques peuvent également être choisies de la même manière. Tous les trains utilisent une plate-forme de multiplexage commune.

### 1.2 Rapport avec d'autres normes internationales et Recommandations

Le protocole défini dans la présente Recommandation peut être spécifié en termes de formats et procédures de commande de liaison de données à haut niveau (HDLC). Il utilise notamment la classe asynchrone asymétrique (BAC, *balanced a synchronous class*) des procédures HDLC avec les «fonctions facultatives» HDLC (1, 2, 4, 7, 8, 10, 18 et 19 pour les fonctions de base et 3.1, 3.3, 12, 14 et 20 pour les fonctions optionnelles).

## 2 Définitions

La présente Recommandation définit les termes suivants.

**2.1 demandeur:** rôle joué par une fonction de multiplexage (MF, *multiplex function*) qui détermine ses modalités d'exploitation pour différentes fonctions. L'information permettant de déterminer qu'une station assume ce rôle est fournie à la MF par des moyens non spécifiés dans la présente Recommandation. Les deux stations parties à une instance de communication assument des rôles opposés.

**2.2 destinataire:** rôle joué par une MF qui détermine ses modalités d'exploitation pour différentes fonctions. L'information permettant de déterminer qu'une station assume ce rôle est fournie à la MF par des moyens non spécifiés dans la présente Recommandation. Les deux stations parties à une instance de communication assument des rôles opposés.

## 3 Abréviations

La présente Recommandation utilise les abréviations suivantes.

|      |   |
|------|---|
| C/R  | Commande/réponse  |
| CRC  | Contrôle de redondance cyclique                                 |
| ETCD | Équipement de terminaison de circuit de données                 |
| DISC | (Trame de) déconnexion [ <i>disconnect (frame)</i> ]            |
| DLC  | Connexion de liaison de données ( <i>data link connection</i> ) |

|        |   |
|--------|---|
| DLCI   | Identificateur de connexion de liaison de données ( <i>data link connection identifier</i> )                    |
| DM     | (Trame en) mode déconnexion [ <i>disconnect mode (frame)</i> ]  |
| ETTD   | Équipement terminal de traitement de données  |
| EA     | Extension d'adresse   |
| ERM    | Mode de reprise sur erreur ( <i>error-recovery mode</i> )   |
| FCS    | Séquence de contrôle de trame ( <i>frame check sequence</i> )   |
| FRMR   | (Trame de) rejet de trame [ <i>frame reject (frame)</i> ]   |
| HDLC   | Commande de liaison de données à haut niveau ( <i>high-level data link control</i> )                            |
| I      | (Trame d') information  |
| LAPM   | Procédure d'accès à la liaison pour les modems ( <i>link access procedure for modems</i> )                      |
| MF     | Fonction de multiplexage ( <i>multiplexing function</i> )   |
| m-SREJ | (Procédure de) rejet sélectif multiple [ <i>multi-selective reject (procedure)</i> ]                            |
| REJ    | (Trame de) rejet  |
| RNR    | (Trame) non prêt à recevoir [ <i>receive not ready (frame)</i> ]  |
| RR     | (Trame) prêt à recevoir [ <i>receive ready (frame)</i> ]  |
| SABME  | (Trame de) mise en mode asynchrone symétrique étendu [ <i>set asynchronous balanced mode extended (frame)</i> ] |
| SREJ   | (Trame de) rejet sélectif [ <i>selective reject (frame)</i> ]   |
| s-SREJ | (Procédure) de rejet sélectif unique [ <i>single-selective reject (procedure)</i> ]                             |
| SU     | Utilisateur du service ( <i>service user</i> )  |
| UA     | (Trame d') accusé de réception non numéroté [ <i>unnumbered acknowledgement (frame)</i> ]                       |
| UI     | (Trame d') information non numérotée [ <i>unnumbered information (frame)</i> ]                                  |
| UNERM  | Mode de non-reprise sur erreur sans accusé de réception ( <i>unacknowledged non error-recovery mode</i> )       |
| XID    | (Trame d') échange d'identifications [ <i>exchange identification (frame)</i> ]                                 |

## 4 Aperçu général des opérations de multiplexage et des services

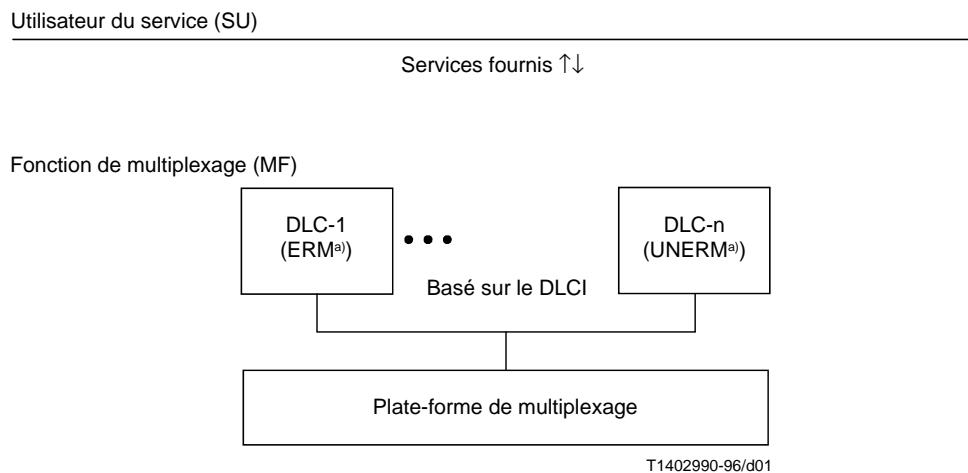
### 4.1 Généralités

On peut considérer l'opération de multiplexage décrite dans la présente Recommandation comme composée de deux parties:

- a) une «plate-forme» de multiplexage, qui fournit un noyau de fonctions de délimitation de trame, de protection contre la corruption des bits et de multiplexage et démultiplexage de trains d'information multiples appelés connexions de liaison de données (DLC, *data link connections*);
- b) une entité DLC par DLC pour mettre en œuvre les procédures d'établissement d'une DLC (y compris la négociation/l'indication de paramètres et fonctions appropriés comme le choix du mode ERM ou UNERM) de transfert d'information dans le mode choisi et de libération de la DLC.



Cela est illustré par la Figure 1.



<sup>a)</sup> Le choix d'un mode d'exploitation pour une DLC est indépendant d'autres choix faits pour d'autres DLC.

FIGURE 1/V.76

### Division de l'opération de multiplexage

Les opérations de multiplexage sont assurées par une fonction de multiplexage (MF), qui fournit l'ensemble de services qui en résulte à une «couche supérieure» appelée, pour les besoins de la présente Recommandation, utilisateur du service (SU). Le SU est chargé de demander les services de la MF d'une manière significative pour une application donnée.

#### 4.2 Aperçu général de l'utilisateur du service (SU)

La spécification du SU pour des applications données dépasse le cadre de la présente Recommandation. On en trouvera toutefois une description générique ci-après, visant à donner le contexte dans lequel la MF assure ses services.

Le SU est chargé de demander des services de la MF. Il peut demander les suivants:

- établissement d'une DLC entre la station et son homologue afin d'établir une voie de commande ou de transférer des informations caractérisées par différents paramètres, il peut être établi plus d'une DLC (le nombre maximal dépend de la mise en œuvre);
- transfert d'informations en mode ERM ou UNERM;
- libération d'une DLC.

Le SU doit indiquer à la MF si la station va jouer le rôle de demandeur ou de destinataire pour différentes procédures MF.

Le SU est également chargé de transférer des informations de supervision/commande de deux types. Le premier type affecte un DLCI précis (par exemple, rupture pour une voie de données) et est envoyé sur ce DLCI. Le deuxième type concerne tous les DLCI dans leur ensemble ou est indépendant de tout DLCI (par exemple, libération de tous les DLCI avec un seul message); il est envoyé sur un DLCI séparé de ceux qui transportent des informations d'utilisateur. Ces fonctions SU sont transparentes à la MF.

#### 4.3 Aperçu général de la fonction de multiplexage (MF)

Les procédures de multiplexage exposées dans la présente Recommandation ont les fonctions suivantes:

- délimitation, verrouillage et transparence de trames;
- fourniture de DLC multiples, discrimination entre ces connexions au moyen d'un identificateur de connexion de liaison de données (DLCI) contenu dans chaque trame;

- c) détection des erreurs de transmission;
- d) initialisation et libération d'une DLC;
- e) sélection indépendante du mode ERM ou UNERM pour chaque DLC;
- f) négociation/indication des valeurs de paramètres et des procédures facultatives liées au fonctionnement des DLC;
- g) transfert de l'information d'utilisateur;
- h) détection d'erreurs de format et de fonctionnement;
- i) transfert transparent d'informations ou de protocoles de couche supérieure; et
- j) lors du transfert d'informations en mode ERM:
  - reprise sur erreurs de transmission, de format et de fonctionnement détectées, avec notification d'erreurs incorrigibles;
  - commande de séquence;
  - contrôle de flux.

Sur la Figure 1, les rubriques a), b) et c) constituent la plate-forme de multiplexage; les autres constituent l'exploitation de chaque DLC.

#### 4.4 Communication entre le SU et la MF

Des primitives sont spécifiées ici à titre d'exemple, pour montrer de façon abstraite comment les capacités de la MF sont vues par le SU. L'utilisation de primitives n'est **pas** destinée à entraîner des contraintes de mise en œuvre.

Les primitives sont indiquées dans le Tableau 1.

TABLEAU 1/V.76

#### Primitives pour la communication entre le SU et la MF

| Service   | Primitive   | Type   | Paramètres <sup>a)</sup>          |
|---|-------------|--|-----------------------------------|
| Etablir une DLC entre SU homologues   | L-ESTABLISH | – demande<br>– indication<br>– réponse<br>– confirmation                             | – données d'utilisateur<br>– mode |
| Transfert de données en mode ERM  | L-DATA      | – demande<br>– indication  | – données d'utilisateur           |
| Transfert de données en mode UNERM  | L-UNITDATA  | – demande<br>– indication  | – données d'utilisateur           |
| Libération d'une DLC  | L-RELEASE   | – demande<br>– indication  | – données d'utilisateur           |
| Transfert d'informations de commande  | L-SIGNAL    | – demande<br>– indication<br>– réponse <sup>b)</sup><br>– confirmation <sup>b)</sup> | – données d'utilisateur           |
| Négociation/indication des valeurs de paramètres et des procédures facultatives   | L-SETPARM   | – demande<br>– indication<br>– réponse<br>– confirmation                             | – données d'utilisateur           |
| Réalisation d'un essai de bouclage entre entités SU   | L-TEST      | – demande<br>– indication  | – données d'utilisateur           |
| <p>a) Les primitives concernent une DLC donnée. Bien que non spécifié ici comme paramètre, un mécanisme local est nécessaire pour adapter la DLC à un «identificateur de point d'extrémité de connexion» compris par le SU.</p> <p>b) La nécessité et l'utilisation des formes réponse et confirmation de la primitive L-SIGNAL dépendent du type d'information de commande à transférer.</p> |             |  |                                   |

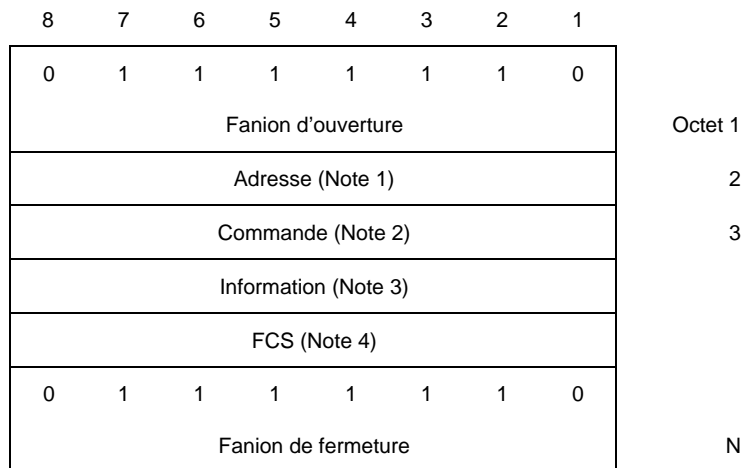
## 5 Plate-forme de multiplexage et structure de trame

La structure de trame et les procédures générales de fonctionnement de base de la MF sont spécifiées ci-après. Des modifications facultatives par rapport au fonctionnement de base sont spécifiées dans l'Annexe A et dans l'Appendice II.

### 5.1 Structure et champs de trame de base

#### 5.1.1 Structure de trame de base

Toutes les communications utilisant le format de trame de base sont établies à l'aide de la structure indiquée sur la Figure 2. Selon le type de trame, un champ d'information peut également être présent dans la trame.



#### NOTES

- 1 La dimension maximale de ce champ est limitée à deux octets.
- 2 Le champ de commande est de deux octets pour les types de trame ayant des numéros de séquence et d'un octet pour les types de trame sans numéros de séquence (voir 6.2).
- 3 Les trames ne contiennent pas toutes un champ d'information.
- 4 Le champ FCS peut avoir 8, 16 ou 32 bits de longueur.

FIGURE 2/V.76

#### Structure de trame de base

#### 5.1.2 Séquence de fanion et transparence

Toutes les trames utilisant la structure de trame de base sont délimitées par le schéma de bit unique «01111110», appelé fanion. Le fanion qui précède le champ d'adresse est dit fanion d'ouverture. Le fanion suivant le champ de séquence de contrôle de trame est dit fanion de fermeture. Le fanion de fermeture d'une trame peut également servir de fanion d'ouverture de la trame suivante.

La transparence est assurée par les émetteurs qui examinent le contenu de la trame entre les fanions d'ouverture et de fermeture et qui insèrent un élément binaire «0» après toutes les séquences de cinq bits «1» consécutifs. Le récepteur examine le contenu de la trame entre les fanions d'ouverture et de fermeture et ignore les bits «0» qui suivent directement cinq bits «1» consécutifs.

#### 5.1.3 Champ d'adresse

L'objectif principal du champ d'adresse est d'identifier, au moyen d'un DLCI, un train individuel d'information et l'entité DLC qui lui est associée. Le format de ce champ est défini au 6.1.

### 5.1.4 Champ de commande

Le champ de commande sert à faire la distinction entre différents types de trames. Ce champ est décrit plus en détail au 6.2.

### 5.1.5 Champ d'information

Selon le type de trame, un champ d'information peut également être présent dans la trame. Le nombre maximal d'octets dans ce champ est déterminé par le paramètre N401 (voir 9.3). En présence d'un champ d'information, il n'a pas à être de la taille maximale de N401 octets. Différentes valeurs maximales peuvent s'appliquer à chaque DLC.

### 5.1.6 Champ de séquence de contrôle de trame (FCS)

Ce champ utilise un polynôme CRC pour prévenir les erreurs sur les bits.

Si l'utilisation de longueurs spécifiques FCS a été indiquée par les deux stations, toutes les trames reçues doivent être contrôlées pour la conformité de toutes les longueurs utilisées. Voir 7.1.2.1.

#### 5.1.6.1 Séquence de contrôle de trame à 8 bits

Le champ FCS doit être la séquence de huit bits précédant le fanion de fermeture. La FCS à 8 bits doit être le complément à un de la somme (modulo 2) du:

- a) reste de la division (modulo 2) de  $x^k (x^7 + x^6 + x^5 + x^4 + x^3 + x^2 + x^1 + 1)$  par le polynôme générateur  $x^8 + x^2 + x + 1$ , où  $k$  est le nombre d'éléments binaires contenus dans la trame existant entre, mais n'incluant pas le dernier élément binaire du fanion d'ouverture et le premier élément de la FCS, à l'exclusion des éléments insérés pour la transparence;
- b) reste de la division (modulo 2), par le polynôme générateur,  $x^8 + x^2 + x + 1$ , du produit de  $x^8$  par le contenu de la trame existant entre, mais n'incluant pas le dernier élément binaire du fanion d'ouverture et le premier élément de la FCS, à l'exclusion des éléments insérés pour la transparence.

Comme exemple de réalisation, à l'émission, le contenu initial du registre du dispositif qui calcule le reste de la division est tout d'abord fixé à une valeur représentée par des «1». Il est ensuite modifié par division des champs d'adresse, de commande et d'information par le polynôme générateur (comme décrit précédemment). Le complément à 1 du reste ainsi obtenu est transmis comme la FCS de 8 éléments binaires.

Comme exemple de réalisation, à la réception, le contenu initial du dispositif qui calcule le reste est tout d'abord fixé à une valeur représentée par des «1». Le reste final, après multiplication par  $x^8$ , puis division (modulo 2) par le polynôme générateur  $x^8 + x^2 + x + 1$  de la suite des éléments binaires protégés reçus et de la FCS doit être de 11110011 (respectivement de  $x^7$  à  $x^0$ ), en l'absence d'erreurs de transmission.

#### 5.1.6.2 Séquence de contrôle de trame à 16 bits

Le champ FCS doit être la séquence de seize bits précédant le fanion de fermeture. La FCS à 16 bits doit être le complément à un de la somme (modulo 2) du:

- a) reste de la division (modulo 2) de  $x^k (x^{15} + x^{14} + x^{13} + x^{12} + x^{11} + x^{10} + x^9 + x^8 + x^7 + x^6 + x^5 + x^4 + x^3 + x^2 + x^1 + 1)$  par le polynôme générateur  $x^{16} + x^{12} + x^5 + 1$ , où  $k$  est le nombre d'éléments binaires contenus dans la trame existant entre, mais n'incluant pas le dernier élément binaire du fanion d'ouverture et le premier élément de la FCS, à l'exclusion des éléments insérés pour la transparence;
- b) reste de la division (modulo 2), par le polynôme générateur  $x^{16} + x^{12} + x^5 + 1$ , du produit de  $x^{16}$  par le contenu de la trame existant entre, mais n'incluant pas le dernier élément binaire du fanion d'ouverture et le premier élément de la FCS, à l'exclusion des éléments insérés pour la transparence.

Comme exemple de réalisation, à l'émission, le contenu initial du registre du dispositif qui calcule le reste de la division est tout d'abord fixé à une valeur représentée par des «1». Il est ensuite modifié par division des champs d'adresse, de commande et d'information par le polynôme générateur (comme décrit précédemment). Le complément à 1 du reste ainsi obtenu est transmis comme la FCS de seize éléments binaires.

Comme exemple de réalisation, à la réception, le contenu initial du dispositif qui calcule le reste est tout d'abord fixé à une valeur représentée par des «1». Le reste final, après multiplication par  $x^{16}$ , puis division (modulo 2) par le polynôme générateur  $x^{16} + x^{12} + x^5 + 1$  de la suite des éléments binaires protégés reçus et de la FCS doit être de «0001 1101 0000 1111» (respectivement de  $x^{15}$  à  $x^0$ ), en l'absence d'erreurs de transmission.

### 5.1.6.3 Séquence de contrôle de trame à 32 éléments binaires

Le champ FCS doit être la séquence de 32 éléments binaires précédant le fanion de fermeture. La FCS à 32 éléments binaires doit être le complément à 1 de la somme (modulo 2) du:

- reste de la division (modulo 2) de  $x^k (x^{31} + x^{30} + x^{29} + x^{28} + x^{27} + x^{26} + x^{25} + x^{24} + x^{23} + x^{22} + x^{21} + x^{20} + x^{19} + x^{18} + x^{17} + x^{16} + x^{15} + x^{14} + x^{13} + x^{12} + x^{11} + x^{10} + x^9 + x^8 + x^7 + x^6 + x^5 + x^4 + x^3 + x^2 + x + 1)$  par le polynôme générateur  $x^{32} + x^{26} + x^{23} + x^{22} + x^{16} + x^{12} + x^{11} + x^{10} + x^8 + x^7 + x^5 + x^4 + x^2 + x + 1$ , où  $k$  est le nombre d'éléments binaires contenus dans la trame existant entre, mais n'incluant pas, le dernier élément binaire du fanion d'ouverture et le premier élément de la FCS, à l'exclusion des éléments insérés pour la transparence;
- reste de la division (modulo 2) par le polynôme générateur  $x^{32} + x^{26} + x^{23} + x^{22} + x^{16} + x^{12} + x^{11} + x^{10} + x^8 + x^7 + x^5 + x^4 + x^2 + x + 1$ , du produit de  $x^{32}$  par le contenu de la trame existant entre, mais n'incluant pas le dernier élément du fanion d'ouverture et le premier élément de la FCS, à l'exclusion des éléments insérés pour la transparence.

Comme exemple de réalisation, à l'émission, le contenu initial du registre du dispositif qui calcule le reste de la division est tout d'abord fixé à une valeur représentée par des «1». Il est ensuite modifié par division des champs d'adresse, de commande et d'information par le polynôme générateur (comme décrit précédemment). Le complément à 1 du reste ainsi obtenu est transmis comme la FCS de 32 éléments binaires.

Comme exemple de réalisation, à la réception, le contenu initial du registre du dispositif qui calcule le reste est tout d'abord fixé à une valeur représentée par des «1». Le reste final après multiplication par  $x^{32}$ , puis division (modulo 2) par le polynôme générateur  $x^{32} + x^{26} + x^{23} + x^{22} + x^{16} + x^{12} + x^{11} + x^{10} + x^8 + x^7 + x^5 + x^4 + x^2 + x + 1$  de la suite des éléments binaires protégés reçus et de la FCS doit être de «1100 0111 0000 0100 1101 1101 0111 1011» (respectivement de  $x^{31}$  à  $x^0$ ), en l'absence d'erreurs de transmission.

## 5.2 Conventions de format

### 5.2.1 Convention de numérotage

La convention de base utilisée dans la présente Recommandation est représentée à la Figure 3. Les bits sont groupés en octets. Les éléments binaires d'un octet sont indiqués horizontalement et sont numérotés de 1 à 8. Les octets multiples sont représentés verticalement et sont numérotés de 1 à n.

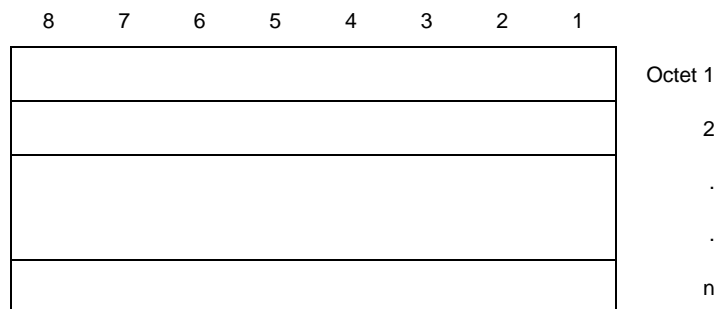


FIGURE 3/V.76

### Convention de format

#### 5.2.1.1 Ordre de transmission des éléments binaires

Les octets sont transmis par ordre numérique croissant; dans un octet, l'élément binaire 1 est le premier élément binaire à transmettre.

#### 5.2.1.2 Convention de formatage de champ

Quand un champ est contenu dans un seul octet, le numéro le plus faible d'éléments binaires dans le champ représente la valeur de rang la plus faible.

Quand un champ s'étend sur plus d'un octet, l'ordre des valeurs d'éléments binaires décroît progressivement dans chaque octet à mesure que le numéro d'octet augmente. Le numéro le plus faible d'élément binaire associé au champ représente la valeur de rang la plus faible.

Par exemple, un numéro d'élément binaire peut être identifié comme un doublet (o, b) dans lequel o est le numéro d'octet et b est le numéro d'élément binaire relatif à l'intérieur de l'octet. La Figure 4 donne un exemple de champ qui s'étend de l'élément binaire (1, 3) à un élément binaire (2, 7). L'élément binaire de rang, élevé dans le champ, est formaté sur l'élément binaire (1, 3) et l'élément binaire de faible rang est formaté sur l'élément binaire (2, 7).

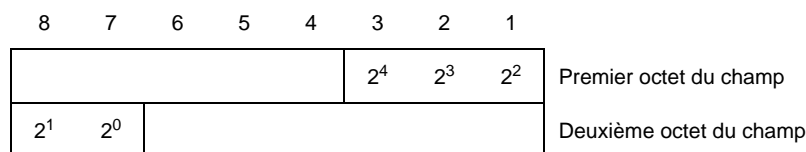


FIGURE 4/V.76

**Convention de mise en correspondance du champ**

Le champ FCS, qui s'étend sur un, deux ou quatre octets, fait exception à la convention de formatage de champ ci-dessus. Dans ce cas, comme le montre la Figure 5:

- a) le bit 1 du premier octet est le bit de rang élevé pour toutes les longueurs de FCS;
- b) le bit 8 du premier octet (pour la FCS à 8 bits), le bit 8 du deuxième octet (pour la FCS à 16 bits) ou le bit 8 du quatrième octet (pour la FCS à 32 bits) est le bit de rang faible.

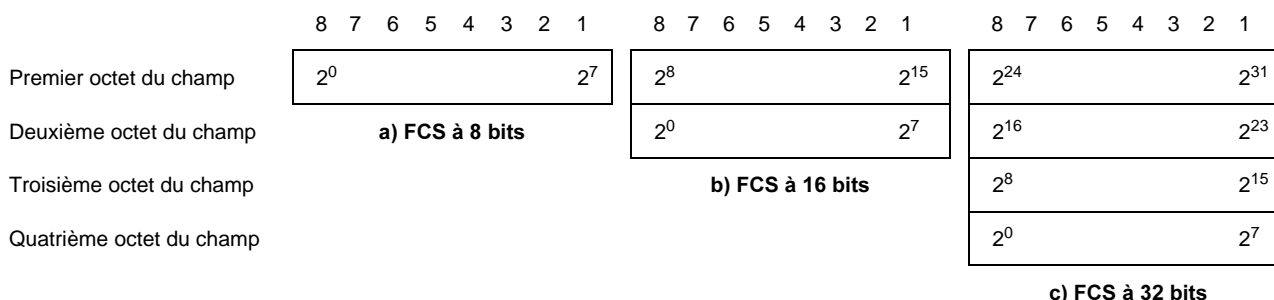


FIGURE 5/V.76

**Convention de mise en correspondance FCS**

**5.3 Trames non valables**

Lorsqu'on utilise le format de trame de base, une trame non valide est une trame qui répond à l'une (au moins) des conditions suivantes:

- a) elle n'est pas correctement délimitée par deux fanions;
- b) le nombre d'octets entre fanions est inférieur aux chiffres suivants:

Nombre d'octets dans une trame non valide

|               | <b>Trames avec numéros de séquence</b> | <b>Trames sans numéros de séquence</b> |
|---------------|--|--|
| FCS à 8 bits  | < 4                                    | < 3                                    |
| FCS à 16 bits | < 5                                    | < 4                                    |
| FCS à 32 bits | < 7                                    | < 6                                    |

- c) elle n'est pas constituée par un nombre entier d'octets, avant l'insertion ou après l'extraction du bit 0;
- d) elle indique la présence d'une erreur de transmission du fait que toutes les séquences FCS utilisées échouent au contrôle correspondant aux 5.1.6.1 à 5.1.6.3;
- e) elle contient un champ d'adresse de plus de deux octets.

Les trames non valides sont éliminées sans notification à l'émetteur (voir cependant 8.4.1). Les mesures prises par la fonction de multiplexage pour indiquer à l'utilisateur la réception d'une trame non valide sont laissées à la discrétion des réalisateurs. Toutefois, l'indication qu'une trame a été reçue avec une erreur FCS [trame non valide selon le point d) ci-dessus] peut s'avérer utile pour l'utilisateur du service dans le cas de connexions de liaison de données utilisées en mode vocal/audio.

## 5.4 Abandon de trames

La réception de sept bits «1» consécutifs, ou plus, sera interprétée comme un abandon et la MF ne tiendra pas compte de la trame en cours de réception.

## 5.5 Remplissage de temps entre trames

Le remplissage de temps entre trames se fait par l'émission de fanions consécutifs entre les trames, c'est-à-dire des séquences de multiples fanions à huit bits (voir 5.1.2).

# 6 Éléments de procédure et formats des champs

Les éléments de procédure définissent les commandes et les réponses utilisées. Les procédures, qui sont dérivées de ces éléments de procédure, sont décrites plus loin.

## 6.1 Format du champ d'adresse

Le format du champ d'adresse est représenté sur la Figure 6. Le champ d'adresse contient l'identificateur de connexion de liaison de données (DLCI), le bit de commande/réponse (C/R) et le bit d'extension du champ d'adresse (EA).

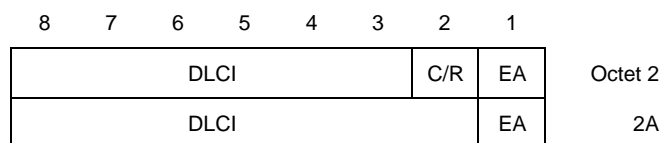


FIGURE 6/V.76

### Format du champ d'adresse

### 6.1.1 Identificateur de connexion de liaison de données

L'identificateur de connexion de liaison de données (DLCI) sert à identifier un train d'information d'utilisateur donné ainsi que des connexions SU-SU. Des DLCI multiples sont admis, mais leur nombre dépend de la mise en œuvre.

La sélection d'une nouvelle valeur de DLCI se fait comme suit:

- a) le demandeur choisit des valeurs DLCI pour de nouvelles DLC dans l'ordre croissant à partir de 0;
- b) le destinataire choisit des valeurs DLCI pour de nouvelles DLC dans l'ordre décroissant à partir de 63 s'il utilise des champs d'adresse d'un octet ou à partir de 8191 s'il utilise des champs d'adresse de deux octets.

Le SU fait connaître le rôle du demandeur ou du destinataire à la MF. Les moyens de le faire dépassent le cadre de la présente Recommandation.

L'utilisation du deuxième octet de champ d'adresse est facultative. Toutes les entités de DLC devront pouvoir recevoir des trames avec un champ d'adresse de deux octets.

Indépendamment du rôle, les valeurs de DLCI redevenues disponibles par suite de la libération d'une DLC doivent être réutilisées avant que de nouvelles valeurs soient attribuées. En cas de collision (c'est-à-dire si la même valeur de DLCI est choisie), le destinataire doit renoncer à essayer d'établir une nouvelle DLC (c'est-à-dire qu'il informe son SU qu'il n'a pas réussi à établir la DLC et continue avec la tentative d'établissement de DLC par le demandeur).

Le DLCI utilisé sur une DLC donnée est transporté à destination ou en provenance d'un «identificateur de point d'extrémité de connexion» interne aux fins de communication entre la MF et le SU.

### 6.1.2 Champ du bit de commande/réponse (C/R)

La Figure 6 montre l'emplacement du bit C/R dans le champ d'adresse. Le bit C/R (commande/réponse) identifie une trame comme étant soit une commande, soit une réponse. Conformément aux règles HDLC, une trame de commande contient «l'adresse» de l'entité de connexion de liaison de données à laquelle elle est transmise, alors qu'une trame de réponse contient «l'adresse» de l'entité de connexion de liaison de données qui émet la trame. Pour une connexion avec correction d'erreur donnée, la valeur DLCI du champ d'adresse reste la même alors que le bit C/R change, comme indiqué dans le Tableau 2.

TABLEAU 2/V.76

#### Utilisation des bits de commande/réponse

| Commande/réponse | Direction    |       | Valeur C/R   |   |
|------------------|--------------|-------|--------------|---|
| Commande         | Demandeur    | ————→ | Destinataire | 1 |
|                  | Destinataire | ————→ | Demandeur    | 0 |
| Réponse          | Demandeur    | ————→ | Destinataire | 0 |
|                  | Destinataire | ————→ | Demandeur    | 1 |

### 6.1.3 Bit d'extension du champ d'adresse (EA)

Selon les règles HDLC, la portée du champ d'adresse peut être étendue en réservant le premier bit transmis de chaque octet de ce champ pour indiquer si l'octet est le dernier du champ. Dans le cadre de la présente Recommandation, le champ d'adresse se limite à 2 octets.

Lorsque le bit EA est mis à 1 dans un octet, cela signifie qu'il s'agit du dernier octet du champ d'adresse. Lorsque le bit EA est mis à 0, cela signifie qu'un autre octet du champ d'adresse suit.

## 6.2 Format du champ de commande

Le champ de commande identifie le type de trame, qui sera soit une commande, soit une réponse. Le champ de commande contient des numéros de séquence, le cas échéant.

Trois types de formats de champ de commande sont utilisés: le transfert d'information numérotée (format I), les fonctions de supervision (format S) et les fonctions de commande et de transfert de l'information non numérotée (format U). Les formats du champ de commande sont indiqués dans le Tableau 3.

### 6.2.1 Format I de transfert d'information

Le format I doit être utilisé pour effectuer un transfert d'information protégé contre les erreurs entre entités de connexion de liaison de données. Les fonctions de N(S), N(R) et P sont indépendantes, c'est-à-dire que chaque trame I a un numéro de séquence N(S), un numéro de séquence N(R) qui peut ou non accuser réception d'autres trames I reçues par l'entité de connexion de liaison de données et un bit P qui peut être mis à 0 ou à 1.

### 6.2.2 Format S de supervision

Le format S doit être utilisé pour des procédures de commande de supervision sur la connexion de liaison de données, comme l'acquiescement de trames I, la demande de retransmission d'une ou de plusieurs trames I et la demande de suspension momentanée de la transmission de trames I. Les fonctions de N(R) et P/F sont indépendantes, c'est-à-dire que chaque trame de supervision a un numéro de séquence N(R) qui peut ou non accuser réception d'autres trames I reçues par l'entité de connexion de liaison de données, et un bit P/F qui peut être mis à 0 ou à 1.

### 6.2.3 Format U non numéroté

Le format U doit être utilisé pour des procédures supplémentaires de commande de connexion ainsi que des transferts d'information non numérotée. Ce format ne contient pas de numéro de séquence, mais un bit P/F qui peut être mis à 0 ou à 1.



TABLEAU 3/V.76

**Formats du champ de commande**

| Format   | Bit du champ de commande (modulo 128)  |   |   |     |   |   |   |     |         |
|----------|--|---|---|-----|---|---|---|-----|---------|
|          | 8  | 7 | 6 | 5   | 4 | 3 | 2 | 1   |         |
| Format I | N(S)   |   |   |     |   |   |   | 0   | Octet 3 |
|          | N(R)   |   |   |     |   |   |   | P   | 4       |
| Format S | X  | X | X | X   | S | S | 0 | 1   | 3       |
|          | N(R)   |   |   |     |   |   |   | P/F |         |
| Format U | M  | M | M | P/F | M | M | 1 | 1   | 3       |
| N(S)     | L'émetteur envoie le numéro de séquence  |   |   |     |   |   |   |     |         |
| N(R)     | L'émetteur reçoit le numéro de séquence  |   |   |     |   |   |   |     |         |
| S        | Bits de la fonction de supervision   |   |   |     |   |   |   |     |         |
| M        | Bits de la fonction modificatrice  |   |   |     |   |   |   |     |         |
| P/F      | Bit d'invitation à émettre lorsqu'il est émis sous forme de commande; bit fin lorsqu'il est émis sous forme de réponse |   |   |     |   |   |   |     |         |
| X        | Réservé et mis à 0   |   |   |     |   |   |   |     |         |

**6.3 Paramètres du champ de commande et variables d'état associées**

Les différents paramètres associés aux formats du champ de commande sont décrits dans le présent paragraphe. Les bits de chacun de ces paramètres ont été codés de manière que le bit de numéro le plus petit du champ de paramètre soit le bit de poids faible.

**6.3.1 Bit d'invitation à émettre/fin (P/F)**

Toutes les trames contiennent un bit d'invitation à émettre/fin (P/F). Le bit P/F a une fonction à la fois dans les trames de commande et dans les trames de réponse. Dans les trames de commande, le bit P/F est désigné par P, dans les trames de réponse, il est désigné par F. Le bit P mis à 1 est utilisé par une entité de connexion de liaison de données pour demander l'envoi (inviter à émettre) d'une trame de réponse de l'entité de connexion de liaison de données équivalente. Le bit F mis à 1 est utilisé par une entité de connexion de liaison de données pour indiquer qu'une trame de réponse est émise suite à une commande d'invitation à émettre.

**6.3.2 Variables et numéros de séquence**

Les variables et numéros de séquence du champ de commande ne s'appliquent qu'à l'exploitation en ERM.

**6.3.2.1 Module**

Chaque trame I est numérotée séquentiellement de 0 à n moins 1 (où n est le module des numéros de séquence). Le module est égal à 128 et le cycle des numéros de séquence va de 0 à 127 en utilisant toute la gamme des valeurs possibles.

NOTE – Toutes les opérations arithmétiques relatives aux variables d'état et aux numéros de séquence figurant dans la présente Recommandation sont influencées par l'opération de module.

**6.3.2.2 Variable d'état à l'émission V(S)**

A chaque connexion doit être associée une variable V(S) en cas d'utilisation de commandes de trames I. V(S) désigne le numéro de séquence de la prochaine trame I à transmettre. La valeur que peut prendre V(S) peut aller de 0 à n moins 1. La valeur de V(S) doit être augmentée de 1 à chaque transmission successive d'une trame I et ne doit pas excéder V(A) d'une valeur supérieure au nombre maximal de trames I en instance ( $k$ ). La valeur de  $k$  peut être comprise dans la gamme  $1 \leq k \leq 127$ .

### **6.3.2.3 Variable d'état d'accusé de réception V(A)**

A chaque connexion doit être associée une variable V(A) en cas d'utilisation des commandes de trames I ainsi que des commandes/réponses de trames de supervision. V(A) identifie la dernière trame dont il a été accusé réception par l'entité équivalente [V(A) – 1 est égale à N(S) de la dernière trame I dont il a été accusé réception]. V(A) peut prendre la valeur 0 à n moins 1. La valeur de V(A) doit être mise à jour par les valeurs valables N(R) reçues de l'entité équivalente (voir 6.3.2.6). On entend par valeur valable N(R) celle qui est comprise dans la gamme  $V(A) \leq N(R) \leq V(S)$ .

### **6.3.2.4 Numéro de séquence à l'émission N(S)**

Seules les trames I contiennent N(S), le numéro de séquence de transmission des trames I émises. Au moment où une trame I en séquence est choisie pour la transmission, la valeur de N(S) est mise à la même valeur que V(S).

### **6.3.2.5 Variable d'état à la réception V(R)**

A chaque connexion doit être associée une variable V(R) en cas d'utilisation des commandes de trames I et des commandes/réponses de trames de supervision. V(R) indique le numéro de séquence de la prochaine trame I devant être reçue en séquence. V(R) peut prendre la valeur 0 à n moins 1. La valeur de V(R) doit être augmentée d'une unité à la réception d'une trame I exempte d'erreurs et en séquence, dont N(S) est égal à V(R).

### **6.3.2.6 Numéro de séquence à la réception N(R)**

Toutes les trames I ainsi que les trames de supervision contiennent un N(R), qui est le numéro de séquence à la transmission prévu de la trame I suivante à recevoir. Lorsqu'une trame des types susmentionnés est choisie pour la transmission, la valeur de N(R) est mise à la même valeur que V(R). N(R) indique que l'entité de connexion de liaison de données qui émet le N(R) a correctement reçu toutes les trames I numérotées jusqu'à N(R) – 1 inclus.

## **6.4 Types de trames**

### **6.4.1 Commandes et réponses**

Les trames de commande et de réponse énumérées au Tableau 4 sont utilisées par l'une des deux entités de connexion de liaison de données. Pour les besoins de la présente Recommandation, les types de trames qui ne sont pas définis au Tableau 4 sont considérés comme des champs de commande et/ou de réponse non définis; les mesures à prendre sont spécifiées au 8.4.2.

Les commandes et les réponses indiquées au Tableau 4 sont définies du 6.4.2 au 6.4.14. Une commande et une réponse optionnelles supplémentaires sont décrites à l'Appendice II.

### **6.4.2 Commande d'information (I)**

La fonction de la commande d'information (I) est de transférer à travers une connexion de liaison de données, des trames numérotées séquentiellement contenant des données fournies par le SU.

### **6.4.3 Commande de mise en mode asynchrone équilibré étendu (SABME)**

La commande non numérotée SABME sert à placer l'entité de connexion de liaison de données à l'état connecté.

Il est permis d'inclure un champ d'information dans la commande SABME. Une entité de connexion de liaison de données confirme l'acceptation de la commande SABME en transmettant, dès que possible, une réponse UA. Dès que cette commande est acceptée, les variables V(S), V(A) et V(R) de l'entité de connexion de liaison de données sont mises à 0. La transmission d'une commande SABME indique la relève de toutes les conditions d'exception.

Les trames I précédemment émises, et dont il n'a pas été accusé réception lorsque cette commande est exécutée, restent non acquittées et sont mises au rebut.

### **6.4.4 Commande de déconnexion (DISC)**

La commande non numérotée DISC sert à retourner à l'état de déconnexion.

Il est permis d'inclure un champ d'information dans la commande DISC. L'entité de connexion de liaison de données qui reçoit la commande DISC en confirme l'acceptation en émettant une réponse UA. L'entité de connexion de liaison de données qui envoie la commande DISC met fin à la connexion avec connexion de liaison de données lorsqu'elle reçoit la réponse d'accusé de réception UA ou DM.

Les trames I précédemment émises, et dont il n'est pas accusé réception lorsque cette commande est actionnée, restent non acquittées et sont mises au rebut.

TABLEAU 4/V.76

## Commandes et réponses

| Format                  | Commandes   | Réponses                              | Codage du champ de commande |   |   |         |   |   |   |   |         |
|-------------------------|---|---------------------------------------|-----------------------------|---|---|---------|---|---|---|---|---------|
|                         |   |                                       | 8                           | 7 | 6 | 5       | 4 | 3 | 2 | 1 |         |
| Transfert d'information | I (information)                                   |                                       | N(S)                        |   |   |         |   |   |   | 0 | Octet 3 |
|                         |   |                                       | N(R)                        |   |   |         |   |   |   | P |         |
| Supervision             | RR (prêt à recevoir)                              | RR (prêt à recevoir)                  | 0                           | 0 | 0 | 0       | 0 | 0 | 0 | 1 | P/F     |
|                         |   |                                       | N(R)                        |   |   |         |   |   |   |   |         |
|                         | RNR (non prêt à recevoir)                         | RNR (non prêt à recevoir)             | 0                           | 0 | 0 | 0       | 0 | 1 | 0 | 1 | P/F     |
|                         |   |                                       | N(R)                        |   |   |         |   |   |   |   |         |
|                         | REJ (rejet)                                       | REJ (rejet)                           | 0                           | 0 | 0 | 0       | 1 | 0 | 0 | 1 | P/F     |
|                         |   |                                       | N(R)                        |   |   |         |   |   |   |   |         |
|                         | SREJ (rejet sélectif)                             | SREJ (rejet sélectif)                 | 0                           | 0 | 0 | 0       | 1 | 1 | 0 | 1 | P/F     |
|                         |   |                                       | N(R)                        |   |   |         |   |   |   |   |         |
| Non numéroté            | SABME (mise en mode asynchrone symétrique étendu) |                                       | 0                           | 1 | 1 | P       | 1 | 1 | 1 | 1 |         |
|                         |   | DM (mode déconnecté)                  | 0                           | 0 | 0 | F       | 1 | 1 | 1 | 1 |         |
|                         | UI (information non numérotée)                    | UI (information non numérotée)        | 0                           | 0 | 0 | P/F     | 0 | 0 | 1 | 1 |         |
|                         | DISC (déconnexion)                                |                                       | 0                           | 1 | 0 | P       | 0 | 0 | 1 | 1 |         |
|                         |   | UA (accusé de réception non numéroté) | 0                           | 1 | 1 | F       | 0 | 0 | 1 | 1 |         |
|                         |   | FRMR (rejet de trame)                 | 1                           | 0 | 0 | F       | 0 | 1 | 1 | 1 |         |
|                         | XID (échange d'identifications)                   | XID (échange d'identifications)       | 1                           | 0 | 1 | P/F = 0 | 1 | 1 | 1 | 1 |         |
|                         | ESSAI (essai)                                     |                                       | 1                           | 1 | 1 | P = 0   | 0 | 0 | 1 | 1 |         |

## 6.4.5 Commande/réponse d'information non numérotée (UI)

Les trames d'information non numérotée (UI) servent à envoyer l'information que la MF ne récupérera pas si elle est perdue (le SU peut toutefois essayer de s'assurer que l'information est transmise avec succès à la station distante). La trame UI peut être utilisée en mode ERM (avec des trames I) ou UNERM.

Le champ de commande d'une trame UI ne contient pas de numéros de séquence. Le bit P/F d'une trame UI est mis à 0.

#### **6.4.6 Commande/réponse prêt à recevoir (RR)**

La trame de supervision RR est utilisée par une entité de connexion de liaison de données pour:

- a) indiquer qu'elle est prête à recevoir une trame I;
- b) accuser réception des trames I reçues précédemment et numérotées jusqu'à  $N(R) - 1$  compris (comme indiqué en 8.1.3.1);
- c) libérer un état occupé qui a été signalé auparavant par l'émission d'une trame RNR par cette même entité de connexion de liaison de données.

Outre l'indication de l'état d'une entité de connexion de liaison de données, la commande RR dont le bit P est mis à 1 peut être utilisée par l'entité de connexion de liaison de données pour demander l'état de son entité de connexion de liaison de données équivalente.

#### **6.4.7 Commande/réponse de rejet (REJ)**

La trame de supervision REJ est utilisée par une entité de connexion de liaison de données pour demander la retransmission des trames I à partir de la trame portant le numéro  $N(R)$ . La valeur de  $N(R)$  dans la trame REJ accuse réception des trames I numérotées jusqu'à  $N(R) - 1$  compris. Après retransmission de la ou des trames I, de nouvelles trames I en attente seront transmises.

Il ne peut être établi qu'une seule condition d'exception REJ à un instant donné et pour une direction donnée de transfert d'information. La condition d'exception REJ est libérée (remise à zéro) à la réception d'une trame I dont le  $N(S)$  est égal au  $N(R)$  de la trame REJ.

La transmission d'une trame REJ indique en outre la libération d'un état d'occupation à l'intérieur de l'entité de connexion de liaison de données à l'émission qui a été signalé auparavant par la transmission d'une trame RNR par cette même entité de connexion de liaison de données.

Outre l'indication de l'état d'une entité de connexion de liaison de données, la commande REJ, dont le bit P a la valeur 1, peut être utilisée par l'entité de connexion de liaison de données pour demander l'état de son entité de connexion de liaison de données équivalente.

#### **6.4.8 Rejet sélectif (SREJ)**

##### **6.4.8.1 Commande/réponse de rejet sélectif (SREJ) (à utiliser avec une procédure s-SREJ)**

La procédure de rejet sélectif unique (s-SREJ) est facultative. Si elle est mise en œuvre, elle utilise la trame SREJ décrite ici. Elle est utilisée par une entité de connexion de liaison de données pour demander la retransmission de la seule trame I portant le numéro  $N(R)$ . Le bit P/F d'une trame SREJ est toujours mis à 0. En pareil cas, le  $N(R)$  de la trame SREJ n'indique pas l'accusé de réception de trames I.

Chaque condition d'exception SREJ est libérée à la réception de la trame I dont le  $N(S)$  est égal au  $N(R)$  de la trame SREJ. Une entité de connexion de liaison de données peut émettre une ou plusieurs trames SREJ, chacune contenant un  $N(R)$  différent, avec le bit P/F mis à 0 avant la libération d'une ou de plusieurs conditions d'exception SREJ.

Les trames I qui ont pu être émises suite à la trame I indiquée par la trame SREJ ne doivent pas être retransmises suite à la réception d'une trame SREJ. Des trames I supplémentaires en attente de transmission initiale peuvent être émises après retransmission de la trame I spécifique demandée par la trame SREJ.

##### **6.4.8.2 Réponse de rejet sélectif (SREJ) (à utiliser avec une procédure m-SREJ)**

La procédure de rejet sélectif multiple (m-SREJ) est facultative; si elle est mise en œuvre, elle utilise la trame de réponse SREJ décrite ici. Elle est utilisée par une entité de connexion de liaison de données pour procéder à la reprise sur erreur en demandant la retransmission d'une ou plusieurs trames I perdues (pas forcément contiguës). Le champ  $N(R)$  du champ de commande de la trame SREJ contient le numéro de séquence de la première trame I à retransmettre et le champ d'information contient les numéros de séquence des trames I supplémentaires, le cas échéant, qu'il est nécessaire de retransmettre.

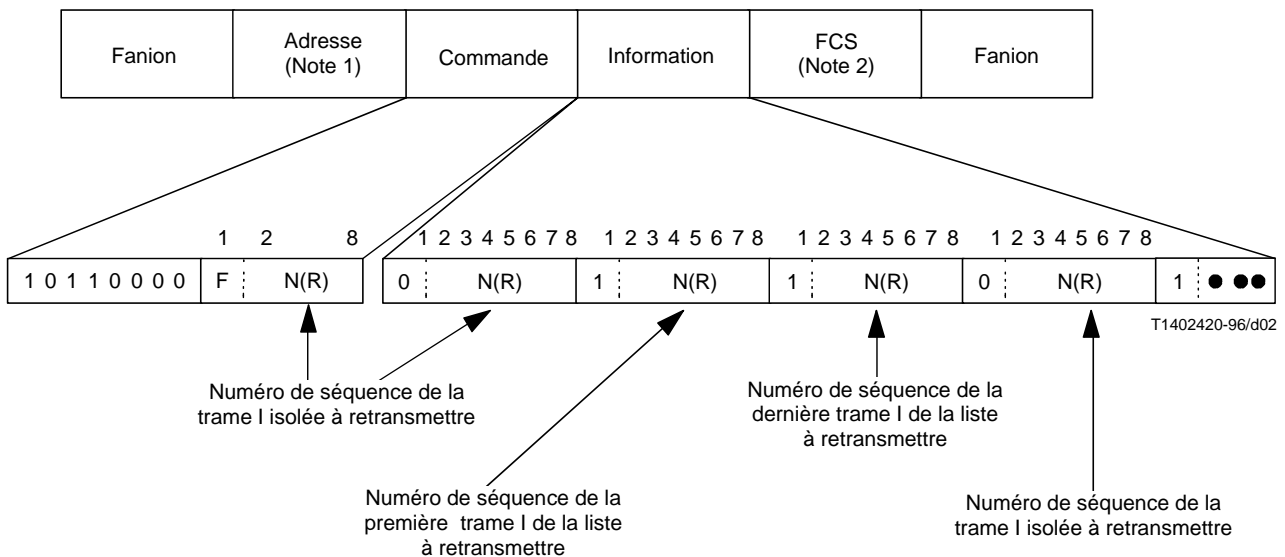
L'entité de connexion de liaison de données crée une liste de numéros de séquence  $N(X)$ ,  $N(X) + 1$ ,  $N(X) + 2$ ,  $N(Y)$ ,  $N(Z) + 3$ ,  $N(Z) + 4$ , ...,  $N(S) - 1$ , où  $N(X)$  est supérieur ou égal à  $V(R)$  et aucune des trames I  $N(X)$  à  $N(S) - 1$  n'a été reçue. Le champ  $N(R)$  de la trame SREJ est mis à  $N(X)$  et le champ d'information est réglé sur la liste  $N(X) + 1$ , ...,  $N(S) - 1$ . Le champ d'information est codé de manière qu'il y ait un octet pour chaque trame I à retransmettre. Le numéro de séquence de chaque trame I désignée doit occuper les bits 2 à 8 d'un octet, comme l'illustre la Figure 7.

Si la liste des numéros de séquence est trop longue pour entrer dans le champ d'information de la trame SREJ, elle est tronquée pour entrer dans une trame SREJ, en n'incluant que les premiers numéros de séquence. Le numéro de séquence tronqué peut être transmis dans une autre trame SREJ. Le nombre de bits dans le champ d'information d'une trame SREJ ne doit pas dépasser la valeur du paramètre N401, nombre maximal d'octets dans le champ d'information d'une trame.

Si le bit F d'une trame SREJ est mis à 1, les trames I jusqu'au numéro N(R) – 1 inclus sont considérées comme acquittées. Si le bit F d'une trame SREJ est mis à 0, le N(R) du champ de commande de la trame SREJ n'indique pas l'accusé de réception des trames I.

Chaque condition d'exception SREJ est libérée à la réception de la ou des trames I dont le N(S) est égal au N(R) identifié dans le champ de commande et, s'il est présent dans le champ d'information de la trame SREJ. Une entité de connexion de liaison de données peut émettre une ou plusieurs trames SREJ dont le bit F est mis à zéro, contenant chacune une ou plusieurs valeurs N(R) différentes, avant la libération des conditions d'exception antérieures.

Les trames I qui ont pu être émises après une trame I indiquée dans une trame SREJ ne doivent pas être émises comme suite à la réception d'une trame SREJ. Des trames I supplémentaires en attente de transmission initiale peuvent être émises après retransmission de la ou des trames I spécifiques demandées par une trame SREJ.



**NOTES**

- 1 La taille maximale de ce champ est de 2 octets.
- 2 Le champ FCS peut avoir une longueur de 8, 16 ou 32 bits.

FIGURE 7/V.76

**Codage du champ de commande et d'information de la trame SREJ, pour une procédure m-SREJ**

**6.4.9 Commande/réponse non prêt à recevoir (RNR)**

La trame de supervision RNR est utilisée par une entité de connexion de liaison de données pour indiquer un état occupé, c'est-à-dire une incapacité temporaire d'accepter de nouvelles trames I entrantes. La valeur de N(R) dans la trame RNR accuse réception des trames I numérotées jusqu'à N(R) – 1 compris.

Outre l'indication de l'état d'une entité de connexion de liaison de données, la commande RNR avec le bit P mis à 1 peut être utilisée par l'entité de connexion de liaison de données pour demander l'état de son entité de connexion de liaison de données équivalente.

#### **6.4.10 Réponse d'accusé de réception non numérotée (UA)**

La réponse non numérotée UA est utilisée par une entité de connexion de liaison de données pour accuser réception et accepter des commandes de mise en mode SABME ou DISC. Les commandes de mise en mode reçues ne sont pas exécutées tant que la réponse UA n'a pas été transmise. Un champ d'information est autorisé avec la réponse UA. La transmission de la réponse UA indique la libération d'un état occupé préalablement signalé par la transmission d'une trame RNR par cette même entité de connexion de liaison de données.

#### **6.4.11 Réponse en mode déconnecté (DM)**

La réponse non numérotée DM est utilisée par une entité de connexion de liaison de données pour signaler à son entité équivalente qu'elle se trouve dans la phase de déconnexion et/ou qu'elle ne peut ou qu'elle ne souhaite pas entrer dans l'état connecté. Un champ d'information est permis avec la réponse DM.

#### **6.4.12 Réponse de rejet de trame (FRMR)**

La réponse non numérotée FRMR peut être reçue par une entité de connexion de liaison de données pour signaler une condition d'erreur qui ne peut pas être corrigée par la retransmission d'une même trame, à savoir au moins l'une des conditions d'erreur suivantes résultant de la réception d'une trame valable:

- a) réception d'un champ de contrôle de commande ou de réponse non défini ou non mis en œuvre;
- b) réception d'une trame de supervision ou d'une trame non numérotée de longueur incorrecte;
- c) réception d'un N(R) non valable; ou
- d) réception d'une trame dont le champ d'information dépasse la longueur maximale fixée.

Tout codage de champ de commande non identifié dans le Tableau 4 est un champ de commande non défini.

Un numéro N(R) valable est un numéro tel que  $V(A) \leq N(R) \leq V(S)$ .

Un champ d'information qui suit immédiatement le champ de commande et qui est constitué de cinq octets est renvoyé avec cette réponse pour indiquer la raison pour laquelle la réponse FRMR est émise. Le format de ce champ d'information est indiqué sur la Figure 8.

#### **6.4.13 Commande/réponse d'échange d'identifications (XID)**

Les trames XID servent à l'échange d'informations générales d'identifications fournies par le SU. Le champ de commande d'une trame XID ne contient pas de numéro de séquence. Le bit P/F d'une trame XID est mis à 0.

#### **6.4.14 Commande d'essai (ESSAI)**

La mise en œuvre de la trame de commande d'ESSAI est facultative. Lorsqu'elle est utilisée, elle sert à effectuer un essai en boucle entre les deux SU. Le champ de commande d'une trame d'ESSAI ne contient pas de numéro de séquence. Le bit P d'une trame de commande d'ESSAI est mis à 0.

Cette trame contient également un champ d'information qui n'est pas spécifié dans la présente Recommandation. Lorsqu'il déclenche un essai en boucle, le SU choisit le contenu du champ d'information. En réponse à un essai en boucle, le SU fournit le champ d'information reçu de l'expéditeur.

### **6.5 Utilisation de temporisateurs**

En ce qui concerne les différentes fonctions décrites dans les paragraphes ci-après, les temporisateurs sont utilisés pour assurer le fonctionnement correct du protocole. Dans ces paragraphes, on emploie les termes suivants pour décrire les fonctions du temporisateur:

- a) déclencher ou redéclencher un temporisateur signifie qu'il est réglé à une valeur prédéfinie;
- b) arrêter un temporisateur signifie qu'il n'est plus activé et que sa valeur au moment où il est arrêté est sans importance.

## **7 Procédures DLC**

Lorsqu'il envoie la première trame de protocole suivant l'établissement de la connexion physique (par exemple une trame SABME ou XID), le demandeur peut avoir besoin d'abord d'émettre des schémas de fanion pendant un laps de temps suffisant pour garantir l'émission d'au moins 16 schémas de fanion.

|                                       |   |   |   |   |   |   |     |         |
|---------------------------------------|---|---|---|---|---|---|-----|---------|
| 8                                     | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1   |         |
| Champ de commande de la trame rejetée |   |   |   |   |   |   |     | Octet 4 |
|                                       |   |   |   |   |   |   |     | 5       |
| V(S)                                  |   |   |   |   |   |   | 0   | 6       |
| V(R)                                  |   |   |   |   |   |   | C/R | 7       |
| 0                                     | 0 | 0 | 0 | W | X | Y | Z   | 8       |

## NOTES

- 1 Le champ de commande de la trame rejetée est le champ de commande de la trame reçue qui a causé le rejet de trame. Lorsque la trame rejetée est une trame non numérotée, le champ de commande de la trame rejetée est placé dans l'octet 4, l'octet 5 étant mis à 00000000.
- 2 V(S) a la valeur actuelle de la variable d'état à l'émission de l'entité de connexion de liaison de données qui signale la condition de rejet.
- 3 C/R est mis à 1 si la trame rejetée est une réponse et à 0 si la trame rejetée est une commande.
- 4 V(R) a la valeur actuelle de la variable d'état à la réception de l'entité de connexion de liaison de données qui signale la condition de rejet.
- 5 W mis à 1 indique que le champ de commande reçu et renvoyé dans les octets 4 et 5 n'a pas été défini ou pas été mis en œuvre.
- 6 X mis à 1 indique que le champ de commande reçu et renvoyé dans les octets 4 et 5 a été considéré comme non valable car la trame contenait un champ d'information qui n'est pas autorisé avec cette trame ou qu'il s'agissait d'une trame de supervision ou d'une trame non numérotée de longueur incorrecte. Lorsque ce bit est mis à 1, le bit W doit aussi être mis à 1.
- 7 Y mis à 1 indique que le champ d'information reçu dépassait la longueur maximale fixée (N401) de l'entité de connexion de liaison de données signalant la condition de rejet.
- 8 Z mis à 1 indique que le champ de commande reçu et renvoyé dans les octets 4 et 5 contenait un numéro N(R) non valable.
- 9 Le bit 1 de l'octet 6 et les bits 5 à 8 de l'octet 8 doivent être mis à 0.

FIGURE 8/V.76

### Format du champ d'information FRMR

## 7.1 Etablissement d'une connexion de liaison de données

### 7.1.1 Généralités

Les procédures d'établissement d'une DLC exposées ici s'appliquent aux modes ERM comme UNERM.

Les procédures décrites dans le présent article servent à établir une connexion de liaison de données (c'est-à-dire le passage d'un état de déconnexion à un état de connexion) pour permettre le transfert des données d'utilisateur.

Après avoir reçu une primitive de demande L-ESTABLISH de son SU, la MF tente d'établir la connexion de liaison de données. L'entité de connexion de liaison de données transmet une trame SABME; les données d'utilisateur éventuellement contenues dans la primitive de demande L-ESTABLISH sont incluses dans le champ d'information de la trame SABME. Les trames autres que les trames de format U reçues à ce moment-là ne doivent pas être prises en compte.

## 7.1.2 Procédures détaillées

### 7.1.2.1 Procédures d'établissement

Une demande d'établissement de connexion de liaison de données commence par l'émission de la commande SABME. Toutes les conditions d'exception existantes doivent être libérées, le compteur de retransmissions est remis à zéro et le temporisateur T401 (voir définition au 9.1) est ensuite déclenché.

Lorsqu'une trame SABME est transmise, celle-ci doit contenir la longueur de séquence FCS appropriée comme l'utilisateur du service en a donné l'instruction. Toutes les trames subséquentes transmises sur la connexion DLC doivent contenir la même longueur de séquence FCS que la trame SABME.

Afin d'éviter toute erreur d'interprétation de la trame de réponse DM reçue, la trame SABME doit toujours être émise avec le bit P mis à 1.

Si elle est en mesure d'établir la connexion de liaison de données (ce qui est indiqué par la réception d'une primitive de réponse L-ESTABLISH en provenance du SU en réponse à une primitive d'indication L-ESTABLISH), une entité de connexion de liaison de données qui reçoit une commande SABME doit:

- transmettre une réponse UA avec le bit F mis à la même valeur binaire que le bit P dans la commande SABME reçue;
- mettre V(S), V(R) et V(A) à 0;
- considérer que la connexion de liaison de données est établie et passer à l'état de connexion;
- supprimer toutes les conditions d'exception existantes;
- supprimer tout état d'occupation du récepteur homologue existant;
- déclencher le temporisateur T403 (voir définition au 9.6) s'il est mis en œuvre.

NOTE – Lorsqu'une trame SABME répétée est reçue pendant l'établissement de la liaison, indiquant que la station d'origine peut ne pas avoir reçu la réponse UA, les trames I qui n'ont pas fait l'objet d'un accusé de réception demeurent non acquittées par rapport à la MF. La responsabilité du contenu des champs d'information de ces trames I incombe au SU. C'est le SU qui décide si le contenu de ces champs d'information est ou non attribué à nouveau à la MF.

Si le SU n'est pas en mesure d'accepter l'établissement de la connexion de liaison de données (ce qui est indiqué par une primitive de demande L-RELEASE provenant du SU en réponse à une primitive d'indication L-ESTABLISH), l'entité de connexion de liaison de données répond à la commande SABME avec une réponse DM, le bit F étant mis à la même valeur binaire que celle du bit P dans la commande SABME reçue.

Lorsqu'elle renvoie une trame UA ou une trame DM, l'entité DLC utilise la même longueur FCS que celle de la trame SABME reçue. Si une trame UA a été renvoyée, toutes les trames suivantes transmises sur cette DLC doivent avoir cette même longueur FCS.

A la réception de la réponse UA avec le bit F mis à 1, l'émetteur de la commande SABME doit:

- arrêter le temporisateur T401;
- déclencher le temporisateur T403, s'il est mis en œuvre;
- mettre à 0 V(S), V(R) et V(A);
- considérer la connexion de liaison de données comme établie (c'est-à-dire passer à l'état de connexion) et informer le SU en utilisant la primitive de confirmation L-ESTABLISH.

A la réception d'une réponse DM avec le bit F mis à 1, l'émetteur de la commande SABME informe son SU de l'échec de l'établissement de la connexion de liaison de données (en envoyant une primitive d'indication L-RELEASE) et arrête le temporisateur T401. Dans ce cas, les réponses DM avec le bit F mis à 0 ne sont pas prises en compte.

A la réception d'une trame I ou d'une trame de supervision, l'émetteur de la commande SABME peut considérer que l'entité de connexion de liaison de données qui répond a reçu et accepté la commande SABME et envoyé une réponse UA et que cette dernière a été perdue pendant la transmission. Elle peut agir comme si une réponse UA avait été reçue et observer les dispositions susmentionnées pour la réception de la réponse UA avant de traiter la trame I ou la trame de supervision.



### **7.1.2.2 Procédure à l'expiration du temporisateur T401**

Si le temporisateur T401 expire avant la réception d'une réponse UA ou DM dont le bit F est mis à 1, l'entité de connexion de liaison de données doit:

- retransmettre la commande SABME comme indiqué ci-dessus;
- déclencher le temporisateur T401;
- incrémenter le compteur de retransmissions (N400).

Après N400 retransmissions de la commande SABME et en l'absence de réponse, l'entité de connexion de liaison de données indique cet état de fait au SU au moyen de la primitive d'indication L-RELEASE. Toutes les données en file d'attente sont mises au rebut.

La valeur de N400 est définie au 9.2.

## **7.2 Transfert d'information**

Les procédures de transfert d'information en ERM et UNERM sont exposées plus loin, à l'article 8.

## **7.3 Libération correcte d'une DLC**

### **7.3.1 Généralités**

Les procédures de libération d'une DLC exposées ici s'appliquent aux modes ERM comme UNERM.

Elles doivent être utilisées pour remettre une DLC dans l'état déconnecté. Le SU demande la libération d'une DLC au moyen d'une primitive de demande L-RELEASE.

Toutes les primitives de demande L-DATA et L-SIGNAL restantes et toutes les trames associées en file d'attente sont mises au rebut. L'entité de connexion de liaison de données émet une trame DISC; les données d'utilisateur éventuellement contenues dans la primitive de demande L-RELEASE sont incluses dans le champ d'information de la trame DISC. Toutes les trames autres que les trames de format U reçues à ce moment-là sont mises au rebut.

### **7.3.2 Procédure de libération**

Une entité de connexion de liaison de données déclenche une demande de libération de la connexion en émettant la commande de déconnexion DISC.

Afin d'éviter toute erreur d'interprétation d'une trame de réponse DM reçue, la trame DISC doit toujours être transmise avec les bits P mis à 1.

Le temporisateur T401 doit alors être déclenché et le compteur de retransmissions remis à zéro.

Une entité de connexion de liaison de données qui reçoit une commande DISC lorsqu'elle est dans l'état de connexion doit émettre une réponse UA dont le bit F est égal au bit P reçu dans la commande DISC. Une primitive d'indication L-RELEASE doit être transmise à la fonction de commande et l'entité entre dans l'état déconnecté.

Si l'émetteur de la commande DISC reçoit:

- une réponse UA avec le bit F à 1; ou
- une réponse DM avec le bit F à 1, signalant que l'entité équivalente de connexion de liaison de données est déjà dans l'état déconnecté,

elle passe à l'état déconnecté et arrête le temporisateur T401.

L'entité de connexion de liaison de données qui a émis la commande DISC se trouve maintenant dans l'état déconnecté et en avise son SU. Les conditions relatives à cet état sont définies au 7.4.

### **7.3.3 Procédure à l'expiration du temporisateur T401**

Si le temporisateur T401 expire avant la réception d'une réponse UA ou DM avec le bit F mis à 1, l'entité de connexion de liaison de données doit:

- retransmettre la commande DISC comme indiqué ci-dessus;
- redéclencher le temporisateur T401;
- incrémenter le compteur de retransmissions (N400).

Si l'entité de connexion de liaison de données n'a pas reçu la réponse correcte telle que définie au 7.3.2, après N400 tentatives de rétablissement, l'entité de connexion de liaison de données passe à l'état de déconnexion et en avise son SU.

## **7.4 Etat de déconnexion**

L'état de déconnexion s'applique à chaque DLC.

Pendant l'état de déconnexion:

- la réception d'une commande DISC donne lieu à la transmission d'une réponse DM avec le bit F égal au bit P reçu;
- à la réception d'une commande SABME, les procédures définies au 7.1 sont mises en œuvre ;
- à la réception d'une réponse DM non sollicitée dont le bit F est mis à 0, l'entité de connexion de liaison de données doit, si elle le peut et si le SU le souhaite, déclencher les procédures d'établissement de la connexion de liaison de données en transmettant une commande SABME (voir 7.1.2.1); sinon, le DM doit être ignoré;
- tout autre type de trame est rejeté.

## **7.5 Collision entre commandes et réponses non numérotées**

### **7.5.1 Commandes de mise en mode transmises et reçues identiques**

Si les commandes de mise en mode non numérotées (SABME ou DISC) transmises et reçues sont les mêmes, les entités de connexion de liaison de données doivent envoyer la réponse UA dès que possible. Le passage à l'état indiqué (à savoir l'état de connexion si les commandes sont des SABME ou l'état de déconnexion s'il s'agit de commandes DISC) doit avoir lieu après réception de la réponse UA. L'entité de connexion de liaison de données doit en informer sa fonction de commande au moyen de la primitive appropriée.

### **7.5.2 Commandes de mise en mode transmises et reçues différentes**

Si les commandes de mise en mode non numérotées (SABME ou DISC) transmises et reçues sont différentes, les entités de connexion de liaison de données doivent émettre une réponse DM dès que possible. Lorsqu'elle reçoit une réponse DM dont le bit F est égal à 1, l'entité de connexion de liaison de données passe à l'état de déconnexion et en avise sa fonction de commande au moyen d'une primitive d'indication L-RELEASE.

### **7.5.3 Réponse DM non sollicitée et commande SABME ou DISC**

Une réponse DM avec le bit F à 0 en collision avec une commande SABME ou DISC doit être ignorée.

## **7.6 Procédures d'échange d'identifications**

### **7.6.1 Généralités**

A la réception d'une primitive de demande L-SETPARM en provenance de son SU, une entité de connexion de liaison de données doit mettre en œuvre des procédures d'échange d'identifications à l'aide de trames XID par exemple pour négocier/indiquer les valeurs de paramètres et les procédures facultatives avec la station distante.

NOTE – Les procédures de renégociation des valeurs de paramètres et/ou d'utilisation des valeurs optionnelles, une fois qu'une connexion DLC a été ouverte, font l'objet d'un complément d'étude.

### **7.6.2 Procédure d'échange d'identifications**

A la réception d'une primitive de demande L-SETPARM, l'entité de connexion de liaison de données émet une trame de commande XID. Le champ d'information de cette trame doit contenir le paramètre des données d'utilisateur de cette primitive. Le temporisateur T401 est alors déclenché et le compteur de retransmissions N400 est réinitialisé.

A la réception d'une trame de commande XID l'entité de connexion de liaison de données doit envoyer une primitive d'indication L-SETPARM à son SU, en lui donnant le contenu du champ d'information.

Lorsqu'elle reçoit une primitive de réponse L-SETPARM en provenance de son SU, une entité de connexion de liaison de données doit renvoyer les données d'utilisateur indiquées dans le champ d'information d'une trame de réponse XID.

Lorsqu'elle reçoit une trame de réponse XID, l'entité de connexion de liaison de données doit informer son SU des valeurs contenues dans le champ d'information au moyen d'une primitive de confirmation L-SETPARM.

### **7.6.3 Procédure à l'expiration du temporisateur T401**

Si le temporisateur T401 expire avant la réception d'une trame de réponse XID, l'entité de connexion de liaison de données doit:

- retransmettre la commande XID comme indiqué ci-dessus;
- redéclencher le temporisateur T401;
- incrémenter le compteur de retransmissions N400.

Après retransmission de la commande XID N400 fois et impossibilité de recevoir une réponse XID, l'entité de connexion de liaison de données informe le SU que la procédure d'échange d'identifications n'a pas été menée à bonne fin.

La valeur de N400 est définie au 9.2.

## **7.7 Essai en boucle**

A la réception d'une primitive de demande L-TEST en provenance de son SU, l'entité de connexion de liaison de données doit émettre une trame de commande ESSAI avec le bit P mis à 0. Le champ d'information de la trame TEST sert à acheminer l'information fournie par le SU. La réception de cette primitive n'affecte pas le flux d'autres trames.

Lorsqu'elle reçoit une trame de commande TEST dont le bit P est mis à 0, l'entité de connexion de liaison de données envoie une primitive d'indication L-TEST à son SU qui achemine également le contenu du champ d'information provenant de la trame ESSAI (TEST) reçue.

## **8 Modes de transfert d'information**

Que la réponse UA ait été transmise à la réception d'une commande SABME ou qu'elle ait été reçue en réponse à la transmission d'une commande SABME, le transfert d'information peut commencer. Le présent article traite du transfert des données d'utilisateur.

### **8.1 Mode de reprise sur erreur**

#### **8.1.1 Emission de trames I**

Les données reçues du SU par l'entité de connexion de liaison de données au moyen d'une primitive de demande L-DATA doivent être émises dans une trame I. Les valeurs V(S) et V(R) sont respectivement attribuées aux paramètres du champ de commande N(S) et N(R). La variable V(S) est incrémentée de 1 après transmission de la trame I.

Si le temporisateur T401 n'est pas activé lors de la transmission d'une trame I, il doit être déclenché. Lorsqu'il expire, les procédures définies au 8.1.8 s'appliquent.

Si V(S) est égale à V(A) augmentée de  $k$  ( $k$  étant le nombre maximal de trames I en anticipation – voir 9.4), l'entité de connexion de liaison de données n'envoie pas de nouvelle trame I, mais peut réémettre une trame I résultant des procédures de reprise sur erreur décrites en 8.1.4 et 8.1.5.

Lorsqu'une entité de connexion de liaison de données est à l'état d'occupation dans son propre récepteur, elle peut toujours émettre des trames I, à condition que le récepteur homologue ne soit pas lui-même occupé.

NOTE – Les primitives de demande L-DATA reçues pendant l'état de reprise par temporisateur (voir 8.1.11) seront mises en file d'attente.

## 8.1.2 Réception de trames I

Indépendamment d'un état de reprise par temporisateur, lorsqu'une entité de connexion de liaison de données n'est pas à l'état d'occupation de son propre récepteur et qu'elle reçoit une trame I valable dont le  $N(S)$  est égal à la variable  $V(R)$  actuelle, l'entité de connexion de liaison de données doit:

- transmettre le champ d'information de cette trame à la fonction de commande à l'aide de la primitive d'indication L-DATA;
- incrémenter d'une unité sa variable  $V(R)$  et agir comme indiqué ci-dessous.

### 8.1.2.1 Bit P mis à 1

Si le bit P de la trame I reçue est mis à 1, l'entité de connexion de liaison de données doit répondre à l'entité homologue de l'une des façons suivantes:

- si l'entité de connexion de liaison de données qui reçoit la trame I n'est pas encore à l'état d'occupation de son propre récepteur, elle transmet une réponse RR avec le bit F mis à 1;
- si l'entité de connexion de liaison de données qui reçoit la trame I entre dans l'état d'occupation de son propre récepteur à la réception de la trame I, elle envoie une réponse RNR avec le bit F mis à 1.

### 8.1.2.2 Bit P mis à 0

Si le bit P de la trame I reçue est mis à 0 et:

- a) si l'entité de connexion de liaison de données n'est toujours pas à l'état d'occupation de son propre récepteur:
  - si aucune trame I n'est disponible pour la transmission, ou si l'une d'elles est disponible mais que l'entité homologue du récepteur est dans l'état occupé, l'entité de connexion de liaison de données émet une réponse RR dont le bit F est mis à 0; ou
  - si une trame I est disponible pour la transmission et si le récepteur homologue n'est pas à l'état occupé, l'entité de connexion de liaison de données émet la trame I avec la valeur  $N(R)$  mise à la valeur actuelle de  $V(R)$ , comme indiqué en 8.1.1; ou
- b) si, à la réception de cette trame I, l'entité de connexion de liaison de données se trouve à l'état d'occupation de son propre récepteur, elle émet une réponse RNR dont le bit F est mis à 0.

Lorsque l'entité de connexion de liaison de données est à l'état d'occupation de son propre récepteur, elle exécute toute trame I reçue conformément au 8.1.7.

## 8.1.3 Emission et réception d'accusés de réception

### 8.1.3.1 Emission d'accusés de réception

Chaque fois qu'une entité de connexion de liaison de données émet une trame I ou une trame de surveillance RR, RNR ou REJ, la valeur de  $N(R)$  doit être égale à celle de  $V(R)$ .

### 8.1.3.2 Réception d'accusés de réception

Lorsqu'elle reçoit correctement une trame I valable ou une trame de surveillance RR, RNR ou REJ, même si elle se trouve à cet instant à l'état d'occupation de son propre récepteur ou à l'état de reprise par temporisateur, l'entité de connexion de liaison de données considère que le numéro  $N(R)$  contenu dans cette trame accuse réception de toutes les trames I qu'elle a émises avec un  $N(S)$  inférieur ou égal au numéro  $N(R)$  reçu moins 1. La valeur de  $V(A)$  doit être mise à la valeur  $N(R)$ . L'entité de connexion de liaison de données arrête le temporisateur T401 quand elle reçoit correctement une trame I valable ou une trame de surveillance RR, RNR ou REJ avec un numéro  $N(R)$  supérieur à  $V(A)$  (accusant en fait réception de quelques trames I), ou une trame REJ avec une valeur  $N(R)$  égale à  $V(A)$ . L'entité de connexion de liaison de données arrête le temporisateur T401 à la réception d'une trame de surveillance SREJ dont le numéro  $N(R)$  est égal ou supérieur à  $V(A)$ , même s'il n'y a pas de fonction d'accusé de réception associée au numéro  $N(R)$  contenu dans la trame SREJ.

#### NOTES

1 Si une trame de surveillance RR, RNR ou REJ avec le bit P mis à 1 a été transmise sans faire l'objet d'un accusé de réception, le temporisateur T401 ne doit pas être arrêté.

2 Lorsqu'il reçoit correctement une trame I, le temporisateur T401 ne doit pas être arrêté si l'entité de connexion de liaison de données se trouve dans l'état d'occupation du récepteur homologue (c'est-à-dire que l'entité de connexion de liaison de données distante a indiqué un état d'occupation).

Si le temporisateur T401 a été arrêté par la réception d'une trame I, RR ou RNR, et s'il reste en instance des trames I qui n'ont pas encore été acquittées, l'entité de connexion de liaison de données déclenche à nouveau le temporisateur T401. Si celui-ci expire, l'entité de connexion de liaison de données suit la procédure de reprise définie en 8.1.8 pour les trames I non acquittées.

Si le temporisateur T401 a été arrêté par la réception d'une trame REJ, l'entité de connexion de liaison de données applique les procédures de retransmission exposées au 8.1.4.

Si le temporisateur T401 a été arrêté par la réception d'une trame SREJ, l'entité de connexion de liaison de données suit la procédure de retransmission sélective indiquée en 8.1.5 et déclenche le temporisateur T401. Si le temporisateur T401 expire, l'entité de connexion de liaison de données suit la procédure de reprise définie en 8.1.8 pour les trames I non acquittées.

#### **8.1.4 Réception de trames REJ**

Lorsqu'elle reçoit une trame REJ valable, l'entité de connexion de liaison de données procède comme suit:

- a) si elle n'est pas dans l'état de reprise par temporisateur:
  - elle libère l'état d'occupation du récepteur homologue;
  - elle met ses variables V(S) et V(A) à la valeur du N(R) contenu dans le champ de commande de la trame REJ;
  - elle arrête le temporisateur T401;
  - elle déclenche le temporisateur T403, s'il est utilisé;
  - s'il s'agit d'une trame de commande REJ avec le bit P mis à 1, elle transmet une trame de réponse de surveillance appropriée (voir la Note 2 en 8.1.6) dont le bit F est mis à 1;
  - elle émet la trame I correspondante dès que possible, comme indiqué en 8.1.1, en tenant compte des points 1) à 3) ci-dessous et du paragraphe qui les suit;
  - elle constate que le protocole n'a pas été respecté si la trame reçue est une trame de réponse REJ dont le bit F est mis à 1;
- b) si elle est dans l'état de reprise par temporisateur et s'il s'agit d'une trame de réponse REJ dont le bit F est mis à 1:
  - elle libère un état d'occupation du récepteur homologue;
  - elle met ses variables V(S) et V(A) à la valeur du N(R) contenu dans le champ de commande de la trame REJ;
  - elle arrête le temporisateur T401;
  - elle déclenche le temporisateur T403, s'il est utilisé;
  - elle émet la trame I correspondante dès que possible, comme indiqué en 8.1.1, en tenant compte des points 1) à 3) ci-dessous et du paragraphe qui les suit;
- c) si elle se trouve dans l'état de reprise par temporisateur et s'il s'agit d'une trame REJ autre qu'une trame de réponse REJ avec le bit F mis à 1:
  - elle libère un état d'occupation du récepteur homologue;
  - elle met sa variable V(A) à la valeur du N(R) contenu dans le champ de commande de la trame REJ;
  - s'il s'agit d'une trame de commande REJ dont le bit P est mis à 1, elle émet une trame de réponse de surveillance appropriée avec le bit F mis à 1 (voir la Note 2 en 8.1.6).

La transmission des trames I doit tenir compte de ce qui suit:

- 1) si l'entité de connexion de liaison de données est en train de transmettre une trame de surveillance au moment où elle reçoit la trame REJ, elle doit mettre fin à cette transmission avant de commencer la transmission de la trame I demandée;
- 2) si l'entité de connexion de liaison de données est en train d'émettre une commande SABME, ou DISC, ou une réponse UA ou DM au moment où elle reçoit la trame REJ, elle ne tient pas compte de la demande de retransmission;
- 3) si l'entité de connexion de liaison de données n'est pas en train d'émettre une trame au moment où la trame REJ est reçue, elle commence immédiatement à transmettre la trame I demandée.

Toutes les trames I en attente dont il n'a pas été accusé réception, à commencer par la trame I identifiée dans la trame REJ reçue, doivent être émises. D'autres trames I non encore émises peuvent l'être à la suite des trames I réémises.

## **8.1.5 Réception de trames SREJ**

### **8.1.5.1 Procédure SREJ unique**

Si on a décidé d'utiliser la procédure facultative de retransmission sélective sur la connexion de liaison de données, la réception d'une trame SREJ entraîne la retransmission de la trame I dont le N(S) est égal au N(R) dans la trame SREJ. Aucune autre trame I ne doit être retransmise suite à la réception de la trame SREJ (toutefois, les trames I attendant la transmission initiale peuvent être transmises).

La transmission de trames I doit tenir compte des éléments suivants:

- 1) si l'entité de connexion de liaison de données est en train d'émettre une trame de surveillance au moment où elle reçoit la trame SREJ, elle achève cette émission avant de commencer l'émission de la trame I demandée;
- 2) si l'entité de connexion de liaison de données est en train d'émettre une commande SABME, ou DISC, ou une réponse UA ou DM au moment où elle reçoit la trame SREJ, elle ne tient pas compte de la demande de retransmission;
- 3) si l'entité de connexion de liaison de données n'est pas en train d'émettre une trame au moment où elle reçoit la trame SREJ, elle commence immédiatement l'émission de la trame I demandée.

Si on a décidé de ne pas utiliser la procédure facultative de retransmission sélective, la réception d'une trame SREJ doit être considérée comme un champ de contrôle de commande/réponse non reconnu (voir 8.4.2).

### **8.1.5.2 Procédure SREJ multiple**

#### **8.1.5.2.1 Trame de réponse SREJ avec le bit F à zéro**

Lorsqu'elle reçoit une trame de réponse SREJ dont le bit F est à zéro, l'entité de connexion de liaison de données retransmet toutes les trames I dont les numéros de séquence sont indiqués dans le champ N(R) et le champ d'information de la trame SREJ, dans l'ordre spécifié dans la trame SREJ. La retransmission se fait conformément à ce qui suit:

- a) si l'entité de connexion de liaison de données est en train d'émettre une trame de surveillance ou une trame I lorsqu'elle reçoit la trame SREJ, elle doit finir d'émettre avant de commencer la transmission de la ou des trames I demandées;
- b) si l'entité de connexion de liaison de données est en train d'émettre une commande ou une réponse non numérotée lorsqu'elle reçoit la trame SREJ, elle ne doit pas tenir compte de la demande de retransmission;
- c) si l'entité de connexion de liaison de données n'est pas en train d'émettre de trames quand elle reçoit la trame SREJ, elle doit commencer immédiatement à émettre les trames I demandées.

En l'absence d'état d'invitation à émettre en instance, une telle invitation doit être envoyée, soit par le biais de l'émission d'une commande RR (ou d'une commande RNR si l'entité de connexion de liaison de données est à l'état occupé) avec le bit P mis à 1, soit par le biais de l'établissement du bit P dans la dernière trame I retransmise et d'un nouveau déclenchement du temporisateur T401.

Si un état d'invitation à numéroté est en instance, le temporisateur T401 ne doit pas être déclenché à nouveau.

#### **8.1.5.2.2 Trame de réponse SREJ avec le bit F = 1**

Lorsqu'elle reçoit une trame de réponse SREJ dont le bit F est mis à 1, l'entité de connexion de liaison de données doit retransmettre toutes les trames I dont les numéros de séquence sont indiqués dans le champ N(R) et le champ d'information de la trame SREJ, dans l'ordre spécifié dans la trame SREJ, sauf les trames I envoyées après l'envoi de la trame dont le bit P était mis à 1. Les retransmissions doivent se faire conformément à ce qui suit:

- a) si l'entité de connexion de liaison de données est en train d'émettre une trame de surveillance ou une trame I lorsqu'elle reçoit la trame SREJ, elle doit finir d'émettre avant de commencer l'émission des trames I demandées;
- b) si l'entité de connexion de liaison de données est en train d'émettre une commande ou une réponse non numérotée lorsqu'elle reçoit la trame SREJ, elle ne doit pas tenir compte de la demande de retransmission;
- c) si l'entité de connexion de liaison de données n'est pas en train d'émettre de trames lorsqu'elle reçoit la trame SREJ, elle doit commencer immédiatement à émettre les trames I demandées.

Si aucune trame n'est retransmise, une invitation à émettre doit être envoyée soit par le biais de l'émission d'une commande RR (ou d'une commande RNR si l'entité de connexion de liaison de données est à l'état occupé) avec le bit P mis à 1, soit par le biais de l'établissement du bit P dans la dernière trame I retransmise.

Le temporisateur T401 doit être déclenché à nouveau.

### 8.1.6 Réception de trames RNR

Après réception d'une commande ou d'une réponse RNR valable, si l'entité de connexion de liaison de données n'est pas engagée dans une opération d'établissement de mode (c'est-à-dire qu'elle n'émet pas de trame SABME ou DISC), elle établit un état de récepteur occupé pour son entité homologue; et

- s'il s'agit d'une commande RNR dont le bit P est mis à 1, l'entité doit répondre avec une réponse RR avec le bit F mis à 1 si l'entité de connexion de liaison de données n'est pas dans un état d'occupation de son propre récepteur; et elle doit répondre avec une réponse RNR avec le bit F mis à 1 si l'entité de connexion de liaison de données se trouve dans un état d'occupation de son propre récepteur; et
- s'il s'agit d'une réponse RNR avec le bit F égal à 1, tout état existant de reprise par temporisateur doit être libéré, et le N(R) contenu dans cette réponse RNR doit être utilisé pour mettre à jour la variable d'état à l'émission V(S).

L'entité de connexion de liaison de données ne prend pas note de l'état d'occupation du récepteur homologue et n'envoie pas de trames I à l'entité de connexion de liaison de données distante.

NOTE 1 – Le N(R) d'une trame de commande RR ou RNR (quelle que soit la valeur donnée au bit P) n'est pas utilisé pour la mise à jour de la variable d'état à l'émission V(S).

L'entité de connexion de liaison de données doit alors:

- considérer le N(R) contenu dans la trame RNR reçue comme un accusé de réception pour toutes les trames I transmises (ou retransmises) avec un N(S) inférieur ou égal à N(R) – 1, et mettre sa variable V(A) à la valeur du N(R) contenu dans la trame RNR;
- redéclencher le temporisateur T401, sauf si une trame de réponse de surveillance avec le bit F mis à 1 est encore attendue.

Si le temporisateur T401 expire, l'entité de connexion de liaison de données doit:

- si elle n'est pas encore dans un état de reprise par temporisateur, passer à l'état de reprise par temporisateur et remettre à zéro la variable de comptage de retransmissions; ou
- si elle se trouve déjà dans un état de reprise par temporisateur, ajouter une unité à sa variable de comptage de retransmissions.

L'entité de connexion de liaison de données doit alors:

- a) si la valeur de la variable de comptage de retransmissions est inférieure à N400:
  - émettre une commande de surveillance appropriée RR, RNR ou REJ (voir la Note 2) avec le bit P égal à 1;
  - redéclencher le temporisateur T401; et
- b) si la valeur de la variable de comptage de retransmissions est égale à N400, mettre en œuvre une procédure de rétablissement comme indiqué en 8.4.6.

L'entité de connexion de liaison de données qui reçoit la trame de surveillance RR, RNR ou REJ avec le bit P mis à 1 répond dès que possible en utilisant une trame de réponse de surveillance RR, RNR ou REJ (voir la Note 2) avec le bit F mis à 1 pour indiquer si l'état d'occupation de son propre récepteur persiste ou s'il a pris fin.

Lorsqu'elle reçoit la réponse de surveillance avec le bit F égal à 1, l'entité de connexion de liaison de données arrête le temporisateur T401, et:

- si la réponse est une réponse RR, REJ ou SREJ, l'état d'occupation du récepteur homologue est libéré et l'entité de connexion de liaison de données peut émettre de nouvelles trames I ou réémettre des trames I, comme indiqué en 8.1.1 ou 8.1.4; ou
- si la réponse est une réponse RNR, l'entité de connexion de liaison de données qui reçoit la réponse agit conformément aux dispositions du premier alinéa du présent paragraphe.

Si une commande de surveillance (RR, RNR ou REJ) dont le bit P est mis à 0 ou à 1, ou si une trame de réponse de surveillance (RR, RNR ou REJ) dont le bit F est mis à 0 est reçue pendant le processus d'interrogation d'état, l'entité de connexion de liaison de données doit:

- si la trame de surveillance est une trame de commande RR ou REJ ou une trame de réponse RR, REJ ou SREJ, libérer l'état d'occupation du récepteur homologue, et si la trame de surveillance reçue est une commande avec le bit P mis à 1, émettre la trame de réponse de surveillance appropriée (voir la Note 2)

avec le bit F mis à 1. Toutefois, la transmission ou la retransmission de trames I ne doit pas être entreprise tant que la trame de réponse de surveillance appropriée avec le bit F mis à 1 n'a pas été reçue ou tant que le temporisateur T401 n'est pas venu à expiration; ou

- si la trame de surveillance est une trame de commande RNR ou une trame de réponse RNR, maintenir l'état d'occupation du récepteur homologue et, si la trame de surveillance reçue est une commande RNR avec le bit P mis à 1, émettre la trame de réponse de surveillance appropriée (voir la Note 2) avec le bit F mis à 1.

NOTE 2 – Si l'entité de connexion de liaison de données n'est pas dans l'état d'occupation de son propre récepteur mais dans un état d'exception de rejet [c'est-à-dire qu'une erreur de séquence N(S) a été décelée et qu'une trame REJ a été transmise, mais que la trame I demandée n'a pas été reçue], la trame de surveillance appropriée est la trame RR.

- Si l'entité de connexion de liaison de données n'est pas dans l'état d'occupation de son propre récepteur, mais dans un état d'exception sur erreur de séquence N(S) [c'est-à-dire qu'une erreur de séquence N(S) a été décelée mais qu'aucune trame REJ n'a été transmise], la trame de supervision appropriée est la trame REJ.
- Si l'entité de connexion de liaison de données se trouve dans l'état d'occupation de son propre récepteur, la trame de surveillance appropriée est la trame RNR.
- Dans le cas contraire, la trame de supervision appropriée est la trame RR.

### 8.1.7 Etat d'occupation de son propre récepteur

Lorsque l'entité de connexion de liaison de données passe à l'état d'occupation de son propre récepteur, elle doit émettre une trame RNR dès que possible.

La trame RNR peut être:

- une réponse RNR avec le bit F égal à 0; ou
- si l'état est dû à la réception d'une trame de commande avec le bit P mis à 1, une réponse RNR avec le bit F égal à 1; ou
- si l'entité de connexion de liaison de données passe à cet état à l'expiration du temporisateur T401, une commande RNR avec le bit P égal à 1.

Toutes les trames I reçues avec le bit P égal à 0 doivent être écartées après mise à jour de V(A).

Toutes les trames de surveillance RR, RNR et REJ reçues avec le bit P/F égal à 0 doivent être exécutées, y compris la mise à jour de V(A).

Toutes les trames de surveillance SREJ reçues avec le bit P/F égal à 0 doivent être exécutées comme indiqué en 8.1.5.

Toutes les trames I reçues avec le bit P égal à 1 doivent être écartées après mise à jour de V(A). Cependant, une trame de réponse RNR avec le bit F égal à 1 doit être transmise.

Toutes les trames de surveillance RR, RNR et REJ reçues avec le bit P égal à 1 doivent être exécutées, y compris la mise à jour de V(A). Une réponse RNR avec le bit F égal à 1 doit être transmise.

L'entité de connexion de liaison de données doit transmettre une commande RR pour signaler à son entité homologue la sortie de l'état d'occupation de son propre récepteur; si une erreur de séquence N(S) précédemment détectée n'a pas encore été signalée, l'entité émet une trame REJ dont le numéro N(R) a la valeur courante de la variable d'état de réception V(R), ou une trame SREJ (si on a décidé d'utiliser cette trame).

### 8.1.8 Attente d'accusé de réception

L'entité de connexion de liaison de données tient à jour une variable interne de comptage de retransmissions.

Si le temporisateur T401 expire, l'entité de connexion de liaison de données doit:

- si elle n'est pas encore dans l'état de reprise par temporisateur, entrer dans cet état et remettre à 0 la variable de comptage de retransmissions; ou
- si elle est déjà dans l'état de reprise par temporisateur, ajouter une unité à sa variable de comptage de retransmissions.



L'entité de connexion de liaison de données doit alors:

- a) si la valeur de la variable de comptage de retransmissions est inférieure à N400, redéclencher le temporisateur T401 et transmettre une commande de surveillance appropriée (voir la Note 2 en 8.1.6) avec le bit P égal à 1; ou
- b) si la valeur de la variable de comptage de retransmissions est égale à N400, déclencher une procédure de terminaison comme indiqué en 8.4.6.

L'état de reprise par temporisateur est annulé lorsque l'entité de connexion de liaison de données reçoit en réponse une trame de surveillance valable RR, RNR ou REJ dont le bit F est égal à 1. Si le N(R) de la trame de surveillance reçue RR, RNR ou REJ est compris entre la valeur actuelle de sa variable d'état V(A) et celle de sa variable d'état à l'émission V(S) incluse, elle donne à sa V(S) la valeur du N(R) reçu. Si le N(R) de la trame de surveillance SREJ reçue se situe dans la gamme V(A)-V(S) compris, la procédure décrite au 8.1.5.2.1 ou au 8.1.5.2.2, selon la valeur du bit F, est suivie. Le temporisateur T401 doit être arrêté si la trame de surveillance reçue est une réponse RR ou REJ; l'entité de connexion de liaison de données reprend alors la transmission ou la retransmission, selon le cas, de la trame I. Le temporisateur T401 doit être arrêté et redéclenché s'il s'agit d'une réponse RNR pour poursuivre le processus d'interrogation d'état conformément au 8.1.6.

### 8.1.9 Erreur de séquence N(S)

Un état d'exception sur erreur de séquence N(S) se produit dans le récepteur en cas de réception d'une trame I valable contenant une valeur N(S) qui n'est pas égale à la variable d'état de réception V(R) dans le récepteur. Il existe plusieurs méthodes de reprise des cas d'exception d'erreur de séquence N(S):

- a) utilisation de trames REJ (obligatoire);
- b) utilisation de trames SREJ – reprise sur trame unique (s-SREJ) (facultatif, suppose une négociation, voir l'article 10);
- c) utilisation de trames SREJ – reprise sur trames multiples (m-SREJ) (facultatif, suppose une négociation, voir l'article 10).

L'action du récepteur dépend de l'acceptation ou de la non-acceptation d'utiliser la procédure facultative de retransmission sélective (unique ou multiple) sur la connexion de liaison de données. Si cette procédure est utilisée, le champ d'information des trames I dont le N(S) n'est pas égal à la variable d'état de réception V(R) du récepteur doit être conservé pour être envoyé ensuite à l'utilisateur du service SU, jusqu'à la réception de la trame I attendue [c'est-à-dire celle dont le N(S) est égal à V(R)]. Si l'on a décidé de ne pas utiliser la procédure de retransmission sélective, le champ d'information de toutes les trames I dont le N(S) n'est pas égal à la variable d'état de réception V(R) doit être ignoré.

Dans les deux cas, le récepteur ne doit pas accuser réception [ni incrémenter sa variable d'état de réception V(R)] de la trame I ayant occasionné l'erreur de séquence, ni d'aucune trame I pouvant lui succéder, avant d'avoir reçu une trame I dont le N(S) est correct.

Une entité de connexion de liaison de données qui reçoit une ou plusieurs trames I présentant des erreurs de séquence mais pas d'autres erreurs, ou qui reçoit ensuite des trames de supervision, utilise le N(R) et le bit P/F contenus dans le champ de commande pour assurer les fonctions de commande de connexion, telles que l'acquittement de trames I précédemment transmises, et faire en sorte que l'entité de connexion de liaison de données indique dans sa réponse si le bit P reçu est égal à 1. Ainsi, la trame I retransmise peut contenir une valeur N(R) et un bit P qui sont mis à jour à partir de ceux contenus dans la trame I initialement transmise, et donc différents de ceux-ci.

La trame REJ ou la trame SREJ (pour la procédure s-SREJ ou m-SREJ) est utilisée par une entité de connexion de liaison de données de réception pour marquer le début d'une récupération d'erreur (retransmission) après détection d'une erreur de séquence N(S).

Pour une direction donnée de transfert d'information:

- un seul état d'exception REJ doit être établi à un moment donné;
- lors de l'utilisation de la procédure s-SREJ, un nombre quelconque d'états d'exception SREJ peuvent être établis à un moment donné;
- lors de l'utilisation de la procédure m-SREJ, un nombre quelconque d'états d'exception SREJ avec  $F = 0$  peuvent être établis à un moment donné; un seul état SREJ avec  $F = 1$ , en réponse à une invitation à numéroter, peut être établi.

A la réception d'une trame de commande ou d'une réponse REJ, une entité de connexion de liaison de données déclenche la transmission (retransmission) séquentielle des trames I en commençant par la trame I indiquée par le N(R) contenu dans la trame REJ.

A la réception d'une trame de commande ou de réponse SREJ, une entité de connexion de liaison de données entame la retransmission de la trame I indiquée par le N(R) contenu dans la trame SREJ et, s'il existe, du champ d'information contenu dans la trame SREJ.

Un état d'exception REJ ou SREJ est annulé quand la ou les trames I demandées sont reçues, ou quand une commande SABME ou DISC est reçue.

Les trames REJ ou SREJ ne peuvent pas être retransmises (en cas de perte de l'une de ces trames, l'expiration du temporisateur T401 dans l'entité de connexion de liaison de données distante entraînera finalement la réémission de la ou des trames I demandées). Toutefois, si l'examen des trames I reçues montre que la réémission de la trame demandée s'est produite sans avoir satisfait l'état de rejet, un nouvel état REJ ou SREJ peut être établi, à titre d'option, et la trame REJ ou SREJ peut être répétée.

### **8.1.10 Erreur sur le numéro de séquence N(R)**

Un état d'exception sur erreur de numéro de séquence N(R) se produit dans l'émetteur en cas de réception d'une trame de supervision ou d'une trame I valable contenant une valeur N(R) qui n'est pas correcte.

On entend par N(R) valable un numéro compris dans l'intervalle  $V(A) \leq N(R) \leq V(S)$ .

Le champ d'information contenu dans une trame I dont la séquence et le format sont corrects peut être envoyé à l'utilisateur du service SU au moyen de la primitive d'indication L-DATA.

L'entité de connexion de liaison de données déclenche la procédure de fin conformément au 8.4.6.2.

### **8.1.11 Etat de reprise sur temporisateur**

Si, en raison d'une erreur de transmission, une entité de connexion de liaison de données ne reçoit pas une trame I unique ou la ou les dernières trames I d'une séquence de trames I, elle ne détectera pas un état d'exception sur numéros hors séquence et, par conséquent, ne transmettra pas de trame REJ ou SREJ.

L'entité de connexion de liaison de données qui a transmis la ou les trames I non acquittées doit, à l'expiration du temporisateur T401, prendre les mesures appropriées de reprise indiquées en 8.1.8, pour déterminer à partir de quelle trame I la retransmission doit commencer.

## **8.2 Mode sans reprise sur erreur sans accusé de réception**

A la réception d'une primitive de demande L-UNITDATA, la fonction MF émet une trame de commande UI dont le bit P est mis à 0 et dont le champ d'information contient les données.

A la réception d'une trame de commande UI dont le bit P est mis à 0, la fonction MF envoie une primitive d'indication L-UNITDATA au SU avec les données contenues dans le champ d'information.

## **8.3 Transfert de l'information de commande d'utilisateur**

Le transfert de l'information de commande d'utilisateur se produit par le biais de l'appel, par le SU des primitives MF appropriées (par exemple L-UNITDATA ou L-DATA).

Voir l'Annexe B pour les procédures et le codage des messages de commande utilisateur vers les interruptions de signaux.

## **8.4 Procédures additionnelles de transfert d'information**

### **8.4.1 Etat de trame non valable**

Toute trame reçue qui n'est pas valable doit être éliminée (mais voir 5.3).

A titre facultatif pour répondre à une trame non valable en mode ERM, une entité de connexion de liaison de données peut émettre une trame REJ. Sinon, la trame reçue est rejetée et aucune action n'est prise.

### 8.4.2 Etat de rejet de trame

Un état de rejet de trame résulte de l'un des cas décrits en 6.4.1 (premier alinéa) ou en 6.4.12, points b), c) et d).

En cas d'état de rejet de trame pendant l'établissement d'une connexion de liaison de données (DLC) à correction d'erreur, l'entité de connexion de liaison de données déclenche la procédure de fin (voir 8.4.6.2). Dans les autres circonstances, la trame qui provoque l'état est éliminée.

NOTE – Pour assurer un bon fonctionnement, il est essentiel que le récepteur soit à même de distinguer les trames non valables, telles que définies en 5.3, des trames I dont le champ d'information dépasse la longueur maximale établie [voir 6.4.12, point d)]. On peut supposer que la trame n'est pas délimitée et qu'en conséquence, elle sera ignorée si la trame la plus longue admissible augmentée de deux octets est reçue deux fois sans détection de fanions.

### 8.4.3 Réception d'une trame de réponse FRMR

Lorsqu'elle reçoit une trame de réponse FRMR dans l'état de connexion, l'entité de connexion de liaison de données déclenche la procédure de fin (voir 8.4.6, 8.4.6.2).

### 8.4.4 Trames de réponse non sollicitées

Les mesures à prendre à la réception d'une trame de réponse non sollicitée sont définies au Tableau 5.

TABLEAU 5/V.76

Mesures prises à la réception de trames de réponse non sollicitées

| Trame de réponse non sollicitée | Etat de déconnexion  | Etablissement de connexion en attente | Libération de connexion en attente | Etat de connexion                              |  |
|---------------------------------|----------------------|---------------------------------------|------------------------------------|--|--|
|                                 |                      |                                       |                                    | Pas dans la phase de reprise par temporisateur | Dans la phase de reprise par temporisateur |
| Réponse UA<br>F = 1             | Ignorer *            | (Sollicité)                           | (Sollicité)                        | Ignorer *                                      | Ignorer *                                  |
| Réponse UA<br>F = 0             | Ignorer *            | Ignorer *                             | Ignorer *                          | Ignorer *                                      | Ignorer *                                  |
| Réponse DM<br>F = 1             | Ignorer              | (Sollicité)                           | (Sollicité)                        | Ignorer *                                      | (Sollicité)                                |
| Réponse DM<br>F = 0             | Etablir la connexion | Ignorer                               | Ignorer                            | Terminer la connexion                          | Terminer la connexion                      |
| Réponse RR,<br>RNR, REJ: F = 1  | Ignorer              | Ignorer                               | Ignorer                            | Ignorer *                                      | (Sollicité)                                |
| Réponse RR,<br>RNR, REJ: F = 0  | Ignorer              | Ignorer                               | Ignorer                            | (Sollicité)                                    | (Sollicité)                                |
| Réponse SREJ<br>F = 1           | Ignorer              | Ignorer                               | Ignorer                            | Terminer la connexion                          | Terminer la connexion                      |
| Réponse SREJ<br>F = 0           | Ignorer              | Ignorer                               | Ignorer                            | (Sollicité)                                    | (Sollicité)                                |

NOTES

1 Dans les cas où «ignorer» est accompagné d'un astérisque (\*), l'entité de connexion de liaison de données doit informer le SU que le protocole n'est pas respecté.

2 L'indication «sollicité» signifie que le fonctionnement du protocole est correct.

## **8.4.5 Fonction de surveillance**

### **8.4.5.1 Généralités**

Cette fonction, si elle est mise en œuvre, peut l'être sur un ou plusieurs DLCI.

Les éléments de procédures définis au début de l'article 8 permettent de surveiller la connexion de liaison de données. Le présent paragraphe décrit les procédures pouvant être utilisées pour mettre en œuvre la fonction de surveillance, laquelle est facultative.

### **8.4.5.2 Surveillance pendant l'état de connexion**

La vérification de la connexion est un service fourni par l'entité de connexion de liaison de données à son SU. Cela signifie que le SU n'est informé qu'en cas de défaillance. En outre, la procédure peut être incorporée dans l'échange d'information «normal» et peut devenir plus efficace qu'une procédure fondée sur l'utilisation du SU.

La procédure est fondée sur des trames de commande de surveillance (commandes RR et RNR) et sur le temporisateur T403 et est mise en œuvre pendant l'état de connexion, comme indiqué ci-après.

Si aucune trame n'est échangée sur la connexion de liaison de données (qu'il s'agisse de trames I nouvelles ou en instance, ou de trames de surveillance avec le bit P mis à 1), il n'existe aucun moyen de déceler une situation de connexion de liaison de données (DLC) défaillante. Le temporisateur T403 représente le laps de temps maximal admissible pendant lequel il n'y a pas d'échange de trames.

En cas d'expiration du temporisateur T403, une commande de surveillance avec le bit P mis à 1 est transmise. Une telle procédure est protégée contre les erreurs de transmission à l'aide du temporisateur T401 et du compteur de retransmissions N400.

### **8.4.5.3 Procédures de vérification de la connexion**

#### **8.4.5.3.1 Mise en marche du temporisateur T403**

Le temporisateur T403 est déclenché:

- lorsque l'entité entre dans l'état de connexion; et
- dans l'état de connexion chaque fois que le temporisateur T401 est arrêté.

A la réception d'une trame I ou d'une trame de surveillance, le temporisateur T403 est redéclenché si le temporisateur T401 ne doit pas être mis en marche.

#### **8.4.5.3.2 Arrêt du temporisateur T403**

Le temporisateur T403 est arrêté:

- lorsque, dans l'état de connexion, le temporisateur T401 est déclenché; et
- lorsque l'entité quitte l'état de connexion.

#### **8.4.5.3.3 Expiration du temporisateur T403**

Si le temporisateur T403 vient à expiration, l'entité de connexion de liaison de données procède comme suit (il convient de noter que le temporisateur T401 n'est ni déclenché, ni arrêté):

- a) elle met la variable de comptage de retransmissions à 0;
- b) elle entre dans l'état de reprise par temporisateur (voir 8.1.11);
- c) elle transmet une commande de surveillance avec le bit P mis à 1 comme suit:
  - en l'absence d'état d'occupation de son propre récepteur, elle transmet une commande RR; ou
  - en présence d'un état d'occupation de son propre récepteur, elle transmet une commande RNR;
- d) elle déclenche le temporisateur T401; et
- e) elle informe le SU après N400 retransmissions.

## **8.4.6 Fin de connexion de liaison de données**

### **8.4.6.1 Critères de fin de connexion**

Les critères de fin de connexion de liaison de données définis dans ce paragraphe sont satisfaits pour les cas suivants:

- la présence de N400 échecs de retransmission pendant la temporisation associée à l'état de reprise sur erreur (voir 8.1.8);
- la présence d'un état de rejet de trame comme cela a été identifié dans 8.4.2;
- la réception, dans l'état de connexion, d'une trame de réponse FRMR (voir 8.4.3);
- la réception, dans l'état de connexion, d'une réponse DM non sollicitée avec le bit F mis à 0 (voir 8.4.4);
- la réception, dans la temporisation associée à l'état de reprise sur erreur, d'une réponse DM avec le bit F mis à 1.

NOTE – L'ajout de la réception éventuelle, à l'état connecté, d'une trame SABME dans la liste des états de fin de connexion de liaison de données ci-dessus (reconnaissant la nécessité d'accepter que la trame SABME puisse être retransmise en raison d'une perte de réponse UA) est à l'étude.

### **8.4.6.2 Procédures**

Dans tous les cas de fins de connexion de liaison de données, une primitive d'indication L-RELEASE devra être transmise à l'utilisateur du service (SU), et on passera à l'état déconnecté.

## **9 Paramètres du système de la fonction de multiplexage**

Cet article spécifie les paramètres nécessaires au fonctionnement approprié de la MF. Les valeurs devant être utilisées pour ces paramètres sont indiquées à l'entité DLC par des moyens de communication en local. Voir l'Annexe C.

Tous les paramètres, à l'exception de la taille de la fenêtre, s'appliquent aux modes ERM comme UNERM.

### **9.1 Temporisateur d'accusé de réception (T401)**

Le temporisateur d'accusé de réception régit le laps de temps pendant lequel une entité de connexion de liaison de données attendra un accusé de réception avant de recourir à une autre action (par exemple retransmission d'une trame). Les deux entités de connexion de liaison de données associées à une connexion de liaison de données peuvent fonctionner avec une valeur différente de T401.

NOTE – Ce temporisateur doit être considéré comme un paramètre logique. C'est-à-dire qu'il peut être un temporisateur d'accusé de réception associé à chaque fonction MF (par exemple, transmission d'une trame I, envoi d'une trame avec P = 1) exigeant qu'un accusé de réception soit reçu avant l'expiration de ce temporisateur. Cela n'implique pas nécessairement des circuits de temporisateur distincts.

### **9.2 Nombre maximal de retransmissions (N400)**

N400 régit le nombre maximal de fois où une entité de connexion de liaison de données tentera à nouveau une procédure exigeant une réponse. Les deux entités de connexion de liaison de données associées à une connexion de liaison de données peuvent fonctionner avec une valeur différente de N400.

### **9.3 Nombre maximal d'octets dans un champ d'information (N401)**

N401 régit le nombre maximal d'octets qui peuvent être acheminés dans le champ d'information d'une trame I, d'une trame SREJ (procédure m-SREJ uniquement), d'une trame XID, d'une trame UI, d'une trame UIH (voir l'Appendice II), d'une trame SABME, d'une trame UA, d'une trame DISC, d'une trame DM ou d'une trame TEST transmise par une entité de connexion de liaison de données (DLC). La valeur par défaut pour une connexion de liaison de données peut avoir une valeur spécifique (par exemple 128) ou découler de certaines caractéristiques relatives au fonctionnement de la connexion DLC (par exemple bloc de taille maximale associé au codeur sélectionné pour un canal audio). Il peut y avoir également des valeurs maximales spécifiques à la trame pour une connexion DLC, pouvant s'appliquer à certaines procédures (par exemple une taille maximale du champ d'information pour des trames UI, différente de la taille maximale pour la trame SABME). Ce paramètre comprend deux sous-paramètres – un pour chaque sens de transmission (c'est-à-dire taille maximale du champ d'information dans le sens entre le côté ouvrant la connexion DLC vers la station distante et un maximum entre la station distante et le côté ouvrant la connexion DLC). Il n'est pas nécessaire que des valeurs identiques soient utilisées dans chaque sens.

## 9.4 Dimension de la fenêtre (*k*)

*k* régit le nombre maximal de trames I qu'une entité de connexion de liaison de données peut avoir en attente d'acquiescement (c'est-à-dire sans accusé de réception). Ce paramètre comprend deux sous-paramètres – un pour chaque sens de transmission (c'est-à-dire la taille maximale de fenêtre dans le sens entre le côté ouvrant la connexion DLC et la station distante, et également la taille maximale entre la station distante et le côté ouvrant la connexion DLC). Il n'est pas nécessaire que des valeurs identiques soient utilisées dans chaque sens.

## 9.5 Temporisateur de délai de réponse (T402) – Facultatif

T402 est le nombre maximal de fois où l'entité de connexion de liaison de données peut attendre, suite à la réception d'une trame nécessitant une réponse, avant d'entamer la transmission d'une réponse appropriée pour s'assurer que la trame de réponse est reçue par l'entité de connexion de liaison de données distante avant l'expiration du temporisateur T401 de cette entité. Si ce temporisateur expire, la réponse qui aurait été renvoyée avant son expiration ne sera pas transmise.

NOTE – La nécessité du fonctionnement d'un tel temporisateur doit faire l'objet d'un complément d'étude.

## 9.6 Temporisateur d'inactivité (T403) – Facultatif

T403 représente le laps de temps maximal qu'une entité de connexion de liaison de données laissera s'écouler sans que des trames soient échangées sur la connexion de liaison de données. Les deux entités de connexion de liaison de données associées à une connexion avec correction d'erreur peuvent fonctionner avec une valeur différente de T403. Bien qu'aucune valeur par défaut ne soit spécifiée pour T403, elle doit prendre des valeurs relativement petites afin que les défauts puissent être détectés rapidement.

## 9.7 Valeurs DLCI

La valeur DLCI dans le champ d'adresse d'une trame transmise par la fonction de protection contre les erreurs sert à identifier la connexion entre deux entités homologues de connexion de liaison de données.

## 9.8 Mode de fonctionnement

Ce paramètre indique si la DLC doit être utilisée pour prendre en compte le mode ERM ou UNERM. La station à l'origine de l'établissement du DLCI doit choisir le mode de fonctionnement et le communiquer à la station distante. Il n'y a pas de négociation de ce paramètre.

## 10 Négociation des procédures facultatives

Il existe cinq procédures qui sont facultatives pour l'exploitation de la fonction de multiplexage (MF) (voir l'Annexe C). Ce sont:

- a) au lieu de la procédure de reprise REJ pour le fonctionnement en mode ERM, une des procédures suivantes sera employée:
  - procédure s-SREJ pour la retransmission sélective, utilisant une trame SREJ sans champ d'information, pour permettre la retransmission d'une seule trame I;
  - procédure m-SREJ pour la retransmission sélective utilisant une trame SREJ avec un champ d'information facultatif pour le codage d'une liste afin de permettre la retransmission d'une ou plusieurs trames I;
- b) l'essai en boucle, où un utilisateur du service peut déterminer si son homologue fonctionne; et
- c) au lieu d'une séquence FCS à 16 bits, on sélectionne une séquence FCS à 8 bits ou une séquence FCS à 32 bits;
- d) fonctionnement en mode suspension/reprise (voir l'Annexe A) et si un champ d'adresse est présent;
- e) à la place des trames UI, on utilise des informations non numérotées avec la fonction de contrôle d'en-tête (UIH), y compris le nombre d'octets initiaux après le fanion d'ouverture qui sont protégés par la séquence de contrôle de trame (FCS) (voir l'Appendice II).

L'utilisateur de service (SU) est responsable de déterminer, avec son homologue, s'il faut ou non utiliser une procédure facultative. L'utilisation d'une procédure facultative suppose l'accord des deux stations. Si les deux stations utilisent une option, la MF est informée, par un moyen qui dépasse le cadre de la présente Recommandation, que la procédure est sélectionnée pour être utilisée.

## Annexe A

### Fonctionnement facultatif en mode suspension/reprise

#### A.1 Introduction

Les trains de bits multiplexés à l'aide des procédures de la présente Recommandation, basés sur leur valeur DLCI, peuvent être considérés comme entrant dans deux catégories:

- **trafic en temps réel**, ou trafic sensible au temps de propagation; le trafic vocal/audio entre dans cette catégorie;
- **trafic en temps non réel**, ou trafic insensible au temps de propagation; la transmission de données tombe dans cette catégorie.

Pour le trafic en temps réel (RT, *real-time*), la qualité perçue par le destinataire se dégrade à mesure qu'augmente le temps de propagation de bout en bout. Pour le trafic en temps non réel (NRT, *non-real-time*), ce n'est généralement pas le cas tant que le temps de propagation total ne dépasse pas une limite (relativement élevée).

Prenons un scénario dans lequel une trame NRT est en cours d'émission lorsqu'une trame RT est prête à être envoyée. Avec le format de trame de base défini dans la présente Recommandation, la trame RT doit attendre l'achèvement ou l'abandon de la transmission de la trame NRT. Le temps de propagation vu par la trame RT peut être d'une durée égale au temps nécessaire pour transmettre complètement une trame NRT de longueur maximale. Pour la longueur maximale par défaut du champ d'information (128 octets), le temps de propagation est d'environ 70 msec à 14,4 kbit/s. Il peut manifestement être réduit grâce à l'emploi d'une longueur de trame moins grande; toutefois, le surdébit de multiplexage s'en trouvera augmenté.

L'opération **suspension/reprise** est une amélioration de la plate-forme de multiplexage, qui entraîne une réduction du temps de propagation perçu par les trames RT. En gros, l'opération suspension/reprise permet l'interruption de la transmission d'une trame NRT si une trame RT devient prête à être envoyée; la transmission de la trame NRT est reprise où elle a été interrompue une fois la transmission de la trame RT achevée.

#### A.2 Abréviations

Les abréviations additionnelles ci-après sont employées dans la présente annexe.

|     |  |
|-----|--|
| NRT | En temps non réel ( <i>non-real-time</i> )   |
| RF  | Fanion de reprise ( <i>resume flag</i> )     |
| RT  | Temps réel ( <i>real-time</i> )              |
| S/R | Suspension/reprise ( <i>suspend/resume</i> ) |
| SF  | Fanion de suspension ( <i>suspend flag</i> ) |

#### A.3 Fonctionnement de la procédure suspension/reprise

On trouvera ci-après une définition du fonctionnement normal de l'entité suspension/reprise (S/R) à l'aide des procédures définies dans la présente annexe, ainsi qu'un examen de l'interfonctionnement de l'option S/R avec la plate-forme de multiplexage de base.

Il existe deux catégories de trafic, en temps réel (RT) et en temps non réel (NRT), comme indiqué plus haut. Une DLC donnée est une DLC RT ou une DLC NRT selon la catégorie de trafic qu'elle achemine. La catégorie à laquelle appartient un train d'information est précisée lors de l'établissement de la DLC. Les trames RT se distinguent des trames NRT par leur valeur DLCI.

Chaque DLC a sa propre valeur de longueur de trame maximale. La longueur maximale de toutes les trames NRT est désignée par N401NRT alors que toutes les trames RT ont une longueur de trame maximale de N401RT.

Outre le fanion de format de base («01111110») défini au 5.1.2, de nouveaux délimiteurs sont définis: le **fanion de suspension** («01111110») et le **fanion de reprise** («01111110»). Lors de l'utilisation de S/R, la séquence d'abandon (voir 5.4) est redéfinie pour être d'au moins neuf bits 1 consécutifs. Les formats de trame possibles sont illustrés ci-dessous.

|                     |   |   |   |   |                 |     |     |
|---------------------|---|---|---|---|-----------------|-----|-----|
| Trame NRT (données) | F | A | C | C | I (max N401NRT) | FCS | FCS |
|---------------------|---|---|---|---|-----------------|-----|-----|

|                                   |    |   |                |     |
|-----------------------------------|----|---|----------------|-----|
| Trame RT (voix)<br>(conversation) | SF | A | I (max N401RT) | FCS |
|-----------------------------------|----|---|----------------|-----|

|                              |    |   |   |     |    |
|------------------------------|----|---|---|-----|----|
| Trame RT (voix)<br>(silence) | SF | A | I | FCS | RF |
|------------------------------|----|---|---|-----|----|

#### NOTES

- 1 L'utilisation d'un champ d'adresse est facultative et l'entité S/R en a connaissance par des moyens qui sont en dehors du domaine d'application de la présente Recommandation.
- 2 Les trames RT sont indiquées en utilisant la séquence de contrôle de trame (FCS) à 8 bits.
- 3 Les trames RT n'ont pas de champ de commande explicite; les trames RT sont traitées comme des trames UI.

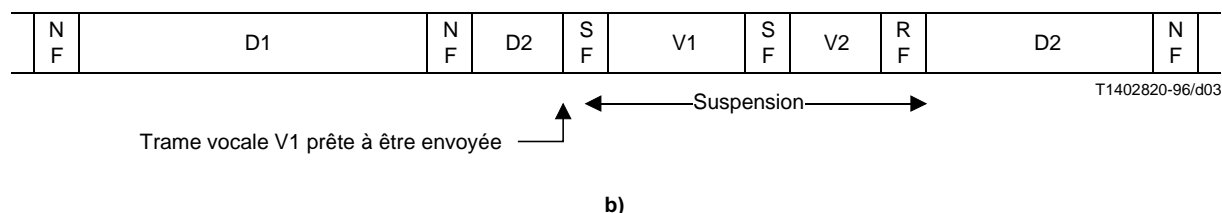
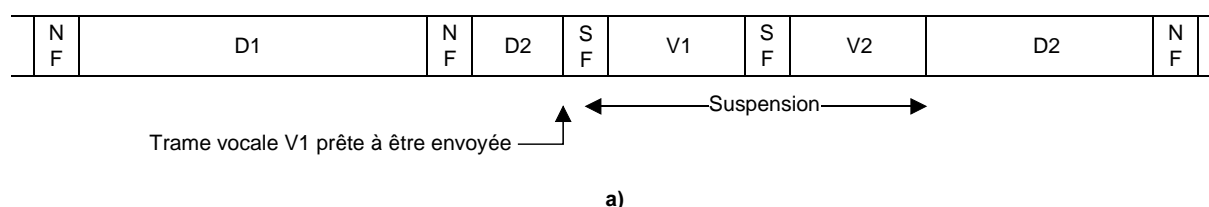
Trois états sont associés au fonctionnement S/R: l'état **normal**, l'état **de suspension** et l'état **d'abandon**. L'état d'abandon est utilisé pour traiter les cas d'erreurs, comme on le verra plus loin. Le fonctionnement dans les états normaux et de suspension et les transitions entre ces états sont les suivants:

- a) dans l'état normal, une entité S/R d'émission transmet des trames de la manière habituelle, séparées par des fanions normaux sauf:
  - si une trame RT est prête à être envoyée pendant la transmission d'une NRT, l'entité S/R arrête la transmission de la trame NRT, émet un fanion de suspension unique puis commence la transmission de la trame RT; à ce point, l'entité S/R est passée à l'état de suspension;
- b) pour une entité S/R d'émission dans l'état de suspension, lorsque la transmission d'une trame RT est achevée:
  - si une autre trame RT est prête à être envoyée, l'entité S/R émet un fanion de suspension unique suivi de cette trame RT et reste à l'état de suspension;
  - si aucune trame RT n'est prête à être envoyée:
    - i) si la trame RT dont la transmission vient d'être achevée n'était **pas** une trame RT de longueur maximale (c'est-à-dire que son champ d'information était inférieur à N401RT), l'entité S/R émet alors une seule RF puis reprend la transmission de la trame NRT suspendue au point où elle avait été interrompue. L'entité S/R revient alors à l'état normal;
    - ii) si la trame RT dont la transmission vient d'être achevée était une trame RT de longueur maximale, l'entité S/R reprend la transmission de la trame NRT suspendue au point où elle avait été interrompue. A ce stade, l'entité S/R revient à l'état normal. A noter que l'octet suivant de la trame NRT est transmis immédiatement après le champ FCS de la trame RT sans RF intervenant;
- c) dans l'état normal, une entité S/R destinataire reçoit des trames de la manière normale, séparées par des fanions normaux, sauf:
  - si une SF est reçue au milieu d'une trame NRT; la réception de la trame NRT est alors suspendue, la trame qui suit la SF est traitée comme une trame RT et l'entité S/R passe à l'état de suspension;
- d) une entité S/R destinataire à l'état de suspension comptera les octets suivant le champ d'adresse de la trame reçue:
  - si une SF est reçue et que le nombre d'octets est égal ou inférieur à N401RT plus la longueur du champ FCS, la réception de la trame RT s'achève normalement, la trame suivante est traitée comme une trame RT et l'entité S/R reste dans l'état de suspension;



- si un fanion de reprise est reçu avec un nombre d'octets inférieur ou égal à  $N_{401RT}$  plus la longueur du champ FCS, la réception de la trame RT s'achève normalement, la réception de la trame NRT suspendue se poursuit avec l'octet qui suit immédiatement le fanion et l'entité S/R revient à l'état normal;
- si le nombre d'octets est égal à  $N_{401RT}$  plus la longueur du champ FCS et que le schéma de bits qui suit immédiatement n'est ni une SF ni une RF, la réception de la trame RT est achevée en tant que trame RT de longueur maximale, la réception de la trame NRT suspendue se poursuit avec l'octet qui suit immédiatement le champ FCS de la trame RT achevée et l'entité S/R revient à l'état normal.

Les cas d'erreur sont examinés ci-après. Un exemple simple est donné à des fins d'illustration.



**Deux exemples simples de suspension et reprise.** Les trames de données D1 et D2 sont des trames NRT. Les trames vocales V1 et V2 sont des trames RT. NF est un fanion normal, SF est un fanion de suspension et RF est un fanion de reprise. Dans le cas a), la trame V2 est une trame RT de longueur maximale. Dans le cas b), la trame V2 n'est pas une trame RT de longueur maximale. Dans les deux cas, la trame V2 est prête à être envoyée avant la fin de la transmission de la trame V1.

L'opération de suspension/reprise a les propriétés suivantes:

- une trame RT qui suspendrait la transmission d'une trame NRT ne comporte pas de champ de commande HDLC<sup>1)</sup>;
- seules des trames RT sont envoyées et reçues dans l'état de suspension;
- seuls des fanions normaux sont envoyés et reçus dans l'état normal;
- seuls des fanions de suspension sont envoyés et reçus dans l'état de suspension;
- les trames RT ne sont jamais suspendues;
- une trame NRT peut être suspendue et reprise plusieurs fois.

#### A.4 Cas d'erreur avec suspension/reprise

Pour les entités S/R, la définition et le traitement de trames invalides et les violations S/R sont tels que définis ci-après.

A noter que la réception d'une séquence d'abandon est considérée comme un cas d'erreur et, partant, qu'elle est également examinée ci-après.

<sup>1)</sup> Une trame autre que la trame «UI» RT (par exemple DISC pour la libération d'une DLC RT) n'est pas considérée comme une trame RT et ne suspendrait pas la transmission d'une trame NRT.

#### A.4.1 Trames non valables

Une trame NRT n'est pas valable si elle répond aux conditions pertinentes indiquées au 5.3, étant donné que les fanions qui limitent la trame sont les fanions normaux d'ouverture et de fermeture de trame. En outre, une trame NRT pour laquelle il se produit un cas d'erreur dans le mode S/R (par exemple trame RT non valable, violation S/R, état d'abandon) entre les fanions d'ouverture et de fermeture est considérée comme une trame non valable.

Les conditions de non-validité de trame RT sont les suivantes:

- a) il n'y a pas d'octets entre le champ d'adresse, pour autant que son utilisation ait été convenue, et le champ FCS;
- b) il y a plus de  $N_{401RT}$  octets entre le champ d'adresse, pour autant que son utilisation ait été convenue, et le champ FCS;
- c) après extraction des bits zéro, il n'y a pas un nombre entier d'octets;
- d) la trame contient une erreur de séquence de contrôle de trame;
- e) la trame contient un champ d'adresse qui n'est pas identifié par un DLCI RT.

#### A.4.2 Violations des règles du protocole suspension/reprise

Les violations ci-après sont identifiées:

- a) une SF est immédiatement suivie d'un fanion normal, de suspension ou de reprise;
- b) une RF est immédiatement suivie d'un fanion normal, de suspension ou de reprise;
- c) un fanion normal est reçu dans l'état de suspension;
- d) une RF est reçue dans l'état normal;
- e) un fanion normal est immédiatement suivi d'un fanion de suspension ou de reprise.

#### A.4.3 Etat d'abandon

L'état d'abandon est utilisé surtout lorsque, par suite d'un cas d'erreur, l'état approprié d'une entité S/R ne peut être déterminé.

Pour une entité S/R destinataire qui se trouve à l'état d'abandon:

- a) si un fanion normal est reçu, l'entité S/R est mise à l'état normal;
- b) si une SF est reçue, l'entité S/R est mise dans l'état de suspension et la trame qui suit est considérée comme une trame RT. A noter qu'une trame NRT qui serait ensuite «reprise» après cette trame RT serait considérée comme une trame non valable;
- c) si une RF est reçue, l'entité S/R reste dans l'état d'abandon et la trame NRT «reprise» est considérée comme une trame non valable.

#### A.4.4 Traitement des cas d'erreur

Les cas d'erreur sont traités par une entité S/R comme suit:

- a) si une séquence d'abandon est reçue, la trame en cours de réception n'est pas prise en compte et l'entité S/R est mise à l'état d'abandon;
- b) si une trame NRT non valable est reçue, elle n'est pas prise en compte. Si elle était terminée par un fanion normal, l'entité S/R reste dans l'état normal; sinon, l'entité S/R est placée dans l'état d'abandon;
- c) si une trame RT non valable est reçue, elle n'est pas prise en compte. Si elle était terminée par un fanion normal, l'entité S/R reste dans l'état normal; sinon, l'entité S/R est mise dans l'état d'abandon;
- d) si un fanion normal est reçu dans l'état de suspension, la trame en cours de réception n'est pas prise en compte et l'entité S/R est mise dans l'état d'abandon;
- e) si une RF est reçue dans l'état normal, la trame en cours de réception n'est pas prise en compte et l'entité S/R est placée dans l'état d'abandon;
- f) si un fanion de suspension ou de reprise est suivi immédiatement d'un fanion normal, de suspension ou de reprise, la trame reçue avant le fanion n'est pas prise en compte et l'entité S/R est mise dans l'état d'abandon.

A noter que plusieurs cas d'erreur entraîneront l'invalidation d'une trame NRT durant sa réception, par exemple alors qu'elle est suspendue.

## A.5 Interfonctionnement du protocole suspension/reprise avec le format de trame de base

Une propriété essentielle du protocole S/R est qu'une station ayant une capacité S/R interagit directement avec une station sans capacité S/R.

Si S/R n'as pas été négociée, une station pouvant admettre S/R n'enverra jamais, de toute évidence, des fanions de suspension ou de reprise et traitera ces fanions, si elle les reçoit, comme des séquences d'abandon. En d'autres termes, une station avec capacité S/R se comporte exactement comme une station sans cette capacité quand S/R n'est pas activée.

## A.6 Performance de reprise sur erreur

Il s'agit ici de la capacité d'une entité S/R à revenir à l'état approprié après un cas d'erreur. Prenons deux exemples:

- a) une trame NRT en cours d'envoi est suspendue, une trame RT de longueur maximale unique est envoyée et la trame NRT est reprise. La SF est corrompue au récepteur et n'est pas détectée. Le fanion de fermeture de la trame NRT est correctement reçu:
  - l'entité S/R qui reçoit considérera la trame RT comme une partie de la trame NRT, c'est-à-dire que cette dernière sera considérée comme composée de tous les octets entre les fanions d'ouverture et de fermeture de la trame NRT. La non-validité de la trame reçue sera détectée, essentiellement au moyen du contrôle FCS (à cet égard, le scénario est quasiment identique au cas d'un fanion normal corrompu). L'entité S/R qui reçoit se trouve à juste titre dans l'état normal après avoir reçu le fanion normal qui ferme la trame NRT;
- b) une trame NRT en cours d'envoi est suspendue, une trame RT courte unique est envoyée, suivie d'une RF et du reste de la trame NRT. La trame de reprise, corrompue au récepteur, n'est pas détectée:
  - supposons que le nombre d'octets pour le RT en cours de réception arrive à expiration avant la détection du fanion de fermeture de la trame NRT. La non-validité de la trame RT sera détectée, essentiellement au moyen du contrôle FCS. En conséquence, la trame NRT suspendue sera également déclarée non valable et mise au rebut. Le fanion de fermeture normal de la trame NRT entraînera à juste titre le retour de l'entité S/R destinataire à l'état normal;
  - supposons que le fanion de fermeture normal de la trame NRT soit reçu avant l'expiration d'un comptage des octets RT. Il y a violation S/R et la trame RT est déclarée non valable et mise au rebut. La trame NRT suspendue sera également déclarée non valable et mise au rebut. L'entité destinataire est mise à l'état d'abandon et le prochain fanion reçu déterminera son état approprié.

## Annexe B

### Procédures et codage pour la transmission des signaux d'interruption

#### B.1 Procédures de transfert de signaux d'interruption

##### B.1.1 Généralités

Lors de la réception d'une primitive de demande L-SIGNAL à partir de son utilisateur du service (SU), une entité DLC doit transmettre une trame de commande UI avec son bit P mis à 0. Le champ d'information de la commande UI doit être codé pour indiquer un message d'interruption (BRK, *break*) et doit contenir l'option de gestion des interruptions comme cela est indiqué par le SU. Si la primitive de demande L-SIGNAL inclut une longueur de l'information d'interruption, elle doit être également codée dans le champ d'information de la trame UI.

Lors de la réception d'une trame de commande UI indiquant un message BRK, l'entité DLC doit présenter une primitive d'indication L-SIGNAL vers son utilisateur du service (SU), transportant l'option de gestion des interruptions et, le cas échéant, la longueur de l'information d'interruption. A la réception d'une primitive de réponse L-SIGNAL à partir de son utilisateur du service (SU), une entité DLC doit transmettre une trame de réponse UI dès que possible avec son bit F mis à la même valeur binaire que la trame de commande UI reçue. Le champ d'information de la trame de réponse UI doit être codé pour indiquer un message d'accusé de réception d'interruption (BRKACK, *break acknowledgement*).

Lors de la réception d'une trame de réponse UI avec un message BRKACK en réponse à une trame de commande UI transportant un message BRK, une entité DLC doit présenter une primitive de confirmation L-SIGNAL à son utilisateur du service (SU).

NOTE – L'échange de trames UI en lui-même ne constitue pas une confirmation de service. Confirmé par nature, le service L-SIGNAL apporté au SU, tel qu'il est décrit ici, résulte de l'association et de l'interprétation du contenu des champs d'information des trames UI échangées et non de l'association d'une trame de réponse UI à une trame de commande UI précédemment transmise.

## **B.1.2 Variables et paramètres d'état**

### **B.1.2.1 Numéros de séquence à l'émission et à la réception**

Afin de distinguer entre des trames UI uniques et des trames UI reproduites transportant l'information d'interruption, une entité DLC doit effectuer une opération de mise en séquence, modulo 2, sur le champ d'information de la trame UI. Le bit 8 du premier octet du champ d'information doit être utilisé à cet effet. En tant que tel, le bit 8 sert de numéro de séquence d'interruption à l'émission  $N(SB)$ , dans le message BRK, alors qu'il sert de numéro de séquence d'interruption à la réception  $N(RB)$ , dans des messages BRKACK.

### **B.1.2.2 Variable d'état à l'émission $V(SB)$ , *send state variable*)**

L'entité DLC doit conserver la variable d'état d'interruption à l'émission  $V(SB)$ . La valeur  $V(SB)$  dénote la valeur de la variable  $N(SB)$  dans le message BRK suivant émis comme résultat de la réception d'une primitive de demande L-SIGNAL en provenance du SU. La variable  $V(SB)$  est complétée chaque fois qu'un message BRK transmis est correctement acquitté par un message BRKACK. A l'établissement de la connexion DLC, la valeur  $V(SB)$  est mise à zéro.

### **B.1.2.3 Variable d'état à la réception $V(RB)$ , *receive state variable*)**

L'entité DLC doit conserver la variable d'état d'interruption à la réception  $V(RB)$ . La valeur  $V(RB)$  dénote la valeur de la variable  $N(SB)$  dans le message BRK suivant à recevoir. Si la valeur  $N(SB)$  dans le message BRK suivant reçu est égale à la valeur de la variable  $V(RB)$ , la variable  $V(RB)$  doit être complétée avant l'envoi du message BRKACK. A l'établissement de la connexion DLC, la valeur  $V(RB)$  est mise à zéro.

## **B.1.3 Procédures d'interruption**

### **B.1.3.1 Transmission d'un message BRK**

A la réception d'une primitive de demande L-SIGNAL, l'entité DLC doit transmettre un message BRK dans une trame de commande UI avec le bit P mis à 0. L'entité DLC doit mettre  $N(SB)$  à la valeur courante de  $V(SB)$ , démarrer le temporisateur d'acquiescement T401 (voir 9.1) et mettre le compteur de retransmissions N400 (voir 9.2) à zéro.

### **B.1.3.2 Réception d'un message BRK**

Lorsqu'elle reçoit un message BRK dans une trame de commande UI, l'entité DLC doit vérifier si la valeur  $N(SB)$  est égale à la valeur courante de  $V(RB)$ . Dans l'affirmative, l'entité DLC doit présenter une primitive d'indication L-SIGNAL à l'utilisateur du service (SU), lui passer l'option de gestion des interruptions et, le cas échéant, la longueur de l'information d'interruption. L'entité DLC doit également compléter la valeur de  $V(RB)$ .

A la réception d'une primitive de réponse L-SIGNAL, l'entité DLC doit transmettre un message BRKACK dans une trame de réponse UI avec la valeur  $N(RB)$  égale à la valeur de  $V(RB)$ . Le bit F de la trame UI devra être mis à la même valeur binaire que la trame de commande UI reçue.

Si la valeur  $N(SB)$  dans le message BRK reçu n'est pas égale à  $V(RB)$ , l'entité DLC doit ignorer le message BRK et retransmettre le message BRKACK précédent avec la valeur  $N(RB)$  égale à la valeur courante de  $V(RB)$ . Aucune primitive d'indication L-SIGNAL ne doit être présentée à l'utilisateur du service (SU).

### **B.1.3.3 Réception d'un message BRKACK**

Lors de la réception d'un message BRKACK dans une trame de réponse UI, l'entité DLC doit vérifier si la valeur  $N(RB)$  est égale à la valeur  $V(SB) + 1$ . Dans l'affirmative, l'entité DLC doit compléter  $V(SB)$ , arrêter le temporisateur d'acquiescement T401, et présenter une primitive de confirmation L-SIGNAL au SU. Si la valeur  $N(RB)$  n'est pas égale à  $V(SB) + 1$ , l'entité DLC doit ignorer le message BRKACK.

### B.1.3.4 Fin de temporisation pour l'acquittement

Si le temporisateur T401 arrive en fin de temporisation avant qu'un message BRKACK ne soit reçu pour acquitter le dernier message BRK transmis, l'entité DLC doit retransmettre le message BRK avec la valeur N(SB) égale à la valeur courante de V(SB). Le nombre de retransmissions ne doit pas excéder une valeur de compteur de N400. L'échec de réception d'un message BRKACK après N400 retransmissions doit être signalé au SU.

## B.2 Codage de l'information d'interruption

Le codage des messages BRK et BRKACK est indiqué à la Figure B.1.

| Bits   |   |   |   |   |   |   |   | Octet | Existe dans |
|--|---|---|---|---|---|---|---|-------|-------------|
| 8  | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 |       |             |
| Type de message d'interruption<br>(voir B.2.1 et le Tableau B.1) |   |   |   |   |   |   |   | 1     | BRK, BRKACK |
| Traitement des interruptions<br>(voir B.2.2 et le Tableau B.2)   |   |   |   |   |   |   |   | 2     | BRK         |
| Longueur de l'information d'interruption<br>(voir B.2.3)         |   |   |   |   |   |   |   | 3     | BRK         |

FIGURE B.1/V.76

### Format des messages BRK et BRKACK

#### B.2.1 Type de message

Le codage de l'octet 1, le type de message, est indiqué au Tableau B.1.

TABLEAU B.1/V.76

#### Codage des types de message

| Type de message  | Bits |   |   |   |   |   |   |   |
|--|------|---|---|---|---|---|---|---|
|  | 8    | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 |
| BRK  | X    | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| BRKACK   | X    | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| NOTES  |      |   |   |   |   |   |   |   |
| 1 Les codages non indiqués ci-dessus sont réservés.                                      |      |   |   |   |   |   |   |   |
| 2 X est utilisé comme numéro de séquence d'interruption comme cela est indiqué en B.1.2. |      |   |   |   |   |   |   |   |

### B.2.2 Option de traitement des interruptions

Le codage de l'octet 2, l'option de traitement des interruptions, est indiqué au Tableau B.2.

TABLEAU B.2/V.76

#### Codage de l'option de traitement des interruptions

| Bit | Signification   |
|-----|---|
| 8   | Bit d'élimination des données (D):<br>0: pas d'élimination de données<br>1: élimination de données non encore transmises  |
| 7   | Bit de mise en séquence des données (S):<br>0: interruption transmise en séquence par rapport aux données<br>1: interruption précédant les données reçues mais non transmises |
| 6-1 | Réservé   |

### B.2.3 Longueur de l'information d'interruption

La longueur de l'information d'interruption, qui est facultative, est codée en binaire dans l'octet 3 en unités multiples de 10 ms. Le bit 1 est le bit de poids faible. La valeur de «11111111» doit être utilisée pour indiquer une interruption supérieure à 2,54 secondes. L'absence d'un champ de longueur de l'information d'interruption ou une valeur de zéro doit être interprétée comme une interruption dont la longueur est la valeur par défaut.

## Annexe C

### Procédures optionnelles et valeurs des paramètres pour le fonctionnement avec la Recommandation V.70

Le tableau suivant indique les procédures optionnelles et les valeurs de paramètres devant être utilisées avec la Recommandation V.70. Toutes les «valeurs par défaut/obligatoires» doivent être mises en œuvre.

| Caractéristique  | Valeur par défaut/<br>obligatoire              | Référence        | Mode de<br>fonctionnement à<br>sélectionner (Note 1) | Référence                    | Information additionnelle<br>(Note 2)                                    |
|--|--|------------------|--|------------------------------|--|
| Plate-forme de multiplexage<br>1) Fanion;<br><br>Abandon | «0111 1110»;<br><br>≥ 7 UN<br>logique          | 5.1.2<br><br>5.4 | Suspension/reprise<br><br>Abandon et fanions         | Annexe A                     | 1 valeur applicable à toutes les<br>DLC                                  |
| 2) Taille maximale du<br>champ d'adresse                 | 1 octet  | 6.1              | 2 octets   | 6.1                          |  |
| 3) Longueur FCS  | 2 octets                                       | 5.1.6.2          | 1 ou 4 octets  | 10; 5.1.6.1<br>ou 5.1.6.3    |  |
| Paramètres DLC<br>4) Mode de<br>fonctionnement           | aucun  |                  | ERM ou UNERM   | 8.1 ou 8.2                   | sélectionner un mode par DLC;<br>les deux modes doivent être<br>utilisés |
| 5) Reprise en mode ERM                                   | REJ  | 6.4.7            | SREJ: s-SREJ<br>ou<br>SREJ: m-SREJ                   | 10; 6.4.8.1<br>ou<br>6.4.8.2 |  |
| 6) Messages de commande<br>pour mode ERM                 | trames UI                                      | 6.4.5            | trames UIH   | 10;<br>Appendice II          | trames UIH avec les 4 premiers<br>octets protégés par FCS                |
| 7) Transport pour<br>UNERM                               | trames UI                                      | 6.4.5            | trames UIH   | 10;<br>Appendice II          | trames UIH avec les 4 premiers<br>octets protégés par FCS                |
| 8) Temporisateur<br>d'acquiescement (T401)               | valeur définie<br>par le<br>système            | 9.1              | aucune   |                              | Rec. V.75 non utilisée   |
| 9) Nombre maximal de<br>retransmissions (N400)           | valeur<br>définie par le<br>système<br>(≥ 1)   | 9.2              | aucune   |                              | Rec. V.75 non utilisée   |
| 10) Taille maximale du<br>champ d'information<br>(N401)  | (Note 3)                                       | 9.3              | 1-4095   | 9.3                          | (Note 4)   |
| 11) Taille maximale de<br>fenêtre (k)                    | 15   | 9.4              | 1-127  | 9.4                          | (Note 4);<br>s'applique uniquement à ERM                                 |
| 12) Temporisateur de retard<br>de réponse (T402)         | valeur définie<br>par le<br>système            | 9.5              | aucune   |                              | A l'étude;<br>Rec. V.75 non utilisée                                     |
| 13) Temporisateur<br>d'inactivité (T403)                 | valeur définie<br>par le<br>système            | 9.6              | aucune   |                              | Rec. V.75 non utilisée   |
| 14) Gamme DLCI   | 0-63 pour<br>champs<br>d'adresse d'un<br>octet | 6.1.1            | 0-8191 pour<br>champs d'adresse<br>de deux octets    | 6.1.1                        | (Note 5)   |

| Caractéristique                                    | Valeur par défaut/ obligatoire                                 | Référence | Mode de fonctionnement à sélectionner (Note 1) | Référence  | Information additionnelle (Note 2) |
|--|--|-----------|--|------------|------------------------------------|
| 15) Valeur DLCI                                    | basse⇒haute pour le déclencheur; haute⇒basse pour le déclenché | 6.1.1     | aucune   |            | (Note 5)                           |
| 16) Test de boucle vers le distant                 | non utilisée   | –         | ajouter la trame TEST                          | 10; 6.4.14 |                                    |
| 17) Type de canal                                  | Temps non réel   | Annexe A  | Temps réel                                     | Annexe A   |                                    |
| 18) Champ d'adresse présent pour DLC en temps réel | 1 DLC: absent  |           | 1 DLC: peut être présent;<br>> 1 DLC: présent  | Annexe A   | (Note 6)                           |

#### NOTES

1 En cas de fonctionnement dans le mode par défaut, le mode de fonctionnement à sélectionner indique une autre possibilité que le mode par défaut. En cas d'absence de mode par défaut, l'un des modes de fonctionnement à sélectionner doit être choisi.

2 Sauf indication contraire, la Recommandation V.75 est utilisée du côté ouvrant de la connexion DLC pour indiquer les spécificités de fonctionnement pour chaque caractéristique de connexion DLC. Ces spécificités sont choisies à partir de la valeur par défaut/obligatoire ou des valeurs pouvant être sélectionnées. On notera qu'il n'est pas nécessaire que les valeurs pouvant être sélectionnées soient utilisées par la station distante, contrairement à ce que prévoit la caractéristique 4 relative au mode opérationnel.

3 La valeur maximale spécifiée pour cette caractéristique est la taille de la trame la plus grande à transmettre sur la connexion DLC. La taille maximale par défaut du champ d'information est de 128 octets ou bien elle découle d'autres caractéristiques de fonctionnement de la connexion DLC. Il convient de remarquer que certaines procédures DLC peuvent impliquer une valeur maximale spécifique pour la trame inférieure au maximum applicable à la connexion DLC. Par exemple, une connexion DLC audio peut avoir une taille de bloc audio ou de parole définie par le codeur audio pour les trames UI/UIH (par exemple 10 octets) et une taille de trame de commande (par exemple SABME, DISC, etc.) maximale égale à 128.

4 Chaque paramètre comprend deux sous-paramètres – un pour chaque sens de transmission (c'est-à-dire taille maximale de fenêtre dans le sens d'émission entre le côté ouvrant de la connexion DLC et la station distante, et un maximum entre la station distante et le côté ouvrant de la connexion DLC; il en est de même pour la taille maximale du champ d'information). Il n'est pas nécessaire d'utiliser des valeurs identiques pour chaque sens.

5 La gamme DLCI dépend de la taille maximale du champ d'adresse (voir caractéristique 2). Quand une taille de champ d'adresse de 2 octets est disponible pour l'utilisation, une taille de champ d'adresse de 1 octet peut être également utilisée. Des valeurs DLCI de 0 à 63 peuvent être codées dans des champs d'adresse de 1 ou 2 octets.

6 Le fonctionnement éventuel d'une connexion DLC en temps réel sans champ d'adresse quand des connexions DLC multiples en temps réel sont ouvertes fait l'objet d'un complément d'étude.

## Appendice I

### Retransmission des données

#### I.1 Introduction

La présente Recommandation fournit deux possibilités de retransmission de l'information en mode ERM (il n'y a pas de retransmission en mode UNERM): REJ et SREJ. Comme dans l'acheminement initial de l'information, certaines considérations supplémentaires s'appliquent à la retransmission étant donné que différents types de transfert d'information sont prévus. On trouvera certaines de ces considérations dans le présent appendice. Il convient de noter que ces considérations dépendent de la méthode de reprise (REJ ou SREJ) mais qu'il n'est pas ici question de limiter le choix.



### I.1.1 Utilisation de SREJ

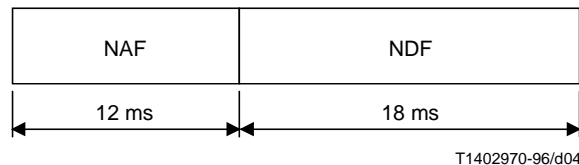
Lors du multiplexage de l'information provenant de plusieurs DLCI, comme un train audio ou un train de données, le protocole de multiplexage doit traiter ces deux types d'information différemment. Les données doivent être remises sans erreur mais le critère du temps réel n'a pas autant d'importance que pour la voix. En revanche, les trames vocales doivent être remises périodiquement mais peuvent être occasionnellement abandonnées sans que l'intelligibilité en souffre. De façon générale, il est donc inutile de réémettre les trames audio abandonnées.

Le débit de données en mode ERM peut être amélioré lorsque la reprise sur erreur SREJ est utilisée, au contraire de la reprise REJ, notamment lorsque le temps de propagation est important. L'efficacité est encore améliorée lorsqu'un codeur audio peut représenter les intervalles silencieux dans la parole au moyen de trames courtes spéciales. Toutefois, un problème se pose quand ces deux fonctions sont mises en œuvre ensemble.

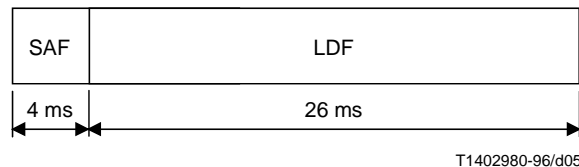
Prenons les hypothèses suivantes:

- débit de trame audio 30 ms, un seul paquet audio par trame;
- liaison de données à 24 000 bit/s;
- débit du codeur audio 8000 bit/s;
- courtes trames audio envoyées pour indiquer le silence.

L'exemple qui suit représente un intervalle de 30 ms normal composé d'une trame audio normale (NAF, *normal audio frame*) et d'une trame de données normale (NDF, *normal data frame*).



Le codeur audio pourrait produire des blocs courts pendant les intervalles silencieux. Ces trames consisteraient en une trame audio courte (SAF, *short audio frame*) et une trame de données longue (LDF, *long data frame*):



Il y a deux sujets de préoccupation:

- 1) si SREJ est utilisé pour retransmettre une LDF et que la prochaine occasion pour le renvoyer est du type NAF/NDF, la LDF «n'entrera» pas sans affecter la synchronisation de la trame suivante;
- 2) si une NDF est rejetée et que la trame disponible suivante est du type SAF/LDF, une portion de largeur de bande sera gaspillée.

Il existe de nombreuses solutions. L'une ou plusieurs des solutions ci-après peuvent être retenues pour une mise en œuvre donnée:

- 1) utiliser la fonction facultative suspension/reprise (voir l'Annexe A). Dans ce cas, une LDF est «répartie» sur plusieurs trames vocales selon les besoins. Par conséquent, le problème de «faire entrer» les trames de données entre les trames vocales ne se pose pas, que ce soit durant la transmission initiale ou durant une retransmission;
- 2) envoyer la LDF durant le prochain intervalle de temps disponible et retarder la trame audio suivante. L'émetteur peut fixer une limite au temps maximal admissible de propagation audio et supprimer la trame audio si la limite est dépassée. Le codec audio doit déjà survivre aux trames abandonnées, s'il est utilisé sur une liaison de modem et l'adjonction d'une trame occasionnelle intentionnellement abandonnée n'aurait probablement pas beaucoup d'effet. Le récepteur serait également réglé avec une limite de temps de propagation et notifierait automatiquement au décodeur audio le cas de trame perdue si le seuil de temps de propagation était dépassé;

- 3) la prochaine trame disponible pour la retransmission peut être forcée au format SAF/LDF et les données audio en cours peuvent être ignorées. Un pourcentage relativement élevé (jusqu'à 60% d'après les estimations) de trames audio sont de toute façon SAF. Une SAF occasionnelle aurait peu d'effet sur un codec audio bien construit;
- 4) la trame suivante peut contenir une trame audio abandonnée (DAF, *dropped audio frame*) spéciale, qui permettrait de préserver la synchronisation audio et de dire au décodeur audio d'utiliser une technique spéciale de masquage des erreurs. Le décodeur audio produirait un débit interpolé et non du silence;
- 5) au lieu de SAF/LDF, introduire une nouvelle trame de données courte (SDF, *short data frame*) pour une séquence SAF/SDF/NDF;
- 6) maintenir la LDF pendant la durée de la fenêtre en attendant une trame appropriée. Avant la fermeture de la fenêtre, appliquer la solution 2) ci-dessus;
- 7) le récepteur peut mettre en double mémoire tampon les trames audio, créant une trame entière (30 ms) de tolérance de gigue. Dans de nombreuses applications, ce temps de propagation supplémentaire sur le trajet audio est impossible à discerner. La tolérance de gigue peut être encore accrue en construisant des trames audio doubles à un débit de 60 ms. Cela réduit également le surdébit de protocole;
- 8) un paramètre «délai de propagation audio variable maximum» peut être échangé pour le DLCI audio. Le récepteur sait quel temps de propagation est autorisé. Ce paramètre peut être modifié en fonction de l'application et du débit de données.

## I.1.2 Utilisation de REJ

La récupération de l'information perdue à l'aide de la procédure SREJ peut nécessiter des mécanismes supplémentaires permettant d'utiliser efficacement la largeur de bande, comme on l'a vu plus haut. En outre, il faut que le récepteur mette en mémoire tampon les trames reçues jusqu'à récupération des trames manquantes. L'utilisation des procédures REJ, par ailleurs, soulage le récepteur de sa charge, mais risque d'introduire des besoins de retransmission inutiles conduisant à une utilisation inefficace de la largeur de bande. On trouvera ci-après un examen de l'utilisation de largeur de bande pour les deux systèmes de récupération. On montrera également comment la récupération REJ peut être utilisée pour résoudre le problème des intervalles de silence que l'on a vu plus haut.

### I.1.2.1 Comparaison du premier ordre

Prenons le cas simple où une station A envoie des trames sur un DLCI donné à la station B et où se produit une erreur de trame unique. Admettons que les trames envoyées soient numérotées 1, 2 et 3.

Si la trame 1 est perdue, la station B remarquera que la trame 2 est hors séquence. Lorsque l'on utilise la récupération REJ, la station B mettra au rebut la trame 2. Si la station B n'est pas déjà en train d'envoyer une trame, elle peut envoyer immédiatement une trame REJ pour demander à la station A de retransmettre les trames en commençant par la trame 1. Si la station B est occupée, elle enverra la trame REJ après avoir terminé l'envoi de sa trame en cours. La trame REJ atteindra généralement la station A tandis que celle-ci est en train d'envoyer la trame 3. Toutefois, ceci peut être encore retardé en fonction des conditions d'exploitation réelles (par exemple, temps de propagation aller et retour).

Lorsqu'elle utilise la récupération REJ, la station B doit mettre au rebut toutes les trames reçues jusqu'à ce qu'elle reçoive la trame 1 correctement. Puis la station B peut commencer à garder les bonnes trames. Si elle peut envoyer une REJ dès qu'il en faut une, le nombre total de trames que la station B mettra au rebut est de 2 (les trames 1 et 2) plus le nombre de trames envoyées durant un temps de propagation aller et retour. Si la station B doit attendre pour envoyer REJ, le nombre de trames mises au rebut augmentera en moyenne de 1/2 trame (en admettant que les deux stations envoient les trames de même taille). A noter que la trame 1 doit être retransmise en tout état de cause mais que la trame 2 et les éventuelles trames suivantes ne seront pas retransmises si l'on utilise SREJ.

A la station A, la trame 3 peut être abandonnée lorsque la trame REJ est reçue, étant donné qu'elle devra être retransmise (la station B la mettra au rebut jusqu'à ce que les trames 1 et 2 soient reçues correctement). Avec SREJ, la trame 3 ne serait pas tronquée de manière que la trame 1 soit renvoyée.

En supposant une faible probabilité d'erreur sur les trames (l'analyse exige davantage de possibilités à des probabilités d'erreur de trame plus élevées), l'efficacité moyenne de REJ et SREJ est:

$$\text{efficacité REJ} = 1/(1 + p(2 + T \cdot R/F))$$

où p est la probabilité d'erreur de trame, T le débit de données, R le temps de propagation aller et retour et F la taille de trame.

$$\text{efficacité SREJ} = 1/(1 + p)$$

Si  $T \cdot R/F$  n'est pas supérieur à 1, la limite inférieure de l'efficacité de REJ est de  $1/(1 + 3p)$ .

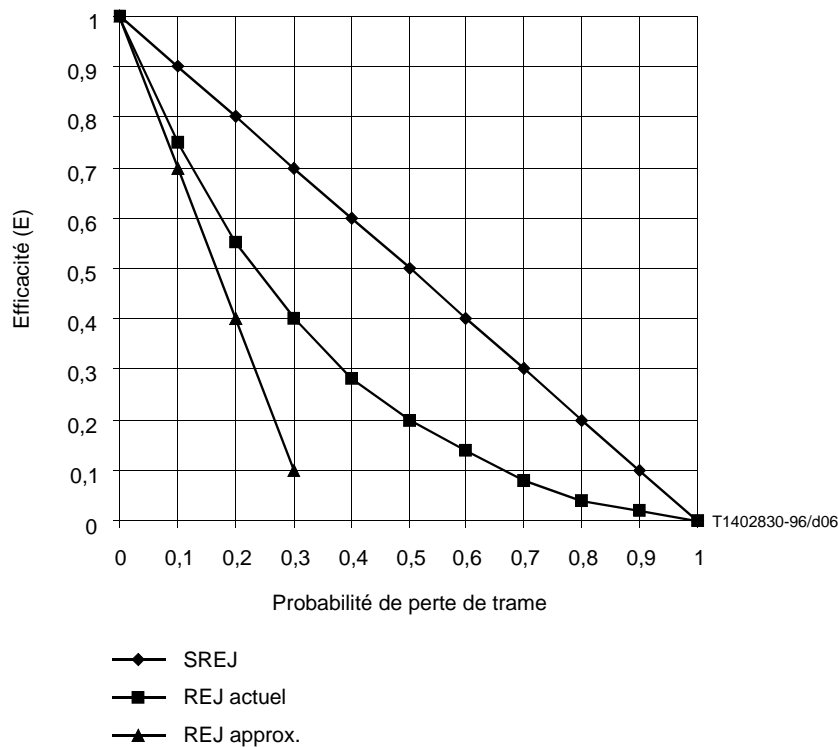
Les calculs d'efficacité peuvent être approchés pour des valeurs de p égales à:

$$\text{efficacité REJ} \approx 1 - 3p \quad \text{pour } (T \cdot R)/F \leq 1$$

et

$$\text{efficacité SREJ} \approx 1 - p$$

La courbe suivante indique l'efficacité des schémas de reprise.



Si p est égal à 0,01, l'efficacité de REJ est d'environ 0,97 et celle de SREJ d'environ 0,99. La différence est inférieure à 0,02. S'il se produit plusieurs erreurs de trame consécutivement, REJ et SREJ donnent alors une efficacité moindre.

### I.1.2.2 Utilisation de REJ avec des intervalles de silence

Prenons un train d'octets sur un DLCI utilisé pour acheminer des données en mode ERM multiplexées avec des trames audio. Comme indiqué au I.1.1, ces octets sont acheminés par des trames de données (NDF) utilisant des conditions appropriées d'acheminement des données et contenant des trames audio (NAF). Durant les intervalles de silence, une LDF peut être envoyée avec une SAF. On trouvera au I.1.1 un exposé des stratégies liées à l'utilisation d'une LDF et à la nécessité éventuelle d'une retransmission à l'aide de SREJ. Dans ce cas, le groupement initial des octets en trames de données, établi à partir des conditions d'acheminement des données, doit être maintenu pour assurer la remise unique de tous les octets.

Lorsque REJ est utilisé pour la récupération, le train d'octets initialement transmis doit toujours être remis, mais il **ne doit pas** l'être dans les mêmes numéros de trames. Etant donné que REJ est une approche «Go-Back-N» de la récupération, le groupement initial des octets durant la retransmission n'a pas d'importance.

Par exemple, considérons un train de 300 octets initialement envoyés par la station A sous forme de trames 1, 2 et 3 composées respectivement de 150 octets (LDF), 75 (NDF) et 75 (NDF). Supposons que la station B ne reçoive pas la trame 1; elle envoie alors une REJ pour la trame 1 lorsqu'elle reçoit la trame 2. La station B mettra alors les trames 2 et 3 au rebut. La station A doit retransmettre les trames en commençant par la trame 1. Alors que le premier octet de la trame 1 retransmis doit être le même que celui de la trame 1 initialement transmise, il **n'est pas** nécessaire que la trame 1 soit de la même longueur que lors de sa transmission initiale. La trame 1 peut, par exemple, contenir 75 octets (NDF) tandis que les trames 2 et 3 retransmises contiennent chacune 150 octets (LDF). Dans le cas de la trame 3, elle achemine alors des octets qui n'étaient pas initialement transmis.

## Appendice II

### Ajouts pour un type de trame «information non numérotée avec contrôle d'en-tête»

#### II.1 Introduction

Le type de trame contenant des informations non numérotées avec contrôle d'en-tête (UIH) est une option qui permet la transmission de trames sans reprise sur erreur et le contrôle de flux comme les trames UI (voir 6.4.5). A la différence du fonctionnement de la trame UI, l'option UIH assure la protection contre l'altération des bits uniquement pour un nombre d'octets suivant immédiatement le fanion d'ouverture d'une trame (y compris un fanion de suspension lorsque l'option interruption/reprise de l'Annexe A est utilisée). Les applications utilisant cette option sont les suivantes:

- applications de données dans lesquelles un protocole de couche supérieure permet la protection contre l'altération des bits;
- les applications vocales où les erreurs sur les bits dans les bits relatifs à la voix peuvent être tolérées (par opposition à l'élimination de la trame et l'introduction d'un silence ou d'un bruit de fond);
- les applications pouvant ajouter leur propre correction d'erreurs sans voie de retour (FEC) de sorte qu'il est nécessaire uniquement de protéger quelques octets du protocole «global».

Le nombre d'octets devant être protégé est communiqué à l'entité DLC par un mécanisme local quand une connexion DLC est ouverte.

Lorsque l'on négocie l'utilisation d'une option UIH, une trame UIH est utilisée à la place de la trame UI dans le mode de reprise sur erreur (ERM) ou dans le mode sans reprise sur erreur sans accusé de réception (UNERM).

#### II.2 Abréviations

L'abréviation supplémentaire suivante est utilisée dans cet appendice.

UIH Information non numérotée avec contrôle d'en-tête (trame ou option) (*unnumbered information with header check*)

#### II.3 Modifications pour l'option UIH

Lorsqu'une option UIH est utilisée, le texte de la présente Recommandation devrait être modifié comme suit:

- a) Paragraphe 5.1.6: ajouter le texte suivant en fin de phrase:

«... protéger contre les erreurs sur les bits.] Sauf indication contraire, la séquence de contrôle de trame est calculée pour toute la longueur de trame, à l'exception du fanion d'ouverture, du contrôle de séquence de trame (FCS) lui-même, de tous les bits insérés pour la transparence du canal, de même que le fanion de fermeture. Dans les cas où le contrôle de séquence de trame est calculé sur une partie désignée de la trame et préalablement convenu, le calcul doit commencer immédiatement après le fanion d'ouverture et continuer sur la partie désignée de la trame, à l'exception des bits insérés pour la transparence du canal.»

NOTE – Le choix d'une longueur FCS est indépendant du fait que le contrôle de séquence de trame (FCS) couvre l'ensemble de la trame ou uniquement une partie de celle-ci.

- b) Paragraphes 5.1.6.1, 5.1.6.2, et 5.1.6.3 (descriptions du contrôle de séquence de trame pour respectivement 8, 16 et 32 bits):

modifier les trois paragraphes de la même façon comme suit:

- dans l'article 1, point a):
  - remplacer «quand  $k$  est le nombre de bits... insérés pour la transparence; et»
  - par «quand  $k$  est le nombre de bits protégés par le contrôle de séquence de trame (FCS); et»
- dans l'article 1, point b):
  - remplacer «par le contenu de la trame...insérée pour la transparence.»
  - par «par le contenu de  $k$  bits qui sont protégés.»
- dans l'article 2:
  - remplacer «des champs d'adresse, de commande et d'information;»
  - par «des bits d'adresse, de commande et des bits restants de  $k$  bits désignés qui sont protégés;»

- c) Paragraphe 6.4.1, alinéa 2: remplacer «6.4.14» à la fin de la phrase par «6.4.15».

- d) Paragraphe 6.4.1, Tableau 4/V.76: ajouter une nouvelle rangée après la rangée UI comme suit:

|  |  |  |   |   |   |     |   |   |   |   |
|--|--|--|---|---|---|-----|---|---|---|---|
|  | UIH<br>(information non numérotée avec contrôle d'en-tête) | UIH<br>(information non numérotée avec contrôle d'en-tête) | 1 | 1 | 1 | P/F | 1 | 1 | 1 | 1 |
|--|--|--|---|---|---|-----|---|---|---|---|

- e) Ajouter un nouveau paragraphe 6.4.15 comme suit:

**«6.4.15 Information non numérotée avec commande/réponse de contrôle d'en-tête (UIH)**

Une information non numérotée avec contrôle d'en-tête (UIH) est utilisée pour envoyer l'information que la fonction de multiplexage ne retrouvera pas si elle se perd et pour laquelle l'intégrité de l'information transférée est moins importante que sa remise à l'utilisateur du service (SU) (l'utilisateur du service peut cependant tenter de s'assurer que l'information est remise avec succès à la station distante).

En ce qui concerne la trame UIH, la séquence de contrôle de trame doit être calculée uniquement sur les octets initiaux de la trame, en excluant les bits insérés pour la transparence du canal, à partir du fanion d'ouverture. Ce nombre d'octets sera communiqué à l'entité DLC par l'intermédiaire d'un mécanisme local lorsqu'une connexion DLC sera ouverte.

La trame UIH peut être utilisée en mode ERM (en liaison avec les trames I) ou en mode UNERM.»

- f) Paragraphe 8.2:

- alinéas 1 et 2: remplacer «commande de trame UI» par «commande de trame UI/UIH»;
- ajouter un troisième alinéa comme suit:

«L'utilisation de la trame de commande UI ou de la trame de commande UIH pour la connexion DLC est déterminée pendant l'établissement de sa connexion.»

- g) Paragraphe 8.3: ajouter le texte suivant comme seconde phrase: «Lorsque les trames UI sont utilisées pour le transfert des informations de commande utilisateur, la trame UIH doit être utilisée à sa place si une telle utilisation a été convenue lorsque la connexion DLC a été ouverte.»

- h) Paragraphe A.3:
- ajouter en fin de Note 3: [... comme si c'était des trames UI] ou, si leur utilisation a été convenue à la place des trames UI, des trames UIH.
  - ajouter une nouvelle Note 4 comme suit: «Lorsque l'utilisation de trames UIH a été convenue pour un canal DLCI, la couverture partielle de la séquence de contrôle FCS s'étend aux octets initiaux à partir du fanion de suspension, en excluant tous les bits insérés pour la transparence du canal. L'absence de champ de commande explicite et, facultativement, le champ d'adresse ne changent pas la partie fixe de la couverture.»
- i) Paragraphe B.1.1: ajouter un quatrième paragraphe comme suit: «Les trames UIH de commande et de réponse doivent être utilisées à la place des trames UI correspondantes si une telle utilisation a été convenue à l'ouverture de la connexion DLC.»

## Appendice III

### Référence croisée entre les Recommandations V.76 et V.42

La fonction de multiplexage MF de la présente Recommandation est basée sur le protocole LAPM de la Recommandation V.42. Il existe donc un alignement technique entre les procédures utilisées ici pour le mode ERM et celles de la Recommandation V.42. Dans la forme, la terminologie peut différer, par exemple la procédure LAPM comporte l'emploi de l'expression *entité de correction d'erreur* alors que, dans la présente Recommandation, l'expression «*entité de connexion de liaison de données*» est utilisée.

Le tableau ci-après montre les parties de la Recommandation V.76 et de la Recommandation V.42 qui présentent une analogie.

| Recommandation V.76 | Recommandation V.42  |
|---------------------|----------------------|
| 4.4                 | 6.4                  |
| 5.1.1               | 8.1.1.1              |
| 5.1.2               | 8.1.1.2              |
| 5.1.3               | 8.1.1.3              |
| 5.1.4               | 8.1.1.4              |
| 5.1.5               | 8.1.1.5              |
| 5.1.6.2             | 8.1.1.6.1            |
| 5.1.6.3             | 8.1.1.6.2            |
| 5.2 et ses alinéas  | 8.1.2 et ses alinéas |
| 5.3                 | 8.1.3                |
| 5.4                 | 8.1.4                |
| 5.5                 | 8.1.5                |
| 6                   | 8.2                  |
| 6.1 et ses alinéas  | 8.2.1 et ses alinéas |
| 6.2 et ses alinéas  | 8.2.2 et ses alinéas |
| 6.3 et ses alinéas  | 8.2.3 et ses alinéas |

| Recommandation V.76 | Recommandation V.42          |
|---------------------|------------------------------|
| 6.4 et ses alinéas  | 8.2.4 et ses alinéas         |
| 6.5                 | 8.2.5                        |
| 7.1 et ses alinéas  | 8.3 et ses alinéas           |
| 7.3 et ses alinéas  | 8.7 et ses alinéas           |
| 7.4                 | 8.8                          |
| 7.5 et ses alinéas  | 8.9 et ses alinéas           |
| 7.6 et ses alinéas  | 8.10 et ses alinéas          |
| 7.7                 | 8.11                         |
| 8                   | 8.4                          |
| 8.1 et ses alinéas  | 8.4.1 à 8.4.8, 8.5.1 à 8.5.3 |
| 8.3                 | 8.6                          |
| 8.4.1               | 8.5.4                        |
| 8.4.2               | 8.5.5                        |
| 8.4.3               | 8.5.6                        |
| 8.4.4               | 8.5.7                        |
| 8.4.5               | 8.12                         |
| 8.4.6               | 8.4.9                        |
| 9.1                 | 9.2.1                        |
| 9.2                 | 9.2.2                        |
| 9.3                 | 9.2.3                        |
| 9.4                 | 9.2.4                        |
| 9.5                 | 9.2.5                        |
| 9.6                 | 9.2.6                        |
| 9.7                 | 9.2.7                        |
| 10                  | 10                           |
| Annexe B            | 8.13, 12.3                   |





## SERIES DES RECOMMANDATIONS UIT-T

|                |  |
|----------------|--|
| Série A        | Organisation du travail de l'UIT-T   |
| Série B        | Moyens d'expression  |
| Série C        | Statistiques générales des télécommunications  |
| Série D        | Principes généraux de tarification   |
| Série E        | Réseau téléphonique et RNIS  |
| Série F        | Services de télécommunication non téléphoniques  |
| Série G        | Systèmes et supports de transmission   |
| Série H        | Transmission des signaux autres que téléphoniques  |
| Série I        | Réseau numérique à intégration de services   |
| Série J        | Transmission des signaux radiophoniques et télévisuels   |
| Série K        | Protection contre les perturbations  |
| Série L        | Construction, installation et protection des câbles et autres éléments des installations extérieures                         |
| Série M        | Maintenance: systèmes de transmission, de télégraphie, de télécopie, circuits téléphoniques et circuits loués internationaux |
| Série N        | Maintenance: circuits internationaux de transmission radiophoniques et télévisuels   |
| Série O        | Spécifications des appareils de mesure   |
| Série P        | Qualité de transmission téléphonique   |
| Série Q        | Commutation et signalisation   |
| Série R        | Transmission télégraphique   |
| Série S        | Equipements terminaux de télégraphie   |
| Série T        | Equipements terminaux et protocoles des services télématiques  |
| Série U        | Commutation télégraphique  |
| <b>Série V</b> | <b>Communications de données sur le réseau téléphonique</b>  |
| Série X        | Réseaux pour données et communication entre systèmes ouverts   |
| Série Z        | Langages de programmation  |