



UNION INTERNATIONALE DES TÉLÉCOMMUNICATIONS

UIT-T

SECTEUR DE LA NORMALISATION
DES TÉLÉCOMMUNICATIONS
DE L'UIT

V.42

(10/96)

SÉRIE V: COMMUNICATIONS DE DONNÉES SUR LE
RÉSEAU TÉLÉPHONIQUE

Contrôle d'erreur

**Procédures de correction d'erreur pour les
équipements de terminaison de circuits de
données utilisant la conversion
asynchrone/synchrone**

Recommandation UIT-T V.42

(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^{er}-12 mars 1993).

La Recommandation UIT-T V.42, révisée par la Commission d'études 14 de l'UIT-T (1993-1996), a été approuvée par la CMNT (Genève, 9-18 octobre 1996).

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 existant avec d'autres normes internationales | 2 |
| 2 | Définitions..... | 2 |
| 3 | Abréviations | 3 |
| 4 | Etablissement d'une connexion avec correction d'erreur..... | 4 |
| 5 | Circuits de jonction affectés par la correction des erreurs | 4 |
| 6 | Aperçu général du fonctionnement de l'ETCD avec correction d'erreur..... | 4 |
| | 6.1 Généralités | 4 |
| | 6.2 Aperçu général de la fonction de commande..... | 5 |
| | 6.3 Aperçu général de la fonction de commande d'erreur | 6 |
| | 6.4 Communication entre la fonction de commande et la fonction de commande d'erreur..... | 6 |
| 7 | Description de la fonction de commande | 7 |
| | 7.1 Prise de contact initiale | 7 |
| | 7.2 Phases de l'établissement du protocole de correction d'erreur | 7 |
| | 7.3 Transfert des données | 9 |
| | 7.4 Transfert du signal d'interruption..... | 10 |
| | 7.5 Réception de l'interruption..... | 10 |
| | 7.6 Négociation/indication des valeurs de paramètres et des procédures facultatives..... | 10 |
| | 7.7 Terminaison normale de la connexion avec correction d'erreur | 12 |
| | 7.8 Essai en boucle | 12 |
| | 7.9 Exploitation de l'interface ETTD/ETCD après l'échec d'une opération de correction d'erreur..... | 13 |
| 8 | Description de la fonction de commande d'erreur: procédures LAPM | 13 |
| | 8.1 Généralités | 13 |
| | 8.2 Eléments de procédures LAPM et formats des champs..... | 17 |
| | 8.3 Etablissement de la connexion avec correction d'erreur | 25 |
| | 8.4 Transfert des données de l'utilisateur provenant de l'interface V.24 | 27 |
| | 8.5 Signalisation des conditions d'exception et reprise..... | 32 |
| | 8.6 Transfert de l'information de commande d'utilisateur | 34 |
| | 8.7 Terminaison normale d'une connexion avec correction d'erreur | 34 |
| | 8.8 Etat de déconnexion..... | 36 |
| | 8.9 Collision entre commandes et réponses non numérotées..... | 36 |
| | 8.10 Négociation/indication des valeurs de paramètres et des procédures facultatives..... | 36 |
| | 8.11 Essai en boucle | 37 |
| | 8.12 Fonctions de supervision | 38 |
| | 8.13 Transfert d'un message d'interruption | 39 |
| 9 | Paramètres du système | 40 |
| | 9.1 Paramètres de la fonction de commande | 40 |
| | 9.2 Paramètres de la fonction de protection contre les erreurs | 40 |
| | 9.3 Autres paramètres | 42 |
| 10 | Négociations des procédures facultatives..... | 42 |
| 11 | Connexion fonction de commande vers fonction de commande..... | 42 |

| | <i>Page</i> |
|---|-------------|
| 12 Codage des champs d'information..... | 42 |
| 12.1 Champs d'information dans les trames I..... | 42 |
| 12.2 Champs d'information dans les trames XID..... | 43 |
| 12.3 Champs d'information dans les trames UI..... | 44 |
| 12.4 Champs d'information dans les trames TEST..... | 47 |
| 12.5 Champs d'information dans les trames SREJ..... | 47 |
| Annexe A – Fonctionnement de la procédure de protection contre les erreurs – procédure de remplacement..... | 47 |
| A.1 Généralités..... | 47 |
| A.2 Conventions concernant le format..... | 47 |
| A.3 Mode de tramage basé sur les octets et arythmique..... | 48 |
| A.4 Mode de tramage basé sur les bits..... | 49 |
| A.5 Trames non valables..... | 49 |
| A.6 Eléments de procédure alternatifs et formats de champ..... | 50 |
| A.7 Description de la procédure de correction d'erreur..... | 61 |
| Annexe B – Mise en correspondance des formats de caractères par rapport au format à 8 bits..... | 68 |
| Appendice I – Interfonctionnement avec un ETCD sans correction d'erreur..... | 69 |
| I.1 Interfonctionnement avec une entité appelée sans correction d'erreur..... | 69 |
| I.2 Interfonctionnement avec une entité appelante sans correction d'erreur..... | 69 |
| I.3 Disposition de bits non reconnus..... | 69 |
| Appendice II – Conditions d'acheminement des données..... | 70 |
| Appendice III – Information supplémentaire destinée aux responsables de la mise en œuvre de la Recommandation V.42 en ce qui concerne la robustesse du fonctionnement..... | 70 |
| III.1 Transmission de la séquence de détection par l'entité qui répond..... | 70 |
| III.2 Valeur du paramètre N400 (nombre maximal de retransmissions)..... | 71 |
| III.3 Echange incomplet de XID..... | 71 |
| III.4 Retransmission sélective..... | 71 |
| III.5 Rejet lors de la détection de trames erronées..... | 71 |
| III.6 Technique du point de repère..... | 71 |
| Appendice IV – Facteurs permettant de déterminer le temporisateur d'accusé de réception..... | 72 |
| Appendice V – Valorisations potentielles à apporter au protocole LAPM..... | 72 |
| V.1 Compression des données..... | 72 |
| V.2 Correction d'erreur sans circuit de retour..... | 72 |
| V.3 Multiplexage statistique..... | 73 |
| V.4 Transport de bout en bout de l'information d'état de l'interface..... | 73 |
| V.5 Questions concernant l'échange d'information fonction de commande vers fonction de commande | 73 |
| V.6 Négociation du débit..... | 73 |
| V.7 Fonctionnement sur une connexion physique en mode asymétrique ou semi-duplex..... | 73 |
| V.8 Rejet de trames multiples..... | 73 |
| V.9 Indication/négociation du format de caractère..... | 73 |
| V.10 Traitement des erreurs de verrouillage de trame/parité..... | 74 |
| V.11 Chiffrage..... | 74 |
| V.12 Compatibilité RNIS..... | 74 |
| Références..... | 74 |

PROCÉDURES DE CORRECTION D'ERREUR POUR LES ÉQUIPEMENTS DE TERMINAISON DE CIRCUITS DE DONNÉES UTILISANT LA CONVERSION ASYNCHRONE/SYNCHRONE

(Melbourne, 1988; révisée à Helsinki, 1993, et à Genève, 1996)

L'UIT-T,

considérant

- (a) que les ETCD à grande vitesse pour la transmission de données asynchrones RTGC sont de plus en plus utilisés;
- (b) qu'on cherche à diminuer les erreurs de transmission sur ces connexions en utilisant un protocole de correction d'erreur;
- (c) qu'il est nécessaire d'assurer l'interfonctionnement avec les ETCD n'assurant pas ce protocole,

recommande

que les procédures de correction d'erreur à suivre par les ETCD utilisant la conversion asynchrone/synchrone soient celles spécifiées dans la présente Recommandation.

1 Domaine d'application

1.1 Généralités

La présente Recommandation définit les protocoles de correction d'erreur destinés à être utilisés avec les ETCD en mode duplex de la série V, dans le but d'accepter les données arythmiques en provenance de l'ETTD et d'assurer leur transmission en mode synchrone. L'utilisation de ces protocoles avec les ETCD en mode semi-duplex doit faire l'objet d'un complément d'étude.

La présente Recommandation contient un protocole fondé sur le HDLC qu'on désigne comme la procédure d'accès à la liaison pour les modems (LAPM). Une autre procédure est également définie dans l'Annexe A.

NOTE 1 – Certains ETCD actuellement en service mettent en œuvre le protocole défini dans l'Annexe A.

L'application de la présente Recommandation exige la mise en œuvre des deux protocoles. Toutefois, deux ETCD du type V.42 communiqueront au moyen de la LAPM, sauf indication contraire des options de l'utilisateur. Un ETCD du type V.42 appelant ou appelé par un ETCD en fonctionnement qui n'utilise que le protocole de l'Annexe A communiquera à l'aide de ce protocole.

L'UIT-T envisage d'améliorer et d'élargir le protocole LAPM. On trouvera dans l'Appendice V plusieurs questions devant faire l'objet d'un complément d'étude. Il n'est pas prévu d'améliorer le protocole défini dans l'Annexe A.

Les principales caractéristiques de ces protocoles sont les suivantes:

- a) interfonctionnement sans correction des erreurs avec les ETCD de la série V assurant la conversion asynchrone/synchrone conformément à la Recommandation V.14;
- b) détection des erreurs par contrôle de redondance cyclique;
- c) correction des erreurs au moyen de la retransmission automatique des données;
- d) transmission en mode synchrone par conversion de données arythmiques;
- e) prise de contact initiale sous forme arythmique, pour réduire le risque d'interruption des communications avec les ETTD.

NOTE 2 – Des modifications techniques ont été introduites depuis la version 1988 de la présente Recommandation pour améliorer le fonctionnement du protocole LAPM. Les articles suivants ont été touchés par ces changements ainsi que leurs paragraphes: 7.2.1.3, 7.3, 7.4, 7.5, 7.9, 8.3, 8.4, 8.5, 8.13, 9.3, 10, 12.2.2, 12.3 et A.7.2.1. Les mises en œuvre conformes à la version de 1988 restent absolument compatibles avec la présente version.

1.2 Rapport existant avec d'autres normes internationales

Le protocole de correction d'erreur défini dans le texte de la présente Recommandation peut être spécifié selon les formats et les procédures de la commande de liaison de données à haut niveau (HDLC). Ce protocole utilise notamment la classe asynchrone symétrique (BAC, *balanced asynchronous class*) des procédures HDLC. Le mode de base (c'est-à-dire sans options) de ce protocole fait appel aux «fonctions facultatives» 1, 2, 4, 6, 8 et 10 de HDLC (ce mode est identique aux Recommandations Q.920 et Q.921). Lorsqu'on utilise les procédures facultatives de ce protocole de correction d'erreur, les «fonctions facultatives» 3 (retransmission sélective), 12 (essai en boucle) et 14 [séquence de contrôle de trame (FCS) à 32 bits] de HDLC sont ajoutées.

2 Définitions

Un protocole de correction d'erreur peut être utilisé avec un convertisseur de signaux pour créer un ETCD avec correction des erreurs.

2.1 équipement de terminaison de circuit de données (ETCD): dans la présente Recommandation, un ETCD, lorsqu'il est utilisé sans qualification supplémentaire, se subdivise en trois parties principales. Il comprend, d'une part, les circuits de jonction utilisés dans l'interface entre l'ETTD et les convertisseurs de signaux qui assurent la transmission sur les circuits téléphoniques. Une fonction de commande sert à établir une interface d'utilisateur et à coordonner le fonctionnement des circuits de jonction et du convertisseur de signaux. La configuration de cet ETCD est représentée sur la Figure 1.

- L'ETTD échange des données avec l'ETCD par une interface de type V.24. Les données sont échangées sous forme arythmique.
- Le convertisseur de signaux assure la modulation et la démodulation des signaux échangés sur le RTGC ou sur des circuits loués point à point à deux fils.
- La fonction de commande assure à la fois le contrôle global et la coordination entre les éléments de l'ETCD. En outre, l'unité de commande établit la configuration opérationnelle particulière de l'ETCD choisi par l'utilisateur. L'interface entre usager et unité de commande est déterminée en fonction de la mise en œuvre.

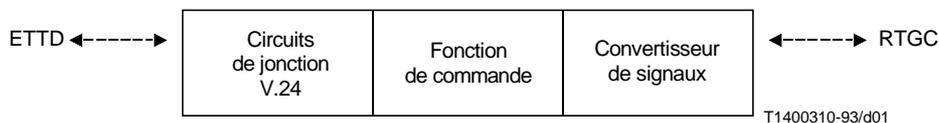


FIGURE 1/V.42

Équipement de terminaison de circuit de données

2.2 ETCD de correction d'erreur: la structure logique d'un ETCD servant à la correction des erreurs est représentée sur la Figure 2. La fonction de commande des erreurs met en œuvre les protocoles spécifiés à cet effet dans la présente Recommandation.

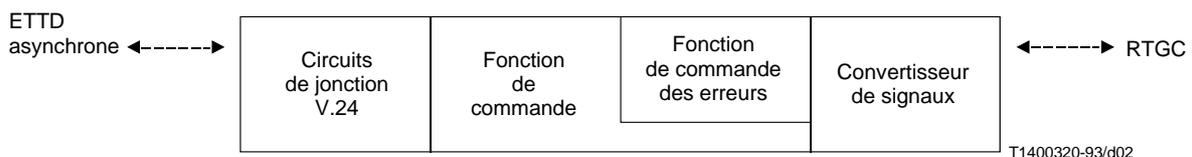


FIGURE 2/V.42

ETCD avec correction d'erreur

3 Abréviations

La présente Recommandation utilise les abréviations suivantes:

| | |
|--------|--|
| ADP | Configuration de détection de l'ETCD qui répond (<i>answerer detection pattern</i>) |
| C/R | Bit de commande/réponse (<i>command/response bit</i>) |
| CRC | Contrôle de redondance cyclique (<i>cyclic redundancy check</i>) |
| DISC | (Trame de) déconnexion [<i>disconnect (frame)</i>] |
| DLCI | Identificateur de connexion de liaison de données (<i>data link connection identifier</i>) |
| DM | (Trame en) mode déconnexion [<i>disconnected mode (frame)</i>] |
| ETCD | Équipement de terminaison de circuit de données |
| ETTD | Équipement terminal de traitement de données |
| FCS | Séquence de contrôle de trame (<i>frame check sequence</i>) |
| FRMR | (Trame de) rejet de trame [<i>frame reject (frame)</i>] |
| GI | Identificateur de groupe (<i>group identifier</i>) |
| GL | Longueur de groupe (<i>group length</i>) |
| HDLC | (Protocole de) commande de liaison de données à haut niveau [<i>high-level data link control (protocol)</i>] |
| I | (Trame d') information [<i>information (frame)</i>] |
| FI | Identificateur de format (<i>format identifier</i>) |
| LA | Accusé de réception de liaison (trame de la procédure alternative de correction d'erreur) [<i>link acknowledgement (frame of the alternative error-correcting procedure)</i>] |
| LAPM | Procédure d'accès à la liaison pour modems (<i>link access procedure for modems</i>) |
| LD | Déconnexion de liaison (trame de la procédure alternative de correction d'erreur) [<i>link disconnect (frame of the alternative error-correcting procedure)</i>] |
| LN | Signalisation de liaison (trame de la procédure alternative de correction d'erreur) [<i>link attention (frame of the alternative error-correcting procedure)</i>] |
| LNA | Accusé de réception de signalisation de liaison (trame de la procédure alternative de correction d'erreur) [<i>link attention acknowledgement (frame of the alternative error-correcting procedure)</i>] |
| LR | Demande de liaison (trame de la procédure alternative de correction d'erreur) [<i>link request (frame of the alternative error-correcting procedure)</i>] |
| LT | Transfert de liaison (trame de la procédure alternative de correction d'erreur) [<i>link transfer (frame of the alternative error-correcting procedure)</i>] |
| ODP | Configuration de détection de l'ETCD d'origine (<i>originator detection pattern</i>) |
| P/F | Bit d'invitation à émettre/fin [<i>poll/final (bit)</i>] |
| PI | Identification du paramètre (<i>parameter identifier</i>) |
| PL | Longueur du paramètre (<i>parameter length</i>) |
| PV | Valeur du paramètre (<i>parameter value</i>) |
| REJ | (Trame de) rejet [<i>reject (frame)</i>] |
| RNR | (Trame) non prêt à recevoir [<i>receive not ready (frame)</i>] |
| RR | (Trame) prêt à recevoir [<i>receive ready (frame)</i>] |
| RTGC | Réseau téléphonique général commuté |
| 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 | Rejet sélectif simple (<i>single-selective reject</i>) |
| m-SREJ | Rejet sélectif multiple (<i>multiple-selective reject</i>) |
| UA | (Trame d') accusé de réception non numéroté [<i>unnumbered acknowledgement (frame)</i>] |
| XID | (Trame d') identification d'échange [<i>exchange identification (frame)</i>] |

4 Etablissement d'une connexion avec correction d'erreur

Une connexion sur laquelle fonctionne le protocole de correction d'erreur de l'ETCD s'établit en deux phases. Une connexion physique est d'abord établie entre les convertisseurs de signaux équivalents tels que spécifiés par les Recommandations pertinentes de la série V. Une fois la connexion physique établie, le convertisseur de signaux se trouve en mode données.

Les ETCD de correction d'erreur mettent en œuvre un dispositif qui active ou neutralise l'établissement du protocole de correction d'erreur. On peut avoir recours à ce mécanisme lorsque la tentative d'établissement du protocole de correction d'erreur perturbe le fonctionnement de l'ETTD distant ou lorsque la correction d'erreur entre ETCD n'est pas souhaitée ou nécessaire (par exemple lorsque les ETTD assurent la commande d'erreur de couche supérieure). On peut, à titre d'option, mettre en œuvre ou terminer le protocole de correction d'erreur indépendamment de la connexion physique (c'est-à-dire pendant qu'une connexion physique est en cours ou qu'elle est maintenue), mais la coordination de la mise en œuvre du protocole à des moments autres que ceux suivant immédiatement l'établissement de la connexion physique n'entre pas dans le cadre de la présente Recommandation.

Si l'établissement du protocole de correction d'erreur est activé, les fonctions de commande d'erreur équivalentes établissent la connexion avec correction d'erreur, une fois que le convertisseur de signaux se trouve en mode données.

5 Circuits de jonction affectés par la correction des erreurs

Le Tableau 1 donne la liste des circuits affectés.

L'interconnexion des éléments fonctionnels d'un ETCD de correction d'erreur est représentée sur la Figure 3.

6 Aperçu général du fonctionnement de l'ETCD avec correction d'erreur

6.1 Généralités

Un ETCD de correction d'erreur, tel que représenté sur la Figure 2, comprend quatre éléments:

- a) des circuits de jonction V.24;
- b) un convertisseur de signaux;
- c) une fonction de commande;
- d) une fonction de commande d'erreur.

Si les trois premiers éléments se trouvent également dans l'ETCD illustré sur la Figure 1, le potentiel de la fonction de commande dans un ETCD avec correction d'erreur dépasse celui d'une fonction de commande dans un ETCD. Par exemple, la fonction de commande d'un ETCD avec correction d'erreur est capable de déterminer si l'ETCD distant est un ETCD avec correction d'erreur ou un ETCD sans correction d'erreur. La fonction de commande d'erreur n'existe que dans un ETCD avec correction d'erreur.

L'article 7 donne une description détaillée de la fonction de commande. On trouvera à l'article 8 et dans l'Annexe A les caractéristiques détaillées des protocoles de correction d'erreur et de leurs interactions avec la fonction de commande.

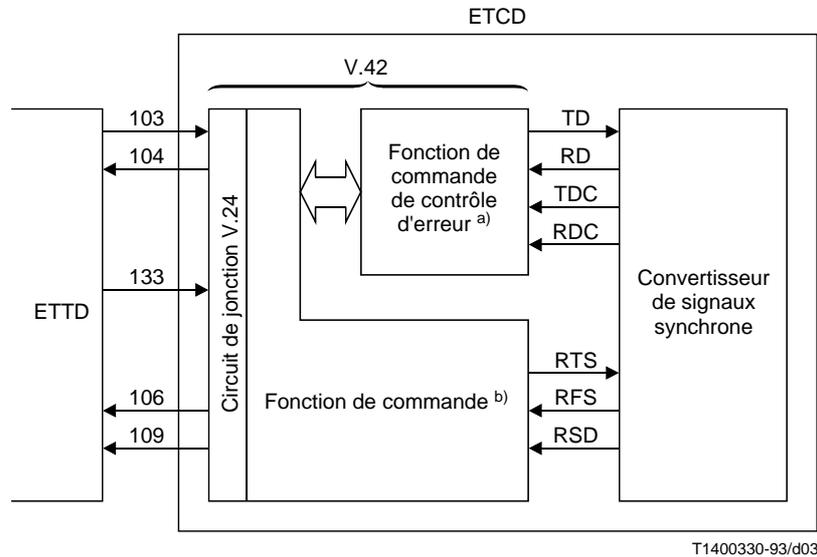
NOTE – La décomposition des éléments fonctionnels d'un ETCD avec correction d'erreur en une fonction de commande et en une fonction de commande d'erreur ainsi que la description de leur interaction ne signifient pas qu'on fait appel à une mise en œuvre particulière.

Le reste de l'article 6 donne un aperçu général de la fonction de commande et de la fonction de commande d'erreur.

TABLEAU 1/V.42

Circuits de jonction affectés par la commande d'erreur

| Numéro | Description |
|--------|--|
| 103 | Emission des données |
| 104 | Réception des données |
| 106 | Prêt à émettre |
| 109 | Détecteur du signal de ligne reçu sur la voie de données |
| 133 | Prêt à recevoir |



a) Voir l'article 8 et l'Annexe A.

b) Voir l'article 7.

FIGURE 3/V.42

Circuits affectés par la commande d'erreur

6.2 Aperçu général de la fonction de commande

La fonction de commande est chargée de la coordination globale des fonctions dans un ETCD. Lorsqu'elle est mise en œuvre dans un ETCD avec correction d'erreur, la fonction de commande doit en outre exécuter les tâches suivantes:

- a) prise de contact initiale pour déterminer si l'ETCD distant est également un ETCD avec correction d'erreur de type V.42;
- b) retour à un mode sans correction d'erreur pour permettre l'interfonctionnement avec les ETCD des Recommandations de la série V qui utilisent la conversion asynchrone/synchrone, conformément à la Recommandation V.14;
- c) coordination de la négociation et/ou de l'indication des paramètres nécessaires;
- d) coordination de la négociation des procédures facultatives;
- e) coordination de l'établissement d'une connexion avec correction des erreurs après l'établissement de la connexion physique avec un ETCD de correction d'erreur équivalent;
- f) coordination de la remise des données entre l'interface V.24 et la fonction de commande d'erreur pour éviter, si possible, la perte de données due à l'encombrement à l'interface ETTD/ETCD ou ETCD/ETCD (cette procédure comprend l'examen des caractères reçus de l'interface V.24 pour déterminer si l'ETTD a sollicité la commande de flux);
- g) formatage des données reçues à l'interface V.24 à l'aide du verrouillage de trame arithmétique d'une manière qui convienne à la transmission synchrone;
- h) formatage en synchrone des données reçues à l'interface ETCD/ETCD en vue de leur remise avec verrouillage de trame arithmétique à l'interface V.24;
- i) traitement d'un signal d'interruption (espacement) reçu à l'interface V.24 pour la transmission synchrone;
- j) traitement d'une indication d'interruption reçue à l'interface ETCD/ETCD;
- k) coordination d'une boucle d'essai;
- l) nouvelle négociation des paramètres si les conditions le permettent;
- m) libération en bon ordre de la connexion avec correction des erreurs.

6.3 Aperçu général de la fonction de commande d'erreur

La fonction de commande d'erreur est chargée du fonctionnement du protocole qui met en œuvre la connexion avec correction des erreurs. Ce protocole a les capacités suivantes:

- a) négociation et/ou indication des paramètres de fonctionnement appropriés;
- b) négociation des procédures facultatives;
- c) établissement d'une connexion avec correction des erreurs;
- d) émission et réception des données;
- e) détection et correction des erreurs;
- f) émission et réception d'un signal d'interruption;
- g) mise en œuvre de l'essai en boucle et réaction;
- h) terminaison normale d'une connexion avec correction d'erreur.

6.4 Communication entre la fonction de commande et la fonction de commande d'erreur

La communication entre la fonction de commande et la fonction de commande d'erreur est modélisée comme un ensemble de primitives abstraites qui représentent l'échange logique d'informations et la commande en vue d'accomplir une activité ou un service. Dans le cadre de la présente Recommandation, la fonction de commande est considérée comme «l'utilisateur du service» alors que la fonction de commande d'erreur est considérée comme «le fournisseur du service».

La forme générale d'une primitive est la suivante:

X-NOM type

où

- X désigne une paire particulière d'entités communiquant entre elles;
- NOM désigne le service sollicité;
- type désigne l'entité qui engage la communication.

Le Tableau 2 donne les services que l'on peut attendre de la fonction de commande (c'est-à-dire les valeurs que peut prendre «NOM»).

Il existe quatre «types» de primitives:

- a) la primitive de demande est utilisée lorsque l'utilisateur du service demande à bénéficier d'un service;
- b) la primitive d'indication est utilisée par le prestataire du service pour signaler à l'utilisateur du service une demande de service ou une action entreprise par le prestataire du service;
- c) la primitive de réponse est utilisée par l'utilisateur du service pour répondre à une demande de service;
- d) la primitive de confirmation sert à indiquer qu'une demande de service a pris fin.

TABLEAU 2/V.42

Services que l'on peut attendre de la fonction de commande

| Service | Primitive | Paragraphe |
|---|-------------|------------|
| Etablissement d'une connexion avec correction des erreurs entre entités de correction d'erreur équivalentes | L-ESTABLISH | 7.2.2 |
| Transfert des données | L-DATA | 7.3 |
| Libération d'une connexion avec correction d'erreur | L-RELEASE | 7.2.2, 7.7 |
| Transfert d'un signal d'interruption | L-SIGNAL | 7.4, 7.5 |
| Négociation/indication des valeurs de paramètres et des procédures facultatives | L-SETPARM | 7.6 |
| Réalisation d'un essai en boucle entre entités de correction d'erreur | L-TEST | 7.8 |

7 Description de la fonction de commande

Le paragraphe 6.2 donne un aperçu général de la fonction de commande. On trouvera dans le présent article une description détaillée de la fonction de commande, qui contrôle entièrement toutes les étapes du fonctionnement de la fonction de commande d'erreur.

7.1 Prise de contact initiale

Les procédures d'établissement d'une connexion physique sont spécifiées par les Recommandations pertinentes de la série V. Une fois la connexion physique établie, la fonction de commande doit savoir ce qui suit:

- a) si l'ETCD est l'ETCD d'origine ou qui répond;
- b) quels sont les divers aspects du service d'émission (par exemple la vitesse);
- c) quel est le format des caractères utilisés par l'ETTD.

La méthode utilisée pour déterminer les informations susmentionnées n'entre pas dans le cadre de la présente Recommandation. Ces informations servent à régir certains aspects du fonctionnement de l'ETCD avec correction d'erreur.

7.2 Phases de l'établissement du protocole de correction d'erreur

A la réception d'une indication selon laquelle l'élément convertisseur de signaux a terminé la prise de contact et selon laquelle la connexion physique est prête à communiquer, la fonction de commande met en action le protocole de correction d'erreur. Ce processus a été subdivisé en deux phases:

- a) la phase de détection détermine si l'ETCD distant est également un ETCD avec correction des erreurs;
- b) la phase d'établissement du protocole détermine les valeurs de paramètres et les procédures facultatives à utiliser, s'il y a lieu, puis elle établit la connexion avec correction des erreurs.

La phase de détection a été conçue pour éviter le risque d'interruption des communications avec l'ETTD appelé si la fonction de commande entre immédiatement dans la phase d'établissement du protocole et si l'ETCD distant n'est pas un ETCD avec correction d'erreur. Toutefois, à titre d'option, la phase de détection peut être neutralisée par l'utilisateur si, par exemple, on sait que l'ETCD appelé est de type compatible. L'ETCD avec correction d'erreur n'émet aucune donnée reçue à l'interface V.24 en direction de l'ETCD distant en mode de correction d'erreur, tant que l'établissement de la connexion avec correction d'erreur n'a pas été mené à terme. A ce moment-là, la fonction de commande règle l'interface V.24 pour informer l'ETTD que le transfert des données ETTD vers ETCD peut commencer.

7.2.1 Phase de détection

Cette phase permet à la fonction de commande de vérifier la présence d'un ETCD distant avec correction d'erreur.

Les caractéristiques de l'interfonctionnement entre un ETCD avec correction d'erreur et un ETCD sans correction d'erreur figurent dans l'Appendice I.

7.2.1.1 Détermination du rôle de la fonction de commande

Pour que la phase de détection réussisse, il faut que les deux fonctions de commande connaissent leur rôle d'ETCD d'origine (désigné ci-après «originator») ou d'ETCD qui répond («answerer»). Ce rôle est celui déterminé par les fréquences utilisées pour la communication ou celui joué durant la prise de contact tel qu'il a été attribué dans les Recommandations relatives aux systèmes de modulation. Dans le cas où il n'y a aucune télécommunication téléphonique (par exemple, dans une connexion «de ligne louée») ou lorsque la différence entre l'ETCD d'origine et l'ETCD qui répond n'est pas claire en raison du type de modulation, les rôles doivent être fixés par paramétrage (possibilités de connexion ou autre indication de l'utilisateur concernant le rôle qu'il souhaite attribuer à la fonction de commande).

7.2.1.2 Opérations effectuées par l'expéditeur

Les opérations effectuées par l'ETCD d'origine durant la phase de détection peuvent être neutralisées par l'utilisateur. Dans ce cas, l'ETCD d'origine passe directement à la phase d'établissement du protocole (voir 7.2.2).

Si la phase de détection est activée, lorsque les circuits RFS et RSD sont à l'état FERMÉ, (indiquant ainsi que la connexion entre les convertisseurs de signaux a été établie avec succès), l'ETCD d'origine envoie la configuration de détection de l'ETCD d'origine (ODP). L'ODP est définie selon la configuration binaire suivante (les éléments binaires sont énumérés de gauche à droite dans l'ordre de transmission):

0 1000 1000 1 11 . . 11 0 1000 1001 1 11 . . 11

Cette configuration représente le DC1 avec contrôle de parité suivi de 8 à 16 «un», suivis du DC1 avec contrôle d'imparité suivi de 8 à 16 «un». L'ODP est transmise pendant la période de fonctionnement du temporisateur de la phase de détection T400 (voir 9.1.1), ou jusqu'à la réception de la configuration de détection de l'ETCD qui répond (ADP), définie en 7.2.1.3.

Toutes les émissions sont envoyées au moyen de la fonction d'embrouillage du convertisseur de signaux (s'il y en a une) et en synchronisation avec le signal d'horloge obtenu sur la porteuse (c'est-à-dire sans faire appel à une fonction d'adaptation de vitesse asynchrone du convertisseur de signaux qui serait employée dans un ETCD asynchrone sans correction d'erreur).

L'ETCD d'origine examine le train de bits entrant provenant de l'élément signal du récepteur pour déterminer la présence de l'ADP. La bonne réception des caractères provenant d'au moins deux ADP adjacentes est nécessaire pour que l'ETCD d'origine puisse déterminer si la configuration est observée.

Si l'ADP n'est pas observée pendant la période du T400 (voir 9.1.1), une fois que la transmission de la dernière répétition de l'ODP est terminée, l'ETCD d'origine décide que l'ETCD qui répond ne dispose pas de la capacité de correction d'erreur de type V.42. En pareil cas, l'ETCD d'origine peut revenir au mode sans correction d'erreur ou essayer de détecter la présence d'une fonction de correction d'erreur alternative, par exemple celle décrite à l'Annexe A.

Si l'ADP est observée pendant la période du T400, l'ETCD d'origine arrête la transmission de l'ODP et prend la mesure appropriée en se fondant sur l'ADP reçue (par exemple, si «EC» est reçu, déclencher la LAPM).

7.2.1.3 Opérations exécutées par l'ETCD qui répond

Après indication de l'établissement fructueux d'une connexion entre les convertisseurs de signaux, la fonction de commande de l'ETCD qui répond émet des bits 1 (travail) jusqu'à la fin de la phase de détection, la réception de l'ODP ou la détection du début de la phase du protocole (le début de cette phase est signalé par la réception de fanions continus, d'une LAPM ou d'une trame du protocole de la procédure alternative).

L'ETCD qui répond examine le train de bits entrant provenant du convertisseur de signaux pour déterminer la présence de l'ODP, définie en 7.2.1.2. La bonne réception d'au moins quatre DC1 à parité alternée est nécessaire pour permettre à l'ETCD qui répond de déterminer si l'ODP est observée.

Si après établissement de la connexion physique, l'ODP n'est pas observée durant la période du T400 (voir 9.1.1) et si le début de la phase d'établissement du protocole n'est pas observé pendant la même période, l'ETCD qui répond décide que l'ETCD d'origine ne peut pas fonctionner en mode de correction d'erreur du type V.42, et il retourne au mode de fonctionnement sans correction d'erreur.

Si l'ODP est observée, l'ETCD qui répond interprète cela comme une indication de l'ETCD d'origine selon laquelle celui-ci peut fonctionner en mode de correction d'erreur et souhaite poursuivre la phase d'établissement du protocole. L'ETCD qui répond envoie immédiatement au moins dix fois l'une des configurations de détection de l'ETCD qui répond (ADP) définies au Tableau 3.

Toutes les transmissions sont envoyées à l'aide de la fonction d'embrouillage du convertisseur de signaux et en synchronisation avec le signal d'horloge obtenu sur la porteuse.

TABLEAU 3/V.42

Schémas de détection du répondeur

| Type | Signification |
|---|---|
| 0 1010 0010 1 11. . .11 0 1100 0010 1 11. . .11 (E) et (C) séparés par 8 à 16 «un» | Mise en œuvre de la Recommandation V.42 |
| 0 1010 0010 1 11. . .11 0 0000 0000 1 11. . .11 (E) et (zéro) séparés par 8 à 16 «un» | Aucun protocole de correction d'erreur n'est souhaité |
| 0 1010 0010 1 11. . .11 0 0000 XXXX 1 11. . .11 | Les 15 points de code restants seront étudiés et attribués ultérieurement |
| NOTE – Les configurations binaires susmentionnées sont énumérées de gauche à droite dans l'ordre de transmission (c'est-à-dire que le bit de poids faible est émis le premier). | |

7.2.2 Phase d'établissement du protocole

La phase d'établissement du protocole est déclenchée par l'ETCD d'origine une fois que la phase de détection a été menée à bonne fin (si elle est activée). L'objectif de cette phase est le suivant:

- a) négociation et/ou indication des paramètres et des procédures facultatives qui régissent le fonctionnement ultérieur de l'ETCD;
- b) établissement de la connexion avec correction des erreurs.

La négociation/indication peut être omise si les valeurs par défaut des paramètres et les procédures sont satisfaisantes. La fonction de commande doit suivre, si nécessaire, les procédures de négociation/indication des valeurs de paramètres et des procédures facultatives indiquées en 7.6.

Une fois le processus de négociation/indication terminé, l'ETCD d'origine met en œuvre l'établissement de la connexion avec correction des erreurs. La fonction de commande de l'ETCD d'origine demande à sa fonction de commande d'erreur de commencer à établir la connexion en envoyant une primitive de demande L-ESTABLISH.

Lorsqu'elle reçoit une primitive d'indication L-ESTABLISH de sa fonction de commande d'erreur, une fonction de commande doit déterminer si elle souhaite accepter la demande d'établissement de la connexion avec correction des erreurs. Dans l'affirmative, elle envoie une primitive de réponse L-ESTABLISH, et les données peuvent alors être émises sur la connexion avec correction des erreurs. Dans le cas contraire, la fonction de commande envoie une primitive de demande L-RELEASE à la fonction de commande d'erreur. La fonction de commande peut revenir au mode de fonctionnement sans commande d'erreur ou libérer la connexion physique.

Après avoir envoyé une primitive de demande L-ESTABLISH, la fonction de commande, à la réception d'une primitive de confirmation L-ESTABLISH, considère que l'établissement de la connexion avec correction des erreurs est terminée et elle peut émettre des données sur cette connexion. Si la fonction de commande reçoit une primitive d'indication L-RELEASE (par exemple, à la suite d'une défaillance d'établissement de la connexion avec correction des erreurs ou parce que la fonction de commande distante refuse l'établissement de la connexion avec correction des erreurs) elle peut alors reprendre le fonctionnement en mode sans correction d'erreur ou libérer la connexion physique.

7.3 Transfert des données

Une fois terminée la phase d'établissement du protocole, la fonction de commande demande à la fonction de commande d'erreur d'émettre les données reçues à l'interface V.24. Quel que soit le format utilisé, chaque caractère reçu à l'interface V.24 est émis en tant que caractère à 8 bits (sans bits arythmiques) à travers l'interface ETCD/ETCD.

L'Annexe B donne la mise en correspondance de différents formats de caractères à un format à 8 bits.

NOTE – Il n'entre pas dans le cadre de la présente Recommandation de spécifier comment la fonction de commande détermine le moment où elle demande à la fonction de commande d'erreur de transmettre les données. On trouvera certains aspects de la question dans l'Appendice II.

Pour transmettre les données, la fonction de commande envoie une primitive de demande L-DATA à la fonction de commande d'erreur. Cette primitive indique les données à transmettre.

Lorsqu'elle reçoit la primitive d'indication L-DATA, la fonction de commande remet les données reçues à l'interface V.24. Chaque caractère contient le verrouillage de trame arythmique approprié.

7.3.1 Contrôle de flux à l'interface ETTD/ETCD

La fonction de commande doit être en mesure d'indiquer à l'ETTD une incapacité provisoire d'accepter des données sur le circuit 103 (état ETCD non prêt) et de reconnaître une indication correspondante en provenance de l'ETTD (état ETTD non prêt). Lorsqu'il reçoit une telle indication, l'ETCD doit et l'ETTD devrait mettre fin à la transmission de tout caractère partiellement émis, cesser d'émettre des données sur le circuit 104 (103) et enfin verrouiller le circuit 104 (103) sur le 1 binaire. Lorsque l'état non prêt est libéré, l'ETCD (ETTD) peut recommencer à émettre des données sur le circuit 104 (103).

L'indication de contrôle de flux peut se faire de deux façons:

- a) en utilisant les circuits 133 et 106:
 - un état ETCD non prêt peut être indiqué en mettant le circuit 106 à l'état OUVERT et il peut être libéré en mettant le circuit 106 à l'état FERMÉ;
 - un état ETTD non prêt peut être reconnu par le passage de l'état FERMÉ à l'état OUVERT et il peut être libéré en faisant passer le circuit 133 de l'état OUVERT à l'état FERMÉ;

- b) en utilisant les caractères DC1/DC3 (fonctions X-FERMÉ/X-OUVERT):

un état ETCD non prêt peut être indiqué en émettant un caractère DC3 et peut être libéré par l'émission d'un caractère DC1 sur le circuit 104;

un état ETDD non prêt peut être reconnu par la réception d'un caractère DC3 et peut être libéré par la réception d'un caractère DC1 sur le circuit 103.

A titre d'option, les caractères DC1 et DC3 reçus de l'ETDD peuvent rester dans le train de données.

Bien que les techniques a) et b) soient utilisées, le choix de l'une d'elles est laissé à l'utilisateur.

Les temps de réponse de l'ETCD à l'indication d'un état ETDD non prêt et ceux de l'ETDD à l'indication d'un état ETCD non prêt doivent faire l'objet d'un complément d'étude. Ces temps de réponse doivent être maintenus aussi courts que possible. Les ETCD doivent admettre un temps d'attente lors de la reconnaissance, par l'ETDD, de l'indication d'un état ETCD non prêt, en acceptant plusieurs caractères sur le circuit 103 après que l'indication a été donnée.

Si un signal d'interruption est l'élément suivant à remettre à l'interface ETCD/ETDD, il doit l'être quel que soit l'état de contrôle de flux. En cas d'interruption sans accélération ni destruction, les données à remettre avant l'interruption restent sujettes au contrôle de flux.

7.4 Transfert du signal d'interruption

A la réception d'un signal d'interruption à l'interface V.24, la fonction de commande doit déterminer:

- a) comment traiter les données (mise au rebut ou remise) qui n'ont pas encore été transmises à travers l'interface V.24 ou à l'ETCD distant;
- b) dans quel ordre (après ou avant) le signal d'interruption doit être remis à l'interface V.24 distante en ce qui concerne la remise des données.

La fonction de commande doit envoyer une primitive de demande L-SIGNAL à la fonction de commande d'erreur, en indiquant l'option de traitement d'interruption correspondant aux mesures appropriées. L'option de traitement d'interruption et les mesures à suivre sont données au Tableau 4. La primitive de demande L-SIGNAL peut également indiquer la longueur de l'interruption. Si les longueurs d'interruption ne sont pas ainsi indiquées, la primitive de demande L-SIGNAL sera émise dès que possible après la détection de la condition d'interruption à l'interface ETDD/ETCD. Si les longueurs d'interruption sont indiquées, la primitive de demande L-SIGNAL sera émise dès que possible après la détection de la fin de la condition d'interruption. Si la condition d'interruption se prolonge pendant plus de 2,54 s, la primitive de demande L-SIGNAL indiquant une interruption supérieure à 2,54 s (valeur du champ de longueur d'interruption égale à 255) sera émise dès que possible après détermination du fait que l'interruption a dépassé la durée de 2,54 s.

La fonction de commande ne doit envoyer aucune primitive de demande L-SIGNAL ultérieure avant qu'une primitive de confirmation L-SIGNAL en provenance de la fonction de commande d'erreur n'ait accusé réception d'une primitive de demande préalable. Si les interruptions avec destruction et avec accélération ou sans destruction mais avec accélération sont utilisées, et qu'une interruption subséquente soit détectée à l'interface de l'ETDD avant la réception de la primitive de confirmation L-SIGNAL correspondant à une interruption antérieure, l'ETCD peut rejeter l'interruption ultérieure et ne pas en tenir compte. En revanche, si l'on utilise des interruptions sans destruction ni accélération, les interruptions subséquentes doivent demeurer en instance et être signalées après la réception de la primitive de confirmation L-SIGNAL associée à une interruption antérieure.

NOTE – Les signaux d'interruption n'étant pas soumis au contrôle de flux, la capacité de la mémoire tampon de l'ETCD risque d'être saturée par la réception de plusieurs interruptions consécutives, la conséquence étant le rejet des interruptions ultérieures. Le constructeur fixe lui-même le nombre maximal admissible d'interruptions non accélérées et non destructives en instance.

7.5 Réception de l'interruption

La fonction de commande est informée d'une interruption à la réception d'une primitive d'indication L-SIGNAL. Elle accuse réception dès que possible de cette primitive à l'aide d'une primitive de réponse L-SIGNAL. Les mesures à prendre à la réception de l'interruption dépendent de l'option de traitement de l'interruption, comme indiqué au Tableau 5. Si la longueur d'une interruption n'est pas indiquée ou si elle contient une valeur zéro, une interruption de la longueur par défaut est remise à l'ETDD.

7.6 Négociation/indication des valeurs de paramètres et des procédures facultatives

Durant la phase d'établissement du protocole (voir 7.2.2), la négociation et/ou l'indication des valeurs de paramètres et des procédures facultatives est déclenchée par la fonction de commande dans l'ETCD d'origine si les valeurs par défaut ne sont pas satisfaisantes. Elle peut également être mise en œuvre à tout moment, par la suite, par la fonction de commande dans l'un des ETCD.

TABLEAU 4/V.42

Réactions de l'ETCD d'émission à la réception d'un signal d'interruption à l'interface V.24

| Option de traitement de l'interruption | En ce qui concerne les données | | | |
|--|---|--|--|---|
| | Vers l'ETCD distant | Vers l'ETTD local | En provenance de l'ETCD distant | En provenance de l'ETTD local |
| Destruction/accélération ^{a)} | <ul style="list-style-type: none"> – Fin de l'émission des données en cours, puis émission de l'interruption – Mise au rebut des données non encore émises | <ul style="list-style-type: none"> – Mise au rebut des données non encore remises | <ul style="list-style-type: none"> – Mise au rebut des données jusqu'à réception d'un accusé de réception | <ul style="list-style-type: none"> – Maintien des données jusqu'à réception d'un accusé de réception |
| Pas de destruction/accélération | <ul style="list-style-type: none"> – Fin de l'émission des données en cours, puis émission de l'interruption – Maintien des données jusqu'à réception d'un accusé de réception | <ul style="list-style-type: none"> – Poursuite de la remise des données | <ul style="list-style-type: none"> – Poursuite de la réception des données | <ul style="list-style-type: none"> – Poursuite de la réception des données |
| Pas de destruction/pas d'accélération | <ul style="list-style-type: none"> – Attente d'un accusé de réception des données précédemment émises puis émission de l'interruption – Maintien des données jusqu'à réception d'un accusé de réception | <ul style="list-style-type: none"> – Poursuite de la remise des données | <ul style="list-style-type: none"> – Poursuite de la réception des données | <ul style="list-style-type: none"> – Poursuite de la réception des données |

^{a)} Toutes les variables d'état appartenant à la fonction de commande et à la fonction de commande d'erreur, à l'exception de celles appartenant au transfert de l'interruption, sont remises à leurs valeurs initiales.

TABLEAU 5/V.42

Réactions de l'ETCD de réception à la réception d'une interruption en provenance de l'ETCD distant

| Option de traitement de l'interruption | En ce qui concerne les données | |
|---|---|---|
| | Vers l'ETCD distant | Vers l'ETTD local |
| Destruction/accélération ^{a) b)} | <ul style="list-style-type: none"> – Mise au rebut des données non encore émises | <ul style="list-style-type: none"> – Mise au rebut des données non encore remises – Remise du signal d'interruption |
| Pas de destruction/accélération | <ul style="list-style-type: none"> – Sans effet | <ul style="list-style-type: none"> – Remise immédiate du signal d'interruption – Reprise de la remise normale des données |
| Pas de destruction/pas d'accélération | <ul style="list-style-type: none"> – Sans effet | <ul style="list-style-type: none"> – Remise du signal d'interruption en séquence par rapport aux données |

^{a)} Toutes les variables d'état appartenant à la fonction de commande et à la fonction de commande d'erreur, à l'exception de celles appartenant au transfert de l'interruption, sont remises à leurs valeurs initiales.

^{b)} Pour toutes les options d'interruption, l'accusé de réception doit être renvoyé dès que possible.

NOTE 1 – Les critères selon lesquels la fonction de commande décide de modifier les valeurs de paramètres et les procédures facultatives, une fois fixés durant la phase d'établissement du protocole, n'entrent pas dans le cadre de la présente Recommandation. On peut citer, à titre d'exemple, la détection des changements de conditions de transmission.

La fonction de commande envoie une primitive de demande L-SETPARM pour charger sa fonction de commande d'erreur de déclencher la négociation et/ou l'indication des valeurs de paramètres et des fonctions facultatives.

A la réception d'une primitive d'indication L-SETPARM en provenance de sa fonction de commande d'erreur, la fonction de commande doit effectuer la négociation nécessaire (voir les articles 9 et 10). Elle envoie ensuite une primitive de réponse L-SETPARM à sa fonction de commande d'erreur et termine le processus de négociation/indication (voir ci-dessous).

Lorsqu'elle reçoit une primitive de confirmation L-SETPARM de sa fonction de commande d'erreur, la fonction de commande met fin au processus de négociation/indication (voir ci-dessous).

La négociation/indication des valeurs de paramètres et des procédures facultatives se fait à l'aide des procédures décrites aux articles 9 et 10. Pour achever le processus de négociation/indication, la fonction de commande doit attribuer aux paramètres affectés leurs nouvelles valeurs et activer/désactiver les procédures affectées.

NOTE 2 – Les valeurs de certains paramètres sont fixées indépendamment de l'ETCD distant et sans que celui-ci en soit informé. En pareils cas, la fonction de commande fixe les nouvelles valeurs de ces paramètres sans interagir avec la fonction de commande d'erreur (voir ci-dessus).

7.7 Terminaison normale de la connexion avec correction d'erreur

Après établissement préalable d'une connexion avec correction d'erreur, la fonction de commande peut charger sa fonction de commande de contrôle d'erreur de libérer en bon ordre la connexion avec correction d'erreur en envoyant une primitive de demande L-RELEASE. A ce moment-là, la fonction de commande considère que la procédure est terminée. La fonction de commande détermine en outre s'il faut ou non libérer la connexion physique.

NOTE – Les stimuli, avec lesquels la fonction de commande ordonne à la fonction de commande d'erreur de libérer en bon ordre la connexion avec correction d'erreur, n'entrent pas dans le cadre de la présente Recommandation. La fonction de commande peut déconnecter la connexion physique, sans demander que soit libérée en bon ordre la connexion avec correction d'erreur, après détection des changements correspondants à l'interface V.24.

La fonction de commande est informée de la terminaison normale de la connexion avec correction d'erreur lorsqu'elle reçoit une primitive d'indication L-RELEASE de sa fonction de commande d'erreur. La fonction de commande peut alors libérer la connexion physique et effectuer les modifications correspondantes à l'interface V.24.

7.8 Essai en boucle

A titre de fonction facultative convenue pendant la phase d'établissement du protocole, une fonction de commande peut déclencher un essai en boucle avec la fonction de commande distante.

NOTE – Le mécanisme, par lequel une fonction de commande détermine s'il y a lieu d'effectuer un essai en boucle, doit faire l'objet d'un complément d'étude.

Pour effectuer un essai en boucle, la fonction de commande envoie une primitive de demande L-TEST à sa fonction de commande d'erreur. La fonction de commande est chargée de générer des données uniques qui doivent être renvoyées par la fonction de commande distante pour indiquer que l'essai a réussi.

Un essai en boucle peut être déclenché à tout moment après que la phase d'établissement du protocole est achevée.

L'essai est considéré comme terminé à la réception d'une primitive d'indication L-TEST contenant les données envoyées avec la primitive de demande L-TEST ou à l'expiration d'un délai défini localement.

Une fonction de commande qui a reçu une primitive d'indication L-TEST sans avoir envoyé, au préalable, une primitive de demande L-TEST (c'est-à-dire qu'elle doit répondre à un essai en boucle provenant de la fonction de commande distante) doit envoyer une primitive de demande L-TEST à sa fonction de commande d'erreur. Cette primitive contient les données reçues dans la primitive d'indication L-TEST qui doivent être renvoyées au responsable de l'essai.

7.9 Exploitation de l'interface ETTD/ETCD après l'échec d'une opération de correction d'erreur

Quand l'échec de la phase de détection indique que l'ETCD distant n'accepte pas l'exploitation avec correction d'erreur du type V.42, et quand l'établissement de toute autre capacité de correction d'erreur a également échoué, la fonction de commande doit soit se déconnecter de la ligne, soit revenir à une exploitation sans correction d'erreur et assurer un interfonctionnement avec l'ETCD distant sans correction d'erreur conformément aux procédures spécifiées dans la Recommandation V.14. Des options à choisir par l'utilisateur doivent être prévues pour spécifier:

- a) si l'ETCD doit être déconnecté de la ligne ou revenir au fonctionnement sans correction d'erreur;
- b) si, pendant l'exploitation sans correction d'erreur, l'ETCD doit utiliser un fonctionnement avec ou sans mémoire-tampon.

Les modalités d'installation de ces options n'entrent pas dans le cadre de la présente Recommandation.

En cas d'exploitation sans correction d'erreur ni mise en mémoire, l'ETCD fonctionne comme spécifié dans la Recommandation V.14. Il n'est pas utilisé de contrôle de flux entre l'ETCD local et l'ETTD, et le débit de l'interface V.24 ETTD local/ETCD doit être fixé de manière à concorder avec le débit entre les ETCD. Pour éviter une perte de données et permettre un transfert correct des données, il est nécessaire que l'ETCD informe l'ETTD de tout changement dans le recours au contrôle de flux et dans le débit ETTD/ETCD, mais le mécanisme permettant de signaler ces changements n'entre pas dans le cadre de la présente Recommandation.

En cas d'exploitation avec mise en mémoire mais sans correction d'erreur, le débit à l'interface V.24 ETTD local/ETCD reste le même qu'en cas de fonctionnement avec correction d'erreur; les données sont mises en mémoire dans l'ETCD et le contrôle de flux est utilisé, pour accorder la capacité utile avec le débit ETCD/ETCD. Des signaux d'interruption doivent être transmis en séquence, sans accélération et sans destruction par rapport aux données en mémoire. L'ETCD fournit une fonction interne pour rétablir les éléments éliminés, le cas échéant, du train de données reçu par l'ETCD distant (selon la Recommandation V.14) afin de faire face à une vitesse excessive à l'ETTD distant. On notera qu'il convient d'utiliser prudemment le contrôle de flux des données reçues, étant donné le risque de perte de données si l'ETTD local indique que le contrôle de flux arrête la remise de données par l'ETCD local pendant une trop longue période, ce qui se traduit par un débordement de la mémoire de réception de l'ETCD local.

8 Description de la fonction de commande d'erreur: procédures LAPM

La mise en œuvre de la fonction de commande d'erreur est décrite dans le présent article et dans l'Annexe A.

Dans la LAPM, tous les messages sont transmis dans des trames délimitées par des fanions d'ouverture et de fermeture. La structure de la trame et le schéma du fanion sont décrits en 8.1.1.

Les procédures de la présente Recommandation comportent des fonctions pour:

- a) la délimitation, l'alignement et la transparence des trames;
- b) le transfert de l'information de l'utilisateur (données et interruption);
- c) le contrôle de séquence;
- d) la détection des erreurs de transmission, de format et de fonctionnement;
- e) la correction des erreurs de transmission, de format et de fonctionnement détectées et la notification des erreurs impossibles à corriger;
- f) le contrôle de flux;
- g) la négociation/indication des valeurs de paramètre et des procédures facultatives;
- h) la mise en œuvre et la terminaison normale de la connexion avec correction d'erreur.

En outre, la procédure LAPM met en œuvre une ou plusieurs connexions avec correction d'erreur «logiques»; la discrimination entre ces connexions se fait au moyen d'un identificateur de connexion de liaison de données (DLCI) contenu dans chaque trame.

8.1 Généralités

Le présent paragraphe spécifie la structure de trame ainsi que les procédures applicables au bon fonctionnement de la procédure d'accès à la liaison pour modems (LAPM).

8.1.1 Structure et champs de trame

8.1.1.1 Structure de trame

Toutes les communications ETCD vers ETCD se font à l'aide de la structure de trame représentée sur la Figure 4.

8.1.1.2 Séquence de fanion et transparence

Toutes les trames sont délimitées par le schéma de bits unique «01111110» appelé fanion. Le fanion qui précède le champ d'adresse est défini comme étant le fanion d'ouverture. Celui qui suit le champ de la séquence de contrôle de trame est défini comme étant le fanion de fermeture. Le fanion de fermeture d'une trame peut également servir de fanion d'ouverture pour la trame suivante.

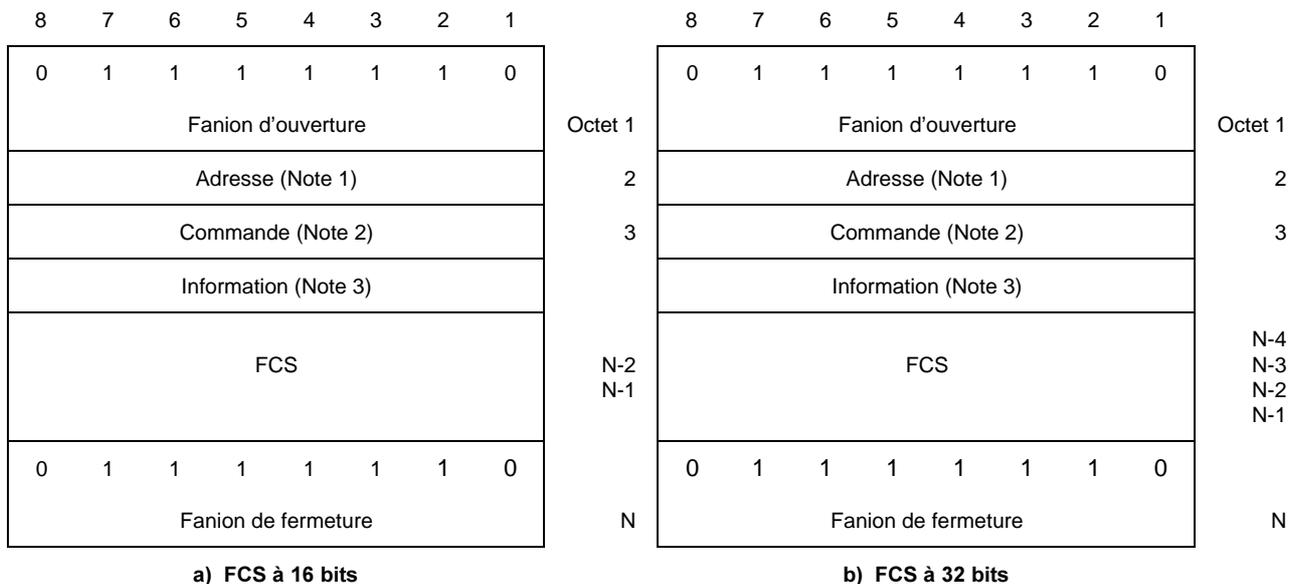
La transparence est maintenue par l'émetteur qui examine le contenu de la trame entre les fanions d'ouverture et de fermeture et qui insère un élément binaire «0» après toute séquence de bits «1» consécutifs. Le récepteur examine le contenu de la trame entre les fanions d'ouverture et de fermeture et supprime tout bit «0» qui suit immédiatement 5 bits «1» consécutifs.

8.1.1.3 Champ d'adresse

L'objectif principal du champ d'adresse est d'identifier une connexion avec correction d'erreur ainsi que l'entité de correction d'erreur qui lui est associée. Le format de ce champ est défini en 8.2.1.

8.1.1.4 Champ de commande

Le champ de commande sert à faire la différence entre les différents types de trame. Ce champ est défini plus avant en 8.2.2.



NOTES

- 1 – La dimension maximale de ce champ est limitée à deux octets.
- 2 – Le champ de commande comporte deux octets pour les types de trame ayant des numéros de séquence et un octet pour les types de trame sans numéros de séquence (voir 8.2.2).
- 3 – Les trames ne contiennent pas toutes un champ d'information.

FIGURE 4/V.42
Structure de trame

8.1.1.5 Champ d'information

Selon le type de trame utilisé, 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 9.2.3).

8.1.1.6 Champ de séquence de contrôle de trame (FCS)

Ce champ utilise un polynôme CRC à titre de protection contre les erreurs sur les bits.

8.1.1.6.1 Séquence de contrôle de trame à 16 bits

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

- 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 signal 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 $x^{16} + x^{12} + x^5 + 1$, du produit de x^{16} par le contenu de la trame existant entre, mais n'incluant pas le dernier élément binaire du signal 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.

8.1.1.6.2 Séquence de contrôle de trame à 32 éléments binaires

Le champ FCS doit être la séquence de 32 éléments binaires précédant le signal 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 $x^k (x^{31} + x^{30} + x^{29} + x^{28} + x^{27} + x^{26} + x^{25} + x^{24} + x^{23} + x^{22} + x^{21} + x^{20} + x^{19} + x^{18} + x^{17} + x^{16} + x^{15} + x^{14} + x^{13} + x^{12} + x^{11} + x^{10} + x^9 + x^8 + x^7 + x^6 + x^5 + x^4 + x^3 + x^2 + x^1 + 1)$ 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 signal 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 signal 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.

8.1.2 Conventions de format

8.1.2.1 Convention de numérotage

La convention de base utilisée dans la présente Recommandation est représentée à la Figure 5. 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.

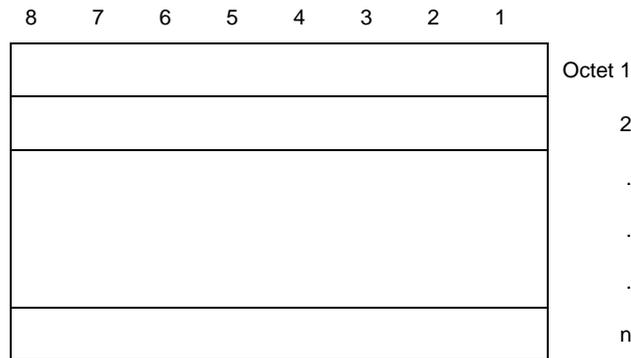


FIGURE 5/V.42

Convention de format

8.1.2.2 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.

8.1.2.3 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 6 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).

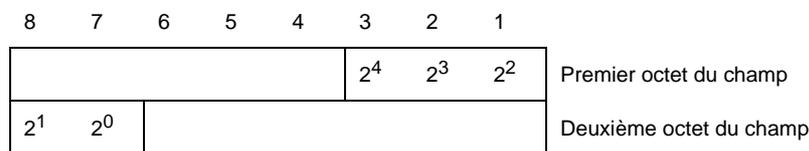


FIGURE 6/V.42

Convention de mise en correspondance du champ

Le champ de séquence de contrôle de trame (FCS) qui s'étend sur 2 ou 4 octets, fait exception à la convention de formatage de champ ci-dessus. Dans ce cas, l'élément binaire 1 du premier octet est l'élément binaire de rang élevé et l'élément binaire 8 du second octet est l'élément binaire de rang le plus faible (voir la Figure 7).

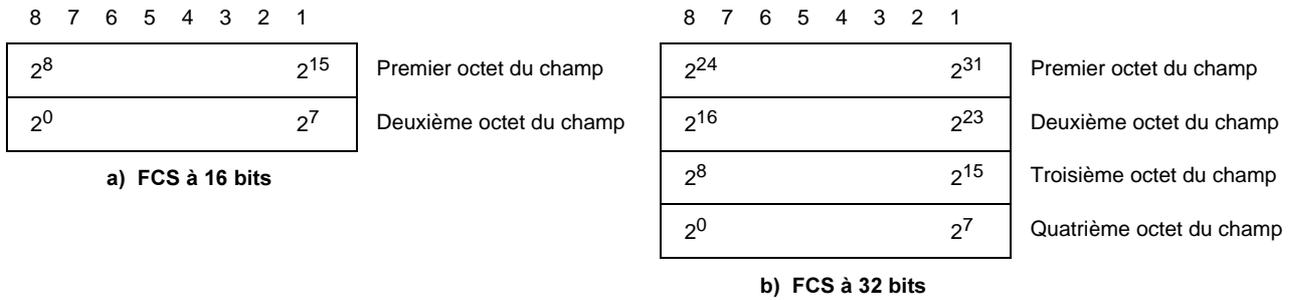


FIGURE 7/V.42

Convention de mise en correspondance FCS

8.1.3 Trames non valables

Une trame non valable est une trame:

- a) qui n'est pas correctement délimitée par deux fanions; ou
- b) qui, en mode FCS de 16 bits, contient moins de cinq octets entre les fanions de trames qui contiennent des numéros de séquence et moins de quatre octets entre des fanions de trames ne comportant pas de numéro de séquence; ou qui, en mode FCS de 32 bits, a moins de sept octets entre des fanions de trames comportant des numéros de séquence, et moins de six octets entre des fanions de trames ne comportant pas de numéro de séquence; ou
- c) qui n'est pas constituée par un nombre entier d'octets, avant l'insertion ou après l'extraction du bit 0; ou
- d) qui contient une erreur signalée par la séquence de contrôle de trame; ou
- e) qui contient un champ d'adresse comportant plus de deux octets ou dont la valeur DLCI n'est pas admise par le récepteur.

Les trames non valables sont éliminées sans notification à l'émetteur (voir cependant 8.5.4). Aucune action n'est entreprise à la suite de sa réception.

8.1.4 Interruption de trames

La réception de sept bits «1» consécutifs, ou plus, sera interprétée comme une interruption et la fonction de commande d'erreur ne tiendra pas compte de la trame en cours de réception.

8.1.5 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 8.1.1.2).

8.2 Eléments de procédures LAPM et formats des champs

Les éléments de procédures définissent les commandes et les réponses utilisées sur une connexion avec correction d'erreur LAPM. Les procédures, qui sont dérivées de ces éléments de procédures, sont décrites plus loin.

8.2.1 Format du champ d'adresse

Le format du champ d'adresse est représenté sur la Figure 8. 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).

8.2.1.1 Identificateur de connexion de liaison de données

Dans le cadre de la présente Recommandation, deux valeurs DLCI sont définies. L'une sert au transfert de l'information échangée entre les interfaces V.24. L'autre, qui est facultative, sert de connexion de l'information d'une fonction de commande à l'autre (voir l'article 11). La valeur de chaque DLCI est définie en 9.2.7.

Lorsqu'on utilise le champ d'adresse à deux octets facultatif (voir 8.2.1.3), le DLCI comprend aussi les bits 8 à 2 de l'octet 2A.

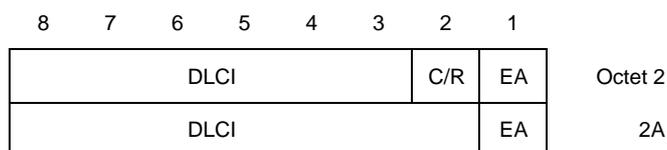


FIGURE 8/V.42

Format du champ d'adresse

8.2.1.2 Champ du bit de commande/réponse (C/R)

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 correction d'erreur à laquelle elle est transmise, alors qu'une trame de réponse contient «l'adresse» de l'entité de correction d'erreur 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 au Tableau 6.

TABLEAU 6/V.42

Usage des bits de commande/réponse

| Commande/réponse | Direction | | Valeur C/R | |
|------------------|-----------------|-------|-----------------|---|
| Commande | ETCD appelant | ————> | ETCD qui répond | 1 |
| | ETCD qui répond | ————> | ETCD appelant | 0 |
| Réponse | ETCD appelant | ————> | ETCD qui répond | 0 |
| | ETCD qui répond | ————> | ETCD appelant | 1 |

8.2.1.3 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 un maximum de 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.

8.2.2 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 séquences, 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 au Tableau 7.

8.2.2.1 Format I de transfert d'information

Le format I doit être utilisé pour le transfert d'information entre entités de correction d'erreur. 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 correction d'erreur et un bit P qui peut être mis à 0 ou à 1.

8.2.2.2 Format S de supervision

Le format S doit être utilisé pour assurer des fonctions de supervision sur la connexion avec correction d'erreur, comme l'acquiescement des trames I, la demande de retransmission d'une ou de plusieurs trames I et la demande de suspension momentanée de la transmission des 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 correction d'erreur, et un bit P/F qui peut être mis à 0 ou à 1.

8.2.2.3 Format U non numéroté

Le format U doit être utilisé pour exécuter des fonctions 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 7/V.42

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 | |
| 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 Réserve et mis à 0 | | | | | | | | | |

8.2.3 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 faible du champ de paramètre soit le bit le moins significatif.

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

Toutes les trames comportent 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 correction d'erreur pour demander (inviter à émettre) l'envoi d'une trame de réponse de l'entité de correction d'erreur équivalente. Le bit F mis à 1 est utilisé par une entité de correction d'erreur pour indiquer qu'une trame de réponse est émise suite à une commande d'invitation à émettre.

8.2.3.2 Variables de trames et numéros de séquence

8.2.3.2.1 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.

8.2.3.2.2 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 $1 \leq k \leq 127$.

8.2.3.2.3 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 8.2.3.2.6). On entend par valeur valable N(R) celle qui est comprise dans la gamme $V(A) \leq N(R) \leq V(S)$.

8.2.3.2.4 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).

8.2.3.2.5 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).

8.2.3.2.6 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 correction d'erreur qui émet le N(R) a correctement reçu toutes les trames I numérotées jusqu'à N(R) – 1 inclus.

8.2.4 Types de trames

8.2.4.1 Commandes et réponses

Les trames de commande et de réponse énumérées au Tableau 8 sont utilisées par l'une des entités de correction d'erreur. Pour les procédures LAPM, les types de trames qui ne sont pas définis au Tableau 8 sont considérés comme des champs de commande et/ou de réponse non définis; les mesures à prendre sont spécifiées en 8.5.5.

Les commandes et les réponses indiquées au Tableau 8 sont définies en 8.2.4.2 à 8.2.4.14.

8.2.4.2 Commande d'information (I)

La fonction de la commande d'information (I) est de transférer à travers une connexion avec correction d'erreur, des trames numérotées séquentiellement contenant des données reçues de l'interface V.24 et fournies par la fonction de commande.

8.2.4.3 Commande de mise en mode asynchrone équilibré étendu (SABME)

La commande non numérotée SABME sert à placer l'entité de correction d'erreur appelée à l'état connecté.

Il n'est pas permis d'inclure un champ d'information dans la commande SABME. Une entité de correction d'erreur 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 correction d'erreur 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.

8.2.4.4 Commande de déconnexion (DISC)

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

Aucun champ d'information n'est permis avec la commande DISC. L'entité de correction d'erreur qui reçoit la commande DISC en confirme l'acceptation en émettant une réponse UA. L'entité de correction d'erreur qui envoie la commande DISC met fin à la connexion avec correction d'erreur lorsqu'elle reçoit la réponse d'accusé de réception UA ou DM.

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

TABLEAU 8/V.42

Commandes et réponses

| Format | Commandes | Réponses | Codage | | | | | | | | |
|-------------------------|---|---------------------------------------|--------|---|---|---------|---|---|---|---------|---------|
| | | | 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 | 3 |
| | | | N(R) | | | | | | | P/F | 4 |
| | RNR (non prêt à recevoir) | RNR (non prêt à recevoir) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 3 |
| | | | N(R) | | | | | | | P/F | 4 |
| | REJ (rejet) | REJ (rejet) | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 3 |
| | | | N(R) | | | | | | | P/F | 4 |
| | SREJ (rejet sélectif) | SREJ (rejet sélectif) | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 3 |
| | | | N(R) | | | | | | | P/F = 0 | 4 |
| Non numéroté | SABME (mise en mode asynchrone symétrique étendu) | | 0 | 1 | 1 | P | 1 | 1 | 1 | 1 | 3 |
| | | DM (mode déconnecté) | 0 | 0 | 0 | F | 1 | 1 | 1 | 1 | 3 |
| | UI (information non numérotée) | UI (information non numérotée) | 0 | 0 | 0 | P/F | 0 | 0 | 1 | 1 | 3 |
| | DISC (déconnexion) | | 0 | 1 | 0 | P | 0 | 0 | 1 | 1 | 3 |
| | | UA (accusé de réception non numéroté) | 0 | 1 | 1 | F | 0 | 0 | 1 | 1 | 3 |
| | | FRMR (rejet de trame) | 1 | 0 | 0 | F | 0 | 1 | 1 | 1 | 3 |
| | XID (identification de l'échange) | XID (identification de l'échange) | 1 | 0 | 1 | P/F = 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 3 |
| | ESSAI (essai) | | 1 | 1 | 1 | P = 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 3 |

8.2.4.5 Commande/réponse d'information non numérotée (UI)

Les trames d'information non numérotée (UI) servent à transférer l'information de commande hors du train d'information de l'ETTD, qui est acheminée par les trames I. Cette information de commande peut être associée au train d'information de l'ETTD (par exemple, un signal d'interruption). 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.

Le codage de ce champ d'information est donné en 12.3.

8.2.4.6 Commande/réponse prêt à recevoir (RR)

La trame de supervision RR est utilisée par une entité de correction d'erreur 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 8.4.3.1);
- c) libérer un état occupé qui a été signalé auparavant par l'émission d'une trame RNR par cette même entité de correction d'erreur.

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

8.2.4.7 Commande/réponse de rejet (REJ)

La trame de supervision REJ est utilisée par une entité de correction d'erreur 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 (des) trame(s) 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 correction d'erreur à l'émission qui a été signalée auparavant par la transmission d'une trame RNR par cette même entité de correction d'erreur.

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

8.2.4.8 Rejet sélectif (SREJ)

8.2.4.8.1 Commande/réponse de rejet sélectif (SREJ) (utilisée avec la procédure s-SREJ)

La mise en œuvre de la procédure de rejet sélectif simple (s-SREJ) est facultative; lorsqu'elle est mise en œuvre, elle utilisera la trame SREJ telle qu'elle est décrite ici. Lorsqu'elle est mise en œuvre, elle est utilisée par une entité de correction d'erreur pour demander la retransmission de la seule trame I portant le numéro $N(R)$. Le bit P/F de la 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 correction d'erreur 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.

8.2.4.8.2 Réponse de rejet sélectif (SREJ) (utilisée avec la procédure m-SREJ)

La mise en œuvre de la procédure de rejet multisélectif est facultative; elle utilisera, si elle est mise en œuvre, la trame de réponse SREJ telle qu'elle est décrite ici. Lorsqu'elle est mise en œuvre, elle est utilisée par une entité de correction d'erreur afin de lancer le rétablissement après erreur en demandant la retransmission d'une ou de plusieurs trames I perdues (non nécessairement consécutives). Le champ $N(R)$ du champ de commande de la trame SREJ contiendra le numéro de séquence de la première trame à retransmettre et le champ d'information contiendra les numéros de séquence de la ou des trames I nécessitant éventuellement une retransmission.

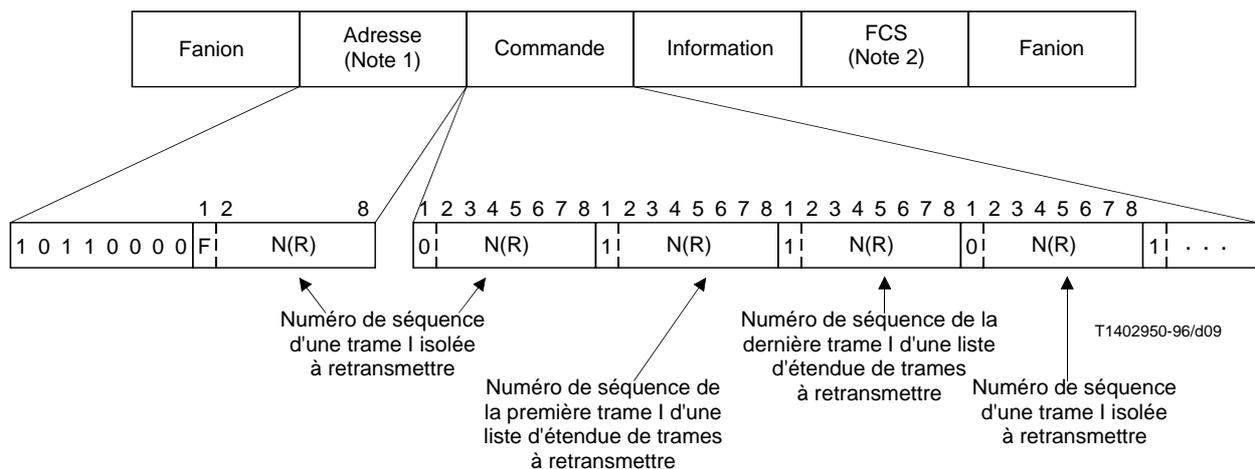
L'entité de correction d'erreur créera une liste de numéros de séquence $N(X)$, $N(X) + 1$, $N(X) + 2$, $N(Y)$, $N(Z) + 3$, $N(Z) + 4$, ..., $N(S) - 1$, dans laquelle $N(X)$ est supérieur ou égal à $V(R)$ et aucune des trames I $N(X)$ à $N(S) - 1$ n'a été reçue. Le champ $N(R)$ de la trame SREJ sera positionné sur la valeur de $N(X)$ et le champ d'information contiendra la liste $N(X) + 1$, ..., $N(S) - 1$. Le champ d'information sera codé de façon à utiliser un octet pour toute trame nécessitant une retransmission. Le numéro de séquence de chaque trame I désignée occupera les positions de bit 2-8 au sein d'un octet, comme indiqué dans la Figure 9.

Si la taille de la liste des numéros de séquence dépasse la longueur du champ d'information de la trame SREJ, elle sera tronquée pour tenir dans une trame SREJ en n'utilisant que les numéros de séquence les plus anciens. Les numéros de séquence tronqués peuvent être transmis dans une autre trame SREJ. Le nombre de bits du champ d'information d'une trame SREJ ne dépassera pas la valeur du paramètre N401 donnant le nombre maximal d'octets du champ d'information d'une trame.

Si le bit F d'une trame SREJ est positionné sur 1, les trames I de numéro inférieur ou égal à $N(R) - 1$ sont considérées comme acquittées. Si le bit F d'une trame SREJ est positionné sur 0, le champ $N(R)$ du champ de commande de la trame SREJ n'indique pas un acquittement de trames I.

Toute condition d'exception SREJ est supprimée lors de la réception d'une ou de plusieurs trames I avec un numéro $N(S)$ égal au numéro $N(R)$ indiqué par le champ de commande de la trame SREJ et dans le champ d'information éventuel. Une entité de correction d'erreur peut émettre une ou plusieurs trames de réponse SREJ avec un bit F positionné sur 0, contenant chacune une ou plusieurs valeurs $N(R)$ avant que des conditions d'erreur antérieure n'aient été supprimées.

Les trames I éventuellement émises à la suite d'une trame I indiquée dans une trame SREJ ne seront pas émises comme résultat de la réception d'une trame SREJ. Des trames I supplémentaires en attente de transmission initiale peuvent être émises comme résultat de la retransmission d'une ou de plusieurs trames I demandée par une trame SREJ.



NOTES

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

FIGURE 9/V.42
Codage des champs de commande et d'information d'une trame SREJ
dans une procédure m-SREJ

8.2.4.9 Commande/réponse non prêt à recevoir (RNR)

La trame de supervision RNR est utilisée par une entité de correction d'erreur 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 correction d'erreur, la commande RNR avec le bit P mis à 1 peut être utilisée par l'entité de correction d'erreur pour demander l'état de son entité de correction d'erreur équivalente.

8.2.4.10 Réponse d'accusé de réception non numérotée (UA)

La réponse non numérotée UA est utilisée par une entité de correction d'erreur 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. Aucun champ d'information n'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 correction d'erreur.

8.2.4.11 Réponse en mode déconnecté (DM)

La réponse non numérotée DM est utilisée par une entité de correction d'erreur pour signaler à son entité équivalente que l'entité de correction d'erreur se trouve dans la phase de déconnexion et/ou qu'elle ne peut ou qu'elle ne souhaite pas entrer dans l'état connecté. Aucun champ d'information n'est permis avec la réponse DM. Pour une information spécifique sur le traitement des trames DM du récepteur, voir le Tableau 9 et 8.9.3.

8.2.4.12 Réponse de rejet de trame (FRMR)

La réponse non numérotée FRMR peut être reçue par une entité de correction d'erreur 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;
- 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 8 est un champ de commande non défini.

Un numéro N(R) valable est un numéro compris dans la gamme $V(A) \leq N(R) \leq V(S)$.

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 donné sur la Figure 10.

8.2.4.13 Commande/réponse d'identification d'échange (XID)

Les trames XID servent à l'échange d'informations générales d'identification. 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.

Dans le cadre de la présente Recommandation, le champ d'information des trames XID sert à la négociation/indication des valeurs de paramètres et des procédures facultatives. Le codage de ce champ d'information est donné en 12.2.

8.2.4.14 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 fonctions de commande. 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 par la présente Recommandation. Lorsqu'elle déclenche un essai en boucle, la fonction de commande choisit le contenu du champ d'information. En réponse à un essai en boucle, la fonction de commande fournit le champ d'information reçu de l'expéditeur.

8.2.5 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.

8.3 Etablissement de la connexion avec correction d'erreur

8.3.1 Généralités

Les procédures décrites dans le présent paragraphe servent à établir la connexion avec correction d'erreur (c'est-à-dire le passage d'un état de déconnexion à un état de connexion) pour permettre le transfert des données de l'utilisateur d'une interface V.24 à une interface V.24.

Après avoir reçu une primitive de demande L-ESTABLISH de sa fonction de commande, la fonction de commande d'erreur tente d'établir la connexion avec correction d'erreur. L'entité de correction d'erreur transmet une trame SABME. Les trames autres que les trames non numérotées reçues à ce moment-là ne doivent pas être prises en compte.

| | | | | | | | | |
|---------------------------------------|---|---|---|---|---|---|-----|---------|
| 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 | Z | Y | X | W | 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 correction d'erreur 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 correction d'erreur 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'est pas défini ou n'est pas 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 car 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 correction d'erreur 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 10/V.42

Format du champ d'information FRMR

8.3.2 Procédures détaillées

8.3.2.1 Procédures d'établissement

Une demande d'établissement de la connexion avec correction d'erreur commence par l'émission de la commande SABME. Toutes les conditions d'exception existantes doivent être libérées, le compteur de retransmission est remis à zéro et le temporisateur T401 est ensuite déclenché (le temporisateur T401 est défini en 9.2.1).

NOTE 1 – 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.

NOTE 2 – Lorsqu'il envoie la trame ci-dessus comme la première trame du protocole suivant la phase de détection (si elle est utilisée) ou l'établissement de la connexion physique (si la phase de détection n'est pas utilisée), l'ETCD d'origine émet tout d'abord des configurations de fanions pendant une période suffisante pour garantir la transmission d'au moins 16 configurations de fanions.

Si elle est en mesure d'établir la connexion avec correction d'erreur (ce qui est indiqué par la réception d'une primitive de réponse L-ESTABLISH de la fonction de commande en réponse à une primitive d'indication L-ESTABLISH), une entité de correction d'erreur 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 à 0 V(S), V(R) et V(A);
- considérer que la connexion avec correction d'erreur est établie et passer à l'état de connexion;
- supprimer toutes les conditions d'exception existantes;
- supprimer tout état d'occupation du récepteur équivalent existant;
- déclencher le temporisateur T403 (voir la définition de ce temporisateur en 9.2.6) s'il est mis en œuvre.

NOTE 3 – Lorsqu'une trame SABME répétée est reçue pendant l'établissement de la liaison, indiquant que l'ETCD 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 fonction de commande d'erreur. La responsabilité du contenu des champs d'information de ces trames I incombe à la fonction de commande. C'est la fonction de commande qui décide si le contenu de ces champs d'information est ou non attribué à nouveau à la fonction de commande d'erreur.

Si la fonction de commande n'est pas en mesure d'accepter l'établissement de la connexion avec correction d'erreur (ce qui est indiqué par une primitive de demande L-RELEASE provenant de la fonction de commande en réponse à une primitive d'indication L-ESTABLISH), l'entité de correction d'erreur 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.

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 avec correction d'erreur comme établie (c'est-à-dire passer à l'état de connexion) et informer la fonction de commande 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 sa fonction de commande d'une défaillance dans l'établissement de la connexion avec correction d'erreur (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'entité d'origine de la commande SABME peut considérer que l'entité de correction d'erreur 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.

8.3.2.2 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 correction d'erreur doit:

- retransmettre la commande SABME comme indiqué ci-dessus;
- remettre en marche le temporisateur T401;
- incrémenter le compteur de retransmission (N400).

Après N400 retransmissions de la commande SABME et non-réception d'une réponse, l'entité de correction d'erreur indique cet état de fait à la fonction de commande 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 en 9.2.2.

8.4 Transfert des données de l'utilisateur provenant de l'interface V.24

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 paragraphe traite du transfert des données de l'utilisateur provenant de l'interface V.24. En 8.6, il est question du transfert de l'information de commande.

8.4.1 Emission d'une trame I

Les données reçues de la fonction de commande par l'entité de correction d'erreur au moyen d'une primitive de demande L-DATA doivent être émises dans une trame I. Les valeurs $V(S)$ et $V(R)$ seront respectivement attribuées aux paramètres du champ de commande $N(S)$ et $N(R)$. La variable $V(S)$ sera 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 en 8.4.8 s'appliquent.

Si $V(S)$ est égale à $V(A)$ augmentée de k (k étant le nombre maximal de trames I en anticipation – voir 9.2.4), l'entité de correction d'erreur n'envoie plus aucune nouvelle trame I, mais peut réémettre une trame I résultant des procédures de reprise d'erreur décrites en 8.4.4 et 8.4.5.

Lorsqu'une entité de correction d'erreur est à l'état d'occupation du récepteur non équivalent, elle peut toujours émettre des trames I, à condition que son entité équivalente ne soit pas elle-même occupée.

NOTE – Les primitives de demande L-DATA reçues pendant l'état de reprise par temporisateur (voir 8.5.3) seront mises en file d'attente.

8.4.2 Réception d'une trame I

Indépendamment d'un état de reprise par temporisateur, lorsqu'une entité de correction d'erreur n'est pas dans la condition d'occupation du récepteur non équivalent et qu'elle reçoit une trame I valable dont le $N(S)$ est égal à la variable $V(R)$ actuelle, l'entité de correction d'erreur 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.

8.4.2.1 Bit P mis à 1

Si le bit P de la trame I reçue est mis à 1, l'entité de correction d'erreur doit répondre à l'entité équivalente de l'une des façons suivantes:

- si l'entité de correction d'erreur qui reçoit la trame I n'est pas encore à l'état d'occupation du récepteur non équivalent, elle transmet une réponse RR avec le bit F mis à 1;
- si l'entité de correction d'erreur qui reçoit la trame I entre dans la condition d'occupation du récepteur non équivalent à la réception de la trame I, elle envoie une réponse RNR avec le bit F mis à 1.

8.4.2.2 Bit P mis à 0

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

- a) si l'entité de correction d'erreur n'est toujours pas à l'état d'occupation du récepteur non équivalent:
 - si aucune trame I n'est disponible pour la transmission, ou si l'une d'elles est disponible mais que l'entité équivalente du récepteur est dans la condition occupée, l'entité de correction d'erreur émet une réponse RR dont le bit F est mis à 0;
 - si une trame I est disponible pour la transmission et si le récepteur équivalent n'est pas à l'état occupé, l'entité de correction d'erreur émet la trame I avec la valeur $N(R)$ mise à la valeur actuelle de $V(R)$, comme indiqué en 8.4.1;
- b) si, à la réception de cette trame I, l'entité de correction d'erreur se trouve dans la condition d'occupation du récepteur non équivalent, elle émet une réponse RNR dont le bit F est mis à 0.

Lorsque l'entité de correction d'erreur est à l'état d'occupation du récepteur non équivalent, elle exécute toute trame I reçue conformément au 8.4.7.

8.4.3 Emission et réception d'un accusé de réception

8.4.3.1 Emission d'un accusé de réception

Chaque fois qu'une entité de correction d'erreur émet une trame I ou une trame de supervision RR, RNR ou REJ, la valeur de N(R) doit être égale à celle de V(R).

8.4.3.2 Réception d'un accusé de réception

Lorsqu'elle reçoit correctement une trame I ou une trame de supervision valable RR, RNR ou REJ, même si elle se trouve à cet instant à l'état d'occupation du récepteur non équivalent ou à l'état de reprise par temporisateur, l'entité de correction d'erreur 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 correction d'erreur arrête le temporisateur T401 quand elle reçoit correctement une trame I ou une trame de supervision 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 correction d'erreur arrête le temporisateur T401 à la réception d'une trame de supervision 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 supervision 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 correction d'erreur se trouve dans l'état d'occupation du récepteur équivalent (c'est-à-dire que l'entité de correction d'erreur 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 correction d'erreur déclenche à nouveau le temporisateur T401. Si celui-ci expire, l'entité de correction d'erreur suit la procédure de reprise définie en 8.4.8 pour les trames I non acquittées.

Si le temporisateur T401 a été arrêté par la réception d'une trame REJ, l'entité de correction d'erreur applique les procédures de retransmission figurant au 8.4.4.

Si le temporisateur T401 a été arrêté par la réception d'une trame SREJ, l'entité de correction d'erreur suit la procédure de retransmission sélective indiquée en 8.4.5 et met en marche le temporisateur T401. Si le temporisateur T401 expire, l'entité de correction d'erreur suit la procédure de reprise définie en 8.4.8 pour les trames I non acquittées.

8.4.4 Réception d'une trame REJ

Lorsqu'elle reçoit correctement une trame REJ, l'entité de correction d'erreur procède comme suit:

- a) si elle n'est pas dans la condition de reprise par temporisateur:
 - elle libère la condition d'occupation du récepteur équivalent;
 - 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 met en marche 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 supervision appropriée (voir la Note 2 en 8.4.6) dont le bit F est mis à 1;
 - elle émet la trame I correspondante dès que possible, comme indiqué en 8.4.1, en tenant compte des points 1) à 3) ci-dessous et du paragraphe suivant ces points;
 - 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 équivalent;
 - 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 met en marche le temporisateur T403, s'il est utilisé;
 - elle émet la trame I correspondante dès que possible, comme indiqué en 8.4.1, en tenant compte des points 1) à 3) ci-dessous et du paragraphe suivant ces points;

- 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 équivalent;
 - 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 supervision appropriée avec le bit F mis à 1 (voir la Note 2 en 8.4.6).

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

- 1) si l'entité de correction d'erreur est en train de transmettre une trame de supervision au moment où elle reçoit la trame REJ, elle doit mettre fin à cette transmission avant de transmettre la trame I demandée;
- 2) si l'entité de correction d'erreur 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 correction d'erreur 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.

8.4.5 Réception de trames SREJ

8.4.5.1 Procédure SREJ simple

Si on a décidé d'utiliser la procédure facultative de retransmission sélective sur la connexion avec correction d'erreur, 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 des trames I doit tenir compte des éléments suivants:

- 1) si l'entité de correction d'erreur est en train d'émettre une trame de supervision 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 correction d'erreur 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 correction d'erreur 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 8.5.5).

8.4.5.2 Procédure SREJ multiple

8.4.5.2.1 Trame SREJ de réponse avec le bit F positionné sur 0

Lorsqu'elle reçoit une trame SREJ de réponse avec le bit F positionné sur 0, l'entité de correction d'erreur retransmettra toutes les trames I dont les numéros de séquence sont indiqués par le champ N(R) et par le champ d'information de la trame SREJ. Les retransmissions se conformeront aux prescriptions suivantes:

- a) si l'entité de correction d'erreur est en train d'émettre une trame de supervision ou une trame I au moment où elle reçoit la trame SREJ, elle terminera cette émission avant de commencer l'émission des trames I demandées;
- b) si l'entité de correction d'erreur est en train d'émettre une commande non numérotée ou une réponse au moment où elle reçoit la trame SREJ, elle ignorera cette demande de transmission;
- c) si l'entité de correction d'erreur ne transmet aucune trame au moment où elle reçoit la trame SREJ, elle commencera immédiatement à émettre les trames I demandées.

S'il n'existe pas de condition d'interrogation en cours, une interrogation sera envoyée, soit par l'émission d'une commande RR (ou d'une commande RNR si l'entité de correction d'erreur se trouve dans l'état occupé) avec le bit P positionné sur 1, soit en positionnant le bit P dans la dernière trame I retransmise, et la temporisation T401 sera redémarrée.

La temporisation T401 ne sera pas redémarrée s'il existe une condition d'interrogation en cours.

8.4.5.2.2 Trame SREJ de réponse avec le bit F positionné sur 1

Lorsqu'elle reçoit une trame SREJ de réponse avec le bit F positionné sur 1, l'entité de correction d'erreur retransmettra toutes les trames I dont les numéros de séquence sont indiqués par le champ N(R) et dans le champ d'information de la trame SREJ, dans l'ordre spécifié dans la trame SREJ, à l'exception de celles des trames I qui ont été émises ultérieurement à l'envoi de la trame dont le bit P était positionné sur 1. Les retransmissions se conformeront aux prescriptions suivantes:

- a) si l'entité de correction d'erreur est en train d'émettre une trame de supervision ou une trame I au moment où elle reçoit la trame SREJ, elle terminera cette émission avant de commencer l'émission des trames I demandées;
- b) si l'entité de correction d'erreur est en train d'émettre une commande non numérotée ou une réponse au moment où elle reçoit la trame SREJ, elle ignorera la demande de retransmission;
- c) si l'entité de correction d'erreur ne transmet aucune trame au moment où elle reçoit la trame SREJ, elle commencera immédiatement à émettre les trames I demandées.

En cas de retransmission d'une trame quelconque, une interrogation sera envoyée, soit par l'émission d'une commande RR (ou d'une commande RNR si l'entité de correction d'erreur se trouve dans l'état occupé) avec le bit P positionné sur 1, soit en positionnant le bit P dans la dernière trame I retransmise.

La temporisation T401 sera redémarrée.

8.4.6 Réception d'une trame RNR

Après réception d'une commande ou d'une réponse RNR valable, si l'entité de correction d'erreur 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 une condition de récepteur occupé pour son entité équivalente;

- s'il s'agit d'une commande RNR dont le bit P est mis à 1, l'entité répond avec une réponse RR avec le bit F mis à 1 si l'entité de correction d'erreur n'est pas dans une condition d'occupation du récepteur non équivalent; elle répond avec une réponse RNR avec le bit F mis à 1 si l'entité de correction d'erreur se trouve dans une condition d'occupation du récepteur non équivalent;
- s'il s'agit d'une réponse RNR avec le bit F égal à 1, toute condition de reprise par temporisateur est libérée, et le N(R) contenu dans cette réponse RNR est utilisé pour mettre à jour la variable d'état à l'émission V(S).

L'entité de correction d'erreur ne prend pas note de l'état d'occupation du récepteur équivalent et n'envoie pas de trames I à l'entité de correction d'erreur 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 correction d'erreur 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, à moins qu'une trame de supervision de réponse avec le bit F mis à 1 est encore attendue.

Si le temporisateur T401 expire, l'entité de correction d'erreur doit:

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

L'entité de correction d'erreur doit alors:

- a) si la valeur de la variable de comptage de retransmission est inférieure à N400:
 - émettre une commande de supervision appropriée RR, RNR ou REJ (voir la Note 2) avec le bit P égal à 1;
 - redéclencher le temporisateur T401;
- b) si la valeur de la variable de comptage de retransmission est égale à N400, mettre en œuvre une procédure de rétablissement comme indiqué en 8.4.9.

L'entité de correction d'erreur qui reçoit la trame de supervision RR, RNR ou REJ avec le bit P mis à 1 répond à la première occasion en utilisant une trame de réponse de supervision RR, RNR ou REJ (voir la Note 2) avec le bit F mis à 1 pour indiquer si l'état d'occupation du récepteur non équivalent persiste ou s'il a pris fin.

Lorsqu'elle reçoit la réponse de supervision dont le bit F est égal à 1, l'entité de correction d'erreur arrête le temporisateur T401, et:

- si la réponse est une réponse RR, REJ, ou SREJ l'état d'occupation du récepteur équivalent est libéré et l'entité de correction d'erreur peut émettre de nouvelles trames I ou réémettre des trames I, comme indiqué en 8.4.1 ou 8.4.4;
- si la réponse est une réponse RNR, l'entité de correction d'erreur qui reçoit la réponse agit conformément aux dispositions du premier alinéa du présent paragraphe.

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

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

NOTE 2 – Si l'entité de correction d'erreur n'est pas dans l'état d'occupation du récepteur non équivalent mais dans une condition 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 supervision appropriée est la trame RR.

- si l'entité de correction d'erreur n'est pas dans l'état d'occupation du récepteur non équivalent, mais dans une condition d'exception d'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 correction d'erreur se trouve dans l'état d'occupation du récepteur non équivalent, la trame de supervision appropriée est la trame RNR;
- dans le cas contraire, la trame de supervision appropriée est la trame RR.

8.4.7 Condition d'occupation du récepteur non équivalent

Lorsque l'entité de correction d'erreur passe à l'état d'occupation du récepteur non équivalent, elle émet une trame RNR dès que possible.

La trame RNR peut être:

- une réponse RNR avec le bit F égal à 0; ou
- si l'entité entre dans cette condition 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 correction d'erreur 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 peuvent être écartées après mise à jour de la variable d'état d'accusé de réception V(A).

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

Toutes les trames de supervision SREJ reçues avec le bit P/F égal à 0 doivent être exécutées comme indiqué en 8.4.5.

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

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

L'entité de correction d'erreur doit transmettre une commande RR pour signaler à son entité équivalente la libération de la condition d'occupation du récepteur non équivalent; 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 actuelle de la variable d'état de réception V(R), ou une trame SREJ (si on a décidé d'utiliser cette trame).

8.4.8 Attente d'accusé de réception

L'entité de correction d'erreur tient à jour une variable interne de comptage de retransmission.

Si le temporisateur T401 expire, l'entité de correction d'erreur doit:

- si elle n'est pas encore dans la condition de récupération par temporisateur, entrer dans cette condition et remettre à 0 la variable de comptage de retransmission; ou
- si elle est déjà dans la condition de récupération par temporisateur, ajouter une unité à sa variable de comptage de retransmission.

L'entité de correction d'erreur doit alors:

- a) si la valeur de la variable de comptage de retransmission est inférieure à N400, redéclencher le temporisateur T401 et transmettre une commande de supervision appropriée (voir la Note 2 en 8.4.6) avec le bit P égal à 1; ou
- b) si la valeur de la variable de comptage de retransmission est égale à N400, déclencher une procédure de terminaison comme indiqué en 8.4.9.

L'état de récupération par temporisateur est annulé lorsque l'entité de correction d'erreur reçoit en réponse une trame de supervision valable dont le bit F est égal à 1. Si le N(R) de la trame de supervision 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 numéro N(R) de la trame SREJ de supervision reçue se trouve dans le domaine actuel de V(A) à V(S), bornes comprises, elle appliquera la procédure décrite en 8.4.5.2.1 ou 8.4.5.2.2 selon le positionnement du bit F. Le temporisateur T401 doit être arrêté si la trame de supervision reçue est une réponse RR ou REJ; l'entité de correction d'erreur 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 8.4.6.

8.4.9 Terminaison de la connexion avec correction d'erreur

8.4.9.1 Critères de terminaison

Les critères de terminaison d'une connexion avec correction d'erreur sont définis dans le présent paragraphe par les conditions suivantes:

- réception d'une SABME pendant l'état de connexion, mais une entité de correction d'erreur qui répond doit admettre la possibilité que l'entité de correction d'erreur qui appelle puisse retransmettre une SABME pendant l'établissement initial si la réponse UA est perdue en cours de transmission;
- apparition de N400 pannes de retransmission pendant l'état de récupération par temporisateur (voir 8.4.8);
- apparition d'une condition de rejet de trame comme indiqué en 8.5.5;
- réception, pendant l'état de connexion, d'une trame de réponse FRMR (voir 8.5.6);
- réception, pendant l'état de connexion, d'une réponse DM non sollicitée, le bit F étant à 0 (voir 8.5.7);
- réception, pendant l'état de récupération par temporisateur, d'une réponse DM, le bit F étant à 1.

8.4.9.2 Procédures

Dans toutes les situations de terminaison, une primitive d'indication L-RELEASE doit être adressée à la fonction de commande et l'état déconnexion doit être introduit. La fonction de commande doit provoquer la libération immédiate de la connexion physique.

8.5 Signalisation des conditions d'exception et reprise

Des conditions d'exception peuvent se produire par suite d'erreurs sur la connexion physique ou d'erreurs de procédure dues à l'entité de correction d'erreur.

Les procédures de correction d'erreur applicables pour effectuer la correction après détection d'une condition d'exception dans l'entité de correction d'erreur sont définies dans le présent paragraphe.

8.5.1 Erreur de séquence N(S)

Une condition d'exception d'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. Les méthodes de rétablissement après une condition d'exception de séquence de N(S) sont les suivantes:

- a) utilisation de trames REJ (obligatoire);
- b) utilisation de trames SREJ – rétablissement de trame simple (s-SREJ) (facultatif et nécessite une négociation, voir l'article 10);
- c) utilisation de trames SREJ – rétablissement de trame multiple (m-SREJ) (facultatif et nécessite une négociation, voir l'article 10).

L'action du récepteur dépend de la décision d'utiliser ou non la procédure facultative de retransmission sélective sur la connexion avec correction d'erreur. 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 maintenu pour être envoyé ensuite à la fonction de commande, 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 correction d'erreur qui reçoit une ou plusieurs trames I présentant des erreurs de séquence, mais, par ailleurs, exemptes d'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 correction d'erreur 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.

L'une des trames REJ ou SREJ (pour la procédure s-SREJ ou m-SREJ) est utilisée par l'entité de correction d'erreur pour lancer un rétablissement sur condition d'exception (retransmission) à la suite de la détection d'une erreur de séquence N(S).

Pour une direction de transfert d'information donnée:

- une seule condition d'exception REJ sera active à un instant donné;
- lors de l'utilisation de la procédure s-SREJ, un nombre quelconque de conditions d'exception SREJ peuvent être actives à un instant donné;
- lors de l'utilisation de la procédure m-SREJ, un nombre quelconque de conditions d'exception SREJ avec le bit F=0 peuvent être actives à un instant donné; une seule condition d'exception avec F=1 en réponse à une interrogation peut être active à un instant donné.

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

A la réception d'une trame SREJ, une entité de correction d'erreur déclenche la transmission (retransmission) séquentielle de trames I en commençant par la trame I indiquée par le numéro N(R) et le champ d'information éventuel contenu dans la trame SREJ.

Une condition d'exception REJ ou SREJ est annulée quand la trame I demandée est reçue, 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 correction d'erreur distante entraînera par la suite 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 rempli la condition de rejet, une nouvelle condition REJ ou SREJ peut être établie, à titre d'option, et la trame REJ ou SREJ peut être répétée.

8.5.2 Erreur sur le numéro de séquence N(R)

Une condition d'exception due à une erreur sur le 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 la fonction de commande au moyen de la primitive d'indication L-DATA.

L'entité de correction d'erreur déclenche la terminaison conformément au 8.4.9.2.

8.5.3 Condition d'expiration du temporisateur

Si, en raison d'une erreur de transmission, une entité de correction d'erreur ne reçoit pas une trame I unique ou la (ou les) dernière(s) trame(s) I d'une séquence de trames I, il lui est impossible de détecter une condition d'exception hors séquence et, par conséquent, de transmettre une trame REJ ou SREJ.

L'entité de correction d'erreur qui a transmis la ou les trames I non acquittées doit, à l'expiration du temporisateur T401, prendre les mesures appropriées de reprise sur expiration de temporisation indiquées en 8.4.8, pour déterminer à partir de quelle trame I la retransmission doit commencer.

8.5.4 Condition de trame non valable

Toute trame reçue non valable (comme indiqué en 8.1.3) est rejetée et aucune action n'est entreprise à sa réception.

A titre facultatif pour répondre à une trame non valable, une entité de correction d'erreur peut émettre une trame REJ au lieu d'ignorer la trame et de n'entreprendre aucune action. Pour tout le reste, la trame reçue est rejetée, et sa réception n'est pas indiquée à la fonction de commande.

8.5.5 Condition de rejet de trame

Une condition de rejet de trame résulte de l'une des conditions décrites en 8.2.4.1 (premier alinéa) ou en 8.2.4.12, points b), c) et d).

En cas de condition de rejet de trame et pendant l'établissement d'une connexion à correction d'erreur, l'entité de correction d'erreur déclenche la terminaison (voir 8.4.9.2). Dans les autres circonstances, la trame qui provoque cette condition est mise au rebut.

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 8.1.3, des trames I dont le champ d'information dépasse la longueur maximale établie [voir 8.2.4.12, 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.

8.5.6 Réception d'une trame de réponse FRMR

Lorsqu'elle reçoit une trame de réponse FRMR dans l'état de connexion, l'entité de correction d'erreur déclenche la terminaison (voir 8.4.9.2).

8.5.7 Trames de réponse non sollicitées

Les mesures à prendre à la réception d'une trame de réponse non sollicitée sont définies au Tableau 9.

8.6 Transfert de l'information de commande d'utilisateur

L'information de commande d'utilisateur est transférée à l'aide du champ d'information des trames UI. Une trame UI a la même valeur de DLCI que celle utilisée pour le transfert des données d'utilisateur.

En général, le transfert de l'information de commande d'utilisateur peut se faire immédiatement ou séquentiellement en ce qui concerne les données d'utilisateur. Dans le premier cas, la trame UI doit être transmise immédiatement après la fin de la transmission de la trame I actuelle (s'il y en a une). Dans le deuxième cas, la trame UI n'est transmise qu'après réception de l'accusé de réception de toutes les trames I non acquittées. La reprise de l'émission ultérieure des trames I immédiatement après la transmission de la trame UI ou l'attente d'un autre événement dépend du type d'information de commande transmise.

Voir 8.13 pour ce qui est des procédures de transmission d'un signal d'interruption entre les interfaces V.24.

8.7 Terminaison normale d'une connexion avec correction d'erreur

8.7.1 Généralités

Ces procédures sont utilisées pour revenir à l'état de déconnexion.

La fonction de commande demande la libération d'une connexion avec correction d'erreur à l'aide de la primitive de demande L-RELEASE.

TABLEAU 9/V.42

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 F = 1 | Ignorer * | (Sollicité) | (Sollicité) | Ignorer * | Ignorer * |
| Réponse UA F = 0 | Ignorer * | Ignorer * | Ignorer * | Ignorer * | Ignorer * |
| Réponse DM F = 1 | Ignorer | (Sollicité) | (Sollicité) | Ignorer * | (Sollicité) |
| Réponse DM F = 0 | Etablir la connexion | Ignorer | Ignorer | Terminaison de la connexion | Terminaison de la connexion |
| Réponse RR, RNR, REJ: F = 1 | Ignorer | Ignorer | Ignorer | Ignorer * | (Sollicité) |
| Réponse RR, RNR, REJ: F = 0 | Ignorer | Ignorer | Ignorer | (Sollicité) | (Sollicité) |
| Réponse SREJ F = 1 | Ignorer | Ignorer | Ignorer | Terminaison de la connexion | Terminaison de la connexion |
| Réponse SREJ F = 0 | Ignorer | Ignorer | Ignorer | (Sollicité) | (Sollicité) |

NOTES

1 – Dans les cas où ignorer est accompagné d'un astérisque (*), l'entité de correction d'erreur doit informer la fonction de commande que le protocole n'est pas respecté. La réception d'une trame UI avec codage non reconnu doit être signalée à la fonction de commande comme une violation du protocole.

2 – L'indication sollicitée signifie que le fonctionnement du protocole est correct.

Toutes les trames autres que les trames non numérotées qui ont été reçues durant les procédures de libération doivent être ignorées.

Toutes les primitives de demandes en instance L-DATA et L-SIGNAL ainsi que toutes les trames associées qui se trouvent en file d'attente doivent être mises au rebut.

8.7.2 Procédure de libération

Une entité de correction d'erreur déclenche une demande de libération de la connexion en émettant la commande de déconnexion DISC.

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

Le temporisateur T401 doit alors être activé et le compteur de retransmission remis à zéro.

Une entité de correction d'erreur qui reçoit une commande DISC lorsqu'elle est dans l'état de connexion doit transmettre 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'entité qui a transmis 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 correction d'erreur est déjà dans l'état déconnecté,

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

L'entité de correction d'erreur qui a émis la commande DISC se trouve maintenant dans l'état déconnecté et en avise sa fonction de commande au moyen de la primitive d'indication L-RELEASE. Les conditions relatives à cet état sont définies en 8.8.

8.7.3 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'émetteur de la commande DISC doit

- retransmettre la commande DISC comme indiqué en 8.7.2;
- redéclencher le temporisateur T401;
- incrémenter le compteur de retransmission.

Si l'entité de correction d'erreur n'a pas reçu la réponse correcte telle que définie en 8.7.2, après N400 tentatives de rétablissement, l'entité de correction d'erreur passe à l'état de déconnexion et informe sa fonction de commande au moyen de la primitive d'indication L-RELEASE.

8.8 Etat de déconnexion

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 en 8.3 sont applicables;
- à la réception d'une réponse DM non sollicitée dont le bit F est mis à 0, l'entité de correction d'erreur doit, si elle le peut et si la fonction de commande le souhaite, déclencher les procédures d'établissement de la connexion avec correction d'erreur en transmettant une commande SABME (voir 8.3.2.1); sinon, le DM doit être ignoré;
- tout autre type de trame est rejeté.

8.9 Collision entre commandes et réponses non numérotées

8.9.1 Commandes de mise en mode transmises et reçues identiques

Si la commande de mise en mode non numérotée (SABME ou DISC) transmise est la même que celle reçue, les entités de correction d'erreur doivent envoyer la réponse UA à la première occasion. Le passage à l'état indiqué (à savoir l'état de connexion si les commandes sont des SABME, ou à l'état de déconnexion s'il s'agit de commandes DISC) doit avoir lieu après réception de la réponse UA. L'entité de correction d'erreur doit en informer sa fonction de commande au moyen de la primitive appropriée.

8.9.2 Commandes de mise en mode transmises et reçues différentes

Si la commande de mise en mode non numérotée (SABME ou DISC) transmise diffère de celle reçue, les entités de correction d'erreur 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 correction d'erreur passe à l'état de déconnexion et en avise sa fonction de commande au moyen d'une primitive d'indication L-RELEASE.

8.9.3 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.

8.10 Négociation/indication des valeurs de paramètres et des procédures facultatives

8.10.1 Généralités

A la réception d'une primitive de demande L-SETPARM en provenance de sa fonction de commande, une entité de correction d'erreur doit mettre en œuvre des procédures à l'aide de trames XID pour négocier/indiquer les valeurs de paramètres et les procédures facultatives avec l'ETCD distant. Si le transfert des données est possible (c'est-à-dire si la connexion avec correction d'erreur se trouve dans l'état de connexion), l'entité de correction d'erreur doit d'abord envoyer une trame de commande RNR avec le bit P mis à 1 (voir 8.4.7) à son entité équivalente et cesser l'émission de trames I.

NOTE – Cette opération est nécessaire étant donné que les paramètres/procédures à négocier/indiquer peuvent affecter les procédures régissant l'émission de la trame I.

A la fin du processus de négociation/indication, les valeurs/procédures du paramètre affecté doivent être enregistrées. Si un état d'occupation a été déclenché dans le cadre du processus de modification des valeurs/procédures de paramètres (voir ci-dessus), une indication de libération de l'état d'occupation doit alors être émise.

Les articles 9 et 10 indiquent les paramètres et procédures pouvant être négociés/indiqués et le paragraphe 12.2 indique le codage du champ d'information de la trame XID.

8.10.2 Procédure de négociation/indication

Lorsqu'elle reçoit une primitive de demande L-SETPARM, l'entité de correction d'erreur doit émettre une trame de commande XID. Le champ d'information de cette trame sert à transmettre les paramètres/procédures à négocier/indiquer à l'entité de correction d'erreur distante. Le temporisateur T401 est alors déclenché et le compteur de retransmission N400 est remis à zéro.

NOTE – Lorsqu'il envoie la trame susmentionnée au titre de la première trame du protocole suivant la phase de détection (si elle est utilisée) ou l'établissement de la connexion physique (si la phase de détection n'est pas utilisée), l'émetteur envoie d'abord des configurations de fanions pendant une période suffisante pour garantir l'émission d'au moins 16 configurations de fanions.

A la réception d'une trame de commande XID destinée à la négociation/indication du paramètre de la procédure, la fonction de commande d'erreur doit envoyer une primitive d'indication L-SETPARM à sa fonction de commande en lui donnant le contenu du champ d'information.

Lorsqu'elle reçoit une primitive de réponse L-SETPARM en provenance de sa fonction de commande, une fonction de commande de contrôle d'erreur doit renvoyer les valeurs/procédures de paramètres indiquées dans le champ d'information d'une trame de réponse XID.

Si une FCS de 32 bits est demandée et acceptée durant la phase d'établissement du protocole (voir 7.2.2), un ETCD appelé doit être à même de vérifier les trames ultérieures par rapport à la FCS de 16 bits (voir 8.1.1.6.1) et à la FCS de 32 bits (voir 8.1.1.6.2) simultanément (une trame ne doit être écartée que si elle ne satisfait pas à ces deux vérifications FCS). Tant qu'une trame SABME n'a pas été reçue, l'ETCD appelé transmet des trames avec une FCS de 16 bits. La réception d'une trame SABME avec une FCS de 16 ou de 32 bits indique l'utilisation de la FCS correspondante pour toutes les trames ultérieures (et la vérification des trames par rapport à la FCS de 16 bits et à celle de 32 bits peut être neutralisée). A la réception d'une autre trame de commande XID avec une FCS de 16 bits, il faut répondre conformément aux règles de négociation/indication à l'aide d'une trame de réponse XID avec une FCS de 16 bits.

Lorsqu'elle reçoit une trame de réponse XID utilisée pour la négociation/indication du paramètre de la procédure, la fonction de commande de contrôle d'erreur doit informer sa fonction de commande des valeurs contenues dans le champ d'information au moyen d'une primitive de confirmation L-SETPARM.

8.10.3 Procédure à l'expiration du temporisateur T401

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

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

Après retransmission de la commande XID N400 fois et impossibilité de recevoir une réponse XID, l'entité de correction d'erreur informe la fonction de commande que la procédure de négociation/indication n'a pas été menée à bonne fin.

La valeur de N400 est définie en 9.2.2.

8.11 Essai en boucle

A la réception d'une primitive de demande L-TEST en provenance de sa fonction de commande, l'entité de correction d'erreur doit émettre une trame de commande ESSAI avec le bit P mis à 0. Le champ d'information de la trame ESSAI sert à acheminer l'information fournie par la fonction de commande. Une primitive de demande L-TEST peut être reçue à n'importe quel moment après la fin de la phase d'établissement du protocole. 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 correction d'erreur envoie une primitive d'indication L-TEST à sa fonction de commande qui achemine également le contenu du champ d'information provenant de la trame ESSAI reçue.

8.12 Fonctions de supervision

8.12.1 Généralités

Les éléments de procédures définis au début de l'article 8 permettent de surveiller la connexion avec correction d'erreur. Le présent paragraphe décrit les procédures pouvant être utilisées pour mettre en œuvre la fonction de supervision. L'utilisation de cette fonction est facultative.

8.12.2 Supervision pendant l'état de connexion

La vérification de la connexion est un service fourni par l'entité de correction d'erreur à sa fonction de commande. Cela signifie que la fonction de commande n'est informée qu'en cas de défaillance. En outre, la procédure peut être incorporée dans l'échange «normal» de l'information et peut devenir plus efficace qu'une procédure fondée sur l'utilisation de la fonction de commande.

La procédure est fondée sur des trames de commande de supervision (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 avec correction d'erreur (qu'il s'agisse de trames I nouvelles ou en instance, ou de trames de supervision avec le bit P mis à 1), il n'existe aucun moyen de déceler une condition de connexion avec correction d'erreur défaillante. Le temporisateur T403 représente le temps maximal admissible pendant lequel il n'y a pas d'échange de trames.

En cas d'expiration du temporisateur T403, une commande de supervision 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 retransmission N400.

8.12.3 Procédures de vérification de la connexion

8.12.3.1 Mise en marche du temporisateur T403

Le temporisateur T403 est déclenché

- lorsque l'entité entre dans l'état de connexion;
- 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 supervision, le temporisateur T403 est redéclenché si le temporisateur T401 ne doit pas être mis en marche.

8.12.3.2 Arrêt du temporisateur T403

Le temporisateur T403 est arrêté

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

8.12.3.3 Expiration du temporisateur T403

Si le temporisateur T403 vient à expiration, l'entité de correction d'erreur 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 retransmission à 0;
- b) elle entre dans la condition de reprise par temporisateur (voir 8.5.3);
- c) elle transmet une commande de supervision (avec le bit P égal à 1) de la manière suivante:
 - en l'absence de condition d'occupation du récepteur non équivalent, elle transmet une commande RR;
ou
 - en présence d'une condition d'occupation du récepteur non équivalent, elle transmet une commande RNR;
- d) elle déclenche le temporisateur T401;
- e) elle informe la fonction de commande après N400 retransmissions.

8.13 Transfert d'un message d'interruption

8.13.1 Généralités

Lorsqu'elle reçoit une primitive de demande L-SIGNAL de sa fonction de commande, une entité de correction d'erreur doit émettre une trame de commande UI dont le bit P est égal à 0. Le champ d'information de la trame de commande UI doit être codé de manière à indiquer un message d'interruption (BRK) et doit contenir l'option de traitement de l'interruption telle qu'indiquée par la fonction de commande. Si la primitive de demande L-SIGNAL comprend une longueur d'interruption, elle doit également être codée dans le champ d'information de la trame UI (voir 12.3 concernant le codage des trames UI pour le transfert d'un signal d'interruption). Les réactions de l'ETCD (y compris l'entité de correction d'erreur) sont spécifiées au Tableau 4.

A la réception d'une trame de commande UI comportant un message BRK, l'entité de correction d'erreur doit envoyer une primitive d'indication L-SIGNAL à sa fonction de commande, en acheminant l'option de traitement d'interruption et, le cas échéant, la longueur de l'interruption, puis appliquer les mesures spécifiées au Tableau 5. Lorsqu'elle reçoit une primitive de réponse L-SIGNAL de sa fonction de commande, une entité de correction d'erreur doit émettre dès que possible une trame de réponse UI avec le bit F égal à celui de la trame de commande UI reçue. Le champ d'information de la trame de réponse UI doit être codé de manière à indiquer un message d'accusé de réception d'interruption (BRKACK).

A la réception d'une trame de réponse UI avec un message BRKACK en réponse à une trame de commande UI comportant un message BRK, une entité de correction d'erreur doit envoyer une primitive de confirmation L-SIGNAL à sa fonction de commande.

NOTE – L'échange de trames UI ne fournit pas de service de confirmation. Le caractère de confirmation du service L-SIGNAL fourni à la fonction de commande, tel qu'il est décrit ici, provient 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 avec une trame de commande UI précédemment émise.

8.13.2 Variables d'état et paramètres

8.13.2.1 Numéros de séquence à l'émission et à la réception

Pour faire la différence entre des trames UI uniques et doubles qui acheminent une information d'interruption, une entité de correction d'erreur doit effectuer une opération de maintien 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 cette fin. A ce titre, le bit 8 sert de numéro de séquence d'émission de l'interruption N(SB) dans les messages BRK, et de numéro de séquence de réception de l'interruption N(RB) dans les messages BRKACK.

8.13.2.2 Variable d'état à l'émission V(SB)

L'entité de correction d'erreur doit maintenir la variable d'état à l'émission de l'interruption V(SB). V(SB) indique la valeur de N(SB) dans le prochain message BRK envoyé suite à la réception d'une primitive de demande L-SIGNAL en provenance de la fonction de commande. V(SB) est complétée chaque fois qu'un message BRK émis est correctement acquitté par un message BRKACK. Au départ, lorsque la connexion physique a été établie, V(SB) est mise à 0.

8.13.2.3 Variable d'état à la réception V(RB)

L'entité de correction d'erreur doit maintenir la variable d'état à la réception de l'interruption V(RB). V(RB) indique la valeur prévue de N(SB) dans le message BRK suivant à recevoir. Si le numéro N(SB) du prochain message BRK reçu est égal à V(RB), V(RB) doit être complétée avant l'envoi du message BRKACK. Au départ, lorsque la connexion physique a été établie, V(RB) est mise à zéro.

8.13.3 Procédures d'interruption

8.13.3.1 Emission d'un message BRK

Lorsqu'elle reçoit une primitive de demande L-SIGNAL, l'entité de correction d'erreur doit émettre un message BRK dans une trame de commande UI dont le bit P est égal à zéro. L'entité de correction d'erreur doit donner à N(SB) la valeur actuelle de V(SB), déclencher le temporisateur d'accusé de réception T401 (voir 9.2.1) et mettre le compteur de retransmission N400 à zéro (voir 9.2.2).

8.13.3.2 Réception d'un message BRK

A la réception d'un message BRK dans une trame de commande UI, l'entité de correction d'erreur doit vérifier si $N(SB)$ est égal à la valeur actuelle de $V(RB)$. Si tel est le cas, l'entité de correction d'erreur doit envoyer une primitive d'indication L-SIGNAL à la fonction de commande, en lui transmettant l'option de traitement de l'interruption et, le cas échéant, la longueur de l'information d'interruption. L'entité de correction d'erreur doit également compléter la valeur de $V(RB)$.

A la réception d'une primitive de réponse L-SIGNAL, l'entité de correction d'erreur doit émettre un message BRKACK dans une trame de réponse UI dont le $N(RB)$ a la même valeur que $V(RB)$. Le bit F de la trame de réponse UI doit avoir la même valeur que celle de la trame de commande UI reçue.

Si dans le message BRK reçu, $N(SB)$ est différent de $V(RB)$, l'entité de correction d'erreur doit alors rejeter le message BRK et retransmettre le message BRKACK précédent, $N(RB)$ étant égal à la valeur actuelle de $V(RB)$. Aucune primitive d'indication L-SIGNAL ne doit être envoyée à la fonction de commande.

8.13.3.3 Réception d'un message BRKACK

Lorsqu'elle reçoit un message BRKACK dans une trame de réponse UI, l'entité de correction d'erreur doit vérifier si $N(RB)$ est égal à $V(SB) + 1$. Si tel est le cas, l'entité de correction d'erreur doit compléter $V(SB)$, arrêter le temporisateur d'accusé de réception T401 et envoyer une primitive de confirmation L-SIGNAL à la fonction de commande. Si $N(RB)$ est différent de $V(SB) + 1$, l'entité de correction d'erreur doit alors ignorer le message BRKACK.

8.13.3.4 Expiration du temporisateur d'accusé de réception

Si le temporisateur T401 expire avant la réception d'un message BRKACK accusant réception du dernier message BRK transmis, l'entité de correction d'erreur doit retransmettre le message BRK, $N(SB)$ étant aligné sur la valeur actuelle de $V(SB)$. N400 retransmissions au plus doivent avoir lieu. L'impossibilité de recevoir un message BRKACK après N400 retransmissions doit être signalée à la fonction de commande.

9 Paramètres du système

Le présent article spécifie les paramètres nécessaires au fonctionnement approprié. Pour chaque paramètre, il indique:

- a) si le paramètre est utilisé par la fonction de commande ou par la fonction de commande de contrôle d'erreur;
- b) la définition du paramètre;
- c) si l'information concernant le paramètre est acheminée dans des trames XID et, dans ce cas, si l'information est destinée à des fins de négociation ou d'indication;
- d) pour les paramètres qui sont négociés par des trames XID, quelles sont les règles de négociation;
- e) quelle est la valeur par défaut du paramètre.

9.1 Paramètres de la fonction de commande

9.1.1 Temporisateur de la phase de détection (T400)

Le temporisateur de la phase de détection régit le temps pendant lequel une fonction de commande dans un ETCD d'origine ou qui répond attend respectivement l'ADP ou l'ODP (voir 7.2.1). Les informations concernant ce temporisateur ne sont pas acheminées dans les trames XID. La valeur par défaut sera de 750 ms. (Il s'agit du temps de propagation maximal estimé de toute transmission nécessaire comportant une liaison par satellite unique plus le temps suffisant pour les transmissions nécessaires au débit employé dans tous les modems de la série V utilisant la conversion asynchrone/synchrone.)

NOTE – Les applications peuvent fournir à l'utilisateur un mécanisme pour sélectionner une valeur différente à partir du défaut.

9.2 Paramètres de la fonction de protection contre les erreurs

9.2.1 Temporisateur d'accusé de réception (T401)

Le temporisateur d'accusé de réception régit le temps pendant lequel une entité de correction d'erreur attendra un accusé de réception avant de recourir à une autre action (par exemple retransmission d'une trame). Les informations concernant ce temporisateur ne sont pas acheminées dans les trames XID. Les deux entités de correction d'erreur associées à une connexion avec correction d'erreur 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 LAPM (par exemple, transmission d'une trame I, transmission d'un message BRK) exigeant qu'un accusé de réception soit reçu avant l'expiration de ce temporisateur. Cela n'implique pas nécessairement des circuits de temporisateur distincts.

On trouvera dans l'Appendice IV les divers facteurs qui influencent T401.

9.2.2 Nombre maximal de retransmissions (N400)

N400 régit le nombre maximal de fois où une entité de correction d'erreur tentera à nouveau une procédure exigeant une réponse. Les informations concernant ce décompte ne sont pas acheminées dans les trames XID. Les deux entités de correction d'erreur associées à une connexion avec correction d'erreur peuvent fonctionner avec une valeur différente de N400. Bien qu'aucune valeur par défaut ne soit spécifiée pour N400, il aura une valeur minimale de 1.

9.2.3 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, d'une trame XID, d'une trame UI ou d'une trame TEST transmise par une entité de correction d'erreur. La valeur par défaut de N401 sera de 128 octets pour les deux directions de transmission de données. Si le défaut n'est pas satisfaisant pour l'initiateur de la négociation, une valeur différente peut alors être négociée séparément pour chaque direction en utilisant la trame XID. L'initiateur de la négociation indiquera la valeur N401 qu'il souhaite utiliser pour chaque direction (l'absence d'une valeur indique l'utilisation du défaut). L'entité qui répond à la négociation indique la valeur de N401 qu'elle souhaite utiliser pour chaque direction. La valeur choisie par cette entité se situera entre la valeur choisie par l'initiateur et la valeur par défaut, inclusive, et sera la valeur utilisée pendant le fonctionnement de la connexion avec correction d'erreur (à moins qu'elle ne soit remplacée par une négociation ultérieure).

9.2.4 Dimension de la fenêtre (k)

k régit le nombre maximal de trames I qu'une entité de correction d'erreur peut avoir en attente d'acquiescement (c'est-à-dire sans accusé de réception). La valeur par défaut de k sera de 15 pour les deux directions de transmission de données. Si le défaut n'est pas satisfaisant pour l'initiateur de la négociation, une valeur différente peut alors être négociée séparément pour chaque direction en utilisant la trame XID. L'initiateur de la négociation indiquera la valeur k qu'il souhaite utiliser pour chaque direction (l'absence d'une valeur indique l'utilisation du défaut). L'entité qui répond à la négociation indique la valeur k qu'elle souhaite utiliser pour chaque direction. La valeur choisie par cette entité se situera entre la valeur choisie par l'initiateur et la valeur par défaut, inclusive, et sera la valeur utilisée pendant le fonctionnement de la connexion avec correction d'erreur (à moins qu'elle ne soit remplacée par une négociation ultérieure).

9.2.5 Temporisateur de délai de réponse (T402) – Facultatif

T402 est le nombre maximal de fois où l'entité de correction d'erreur peut attendre, suite à la réception de chaque trame nécessitant une réponse, avant qu'elle n'entame la transmission d'une réponse appropriée pour s'assurer que la trame de réponse est reçue par l'entité de correction d'erreur distante avant l'expiration du temporisateur T401 de l'entité de correction d'erreur distante. Les informations concernant ce temporisateur ne sont pas acheminées dans les trames XID. Si ce temporisateur expire, la réponse qui doit alors être renvoyée avant son expiration ne sera pas transmise.

NOTE – La nécessité de ce temporisateur et son fonctionnement doivent faire l'objet d'un complément d'étude.

9.2.6 Temporisateur d'inactivité (T403) – Facultatif

T403 représente le nombre maximal de fois qu'une entité de correction d'erreur admettra pour passer sans que des trames soient échangées sur la connexion avec correction d'erreur. Les informations concernant ce temporisateur ne sont pas acheminées dans les trames XID. Les deux entités de correction d'erreur 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 au début.

9.2.7 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 correction d'erreur. Les informations concernant ces valeurs ne sont pas acheminées dans les trames XID. Les valeurs DLCI sont définies dans le Tableau 10.

Attribution des valeurs DLCI

| Valeur DLCI | Utilisée pour |
|-------------|---|
| 0 | Données (interfaces V.24) ETTD/ETTD |
| 1-31 | Réservées pour l'utilisation future par la présente Recommandation |
| 32-62 | Non réservées pour l'utilisation par la présente Recommandation |
| 63 | Réservée pour les informations fonction de commande vers fonction de commande (pour complément d'étude) |

NOTE – L'attribution DLCI doit être utilisée avec un champ d'adresse consistant en un seul octet (voir 8.2.1). L'attribution des valeurs DLCI utilisant un octet 2A facultatif (voir Figure 8) doit faire l'objet d'un complément d'étude.

9.3 Autres paramètres

Les autres paramètres à utiliser en relation avec la présente Recommandation sont définis dans la Recommandation V.42 *bis*.

10 Négociations des procédures facultatives

Dans le cadre de la présente Recommandation, il existe quatre procédures qui sont facultatives pour l'exploitation de la fonction de protection contre les erreurs. Ce sont:

- a) retransmission sélective, utilisant une trame SREJ pour demander la retransmission d'une seule trame I;
- b) essai de bouclage, où la fonction de commande peut déterminer si son homologue est opérationnel;
- c) FCS élargi, où l'on utilise un FCS à 32 bits (plutôt qu'un FCS à 16 bits);
- d) retransmission sélective, utilisant une trame SREJ pour demander la retransmission de trames multiples désignées par un codage de liste d'étendue.

De plus, une procédure facultative de compression des données, définie dans la Recommandation V.42 *bis*, peut être utilisée conjointement avec les procédures LAPM.

L'utilisation de toute procédure facultative exige l'accord des deux fonctions de commande utilisant les mécanismes énoncés en 8.10. L'initiateur de la négociation peut choisir de demander l'utilisation d'une procédure particulière. La procédure n'est utilisée que si l'initiateur de la négociation le demande et que l'entité qui répond est d'accord.

Le négociateur-initiateur peut, à des fins de retransmission sélective, proposer l'une ou l'autre des options a) ou d) ou les deux. Le répondeur peut choisir de ne pas utiliser de retransmission sélective (c'est-à-dire utiliser une trame REJ); en variante, s'il souhaite utiliser la retransmission sélective, il ne choisira que l'une seule des options a) ou d).

11 Connexion fonction de commande vers fonction de commande

Une connexion avec correction d'erreur, ayant une valeur DLCI de 63, a été réservée pour être utilisée en tant que connexion fonction de commande vers fonction de commande. Le protocole utilisé entre les deux fonctions de commande doit faire l'objet d'un complément d'étude.

12 Codage des champs d'information**12.1 Champs d'information dans les trames I**

Le codage du champ d'information des trames I est déterminé par l'utilisation de la connexion avec correction d'erreur (par exemple lorsqu'elle est utilisée pour acheminer des données reçues de l'interface V.24).

12.2 Champs d'information dans les trames XID

12.2.1 Généralités

La structure générale du champ d'information d'une trame XID est fondée sur le codage de l'ISO 8885, y compris l'Addendum 3, et est illustrée dans la Figure 11. Le champ d'information est composé d'un certain nombre de sous-champs. Ces sous-champs sont un sous-champ d'identificateur de format, aucun ou plusieurs sous-champs de couche de Liaison de données et, éventuellement, un sous-champ de données d'utilisateur.

Lorsqu'un codage d'octet est indiqué pour chacun des sous-champs, il l'est avec l'élément binaire le plus exact, c'est-à-dire l'élément binaire de faible poids qui est le premier élément transmis.

12.2.1.1 Sous-champ d'identificateur de format

Le sous-champ d'identificateur de format (FI) a une longueur d'un octet et est le premier octet du champ d'information de la trame XID. En général, le FI est codé de sorte qu'il puisse désigner 128 formats normalisés par l'ISO et 128 formats définis par les utilisateurs. Chaque format normalisé par l'ISO est associé à une valeur différente FI. L'unique format défini à ce jour est le format «objectif général».

12.2.1.2 Sous-champs de couche Liaison de données

Les sous-champs de couche Liaison de données sont utilisés pour déterminer diverses caractéristiques de couche Liaison de données, telles que des paramètres opérationnels. Selon la Figure 11, un sous-champ de couche Liaison de données se compose d'un identificateur du groupe (GI) d'une longueur d'un octet, d'une longueur du groupe (GL) d'une longueur de deux octets, et d'un champ du paramètre (dont la longueur est donnée par GL). Le champ du paramètre, à son tour, est décomposé de la même manière en une ou plusieurs séries: identificateur de paramètre (PI), longueur du paramètre (PL) et valeur du paramètre (PV) (la longueur du paramètre n'est cependant que d'un octet).

Les sous-champs de couche Liaison de données, s'ils sont présents, se suivent dans l'ordre croissant des valeurs de leurs GI.

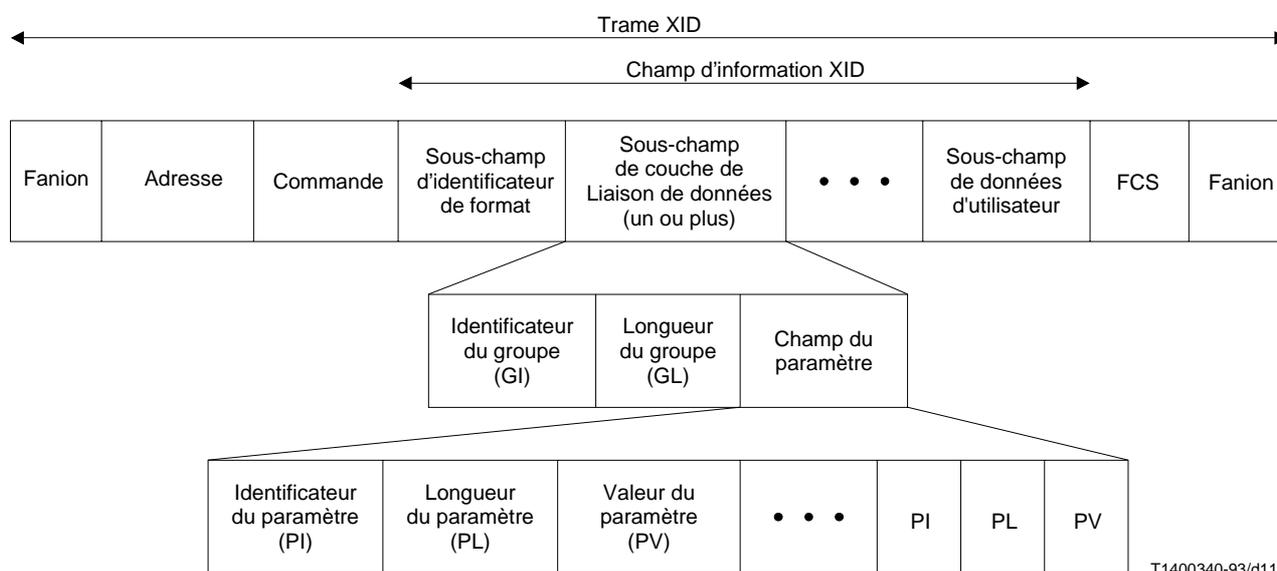


FIGURE 11/V.42

Format général du champ d'information XID

12.2.1.3 Sous-champ de données d'utilisateur

Un GI a été défini pour déterminer un sous-champ de données d'utilisateur utilisé conjointement avec le FI «objectif général». Ce sous-champ, qui suit tous les sous-champs de couche Liaison de données, comme l'indique la Figure 11, ne contient pas de GL. Les informations ultérieures sont limitées par le champ FCS de la trame.

Aux fins de la présente Recommandation, ce sous-champ est également divisé en suites de PI, PL et PV.

12.2.2 Codage pour la négociation/indication des valeurs du paramètre et des procédures facultatives

Le champ d'information sera codé comme cela est spécifié ci-après. Il n'est pas tenu compte des champs qui ne sont pas reconnus.

Sous-champ d'identificateur de format

Pour la négociation/indication des valeurs du paramètre et des procédures facultatives, le sous-champ FI sera codé en tant que «10000010» pour indiquer le FI «objectif général» normalisé ISO.

Sous-champs de couche Liaison de données

Deux seulement des sous-champs de couche Liaison de données spécifiés dans l'ISO 8885 seront utilisés en relation avec la présente Recommandation:

- a) le sous-champ de «négociation de paramètre» (valeur du GI de ce sous-champ: «10000000»);
- b) le sous-champ de «négociation de paramètre privé» (valeur du GI de ce sous-champ: «11110000»).

La longueur de ces sous-champs (GL) dépend des informations effectives qui seront transmises.

Chaque élément à négocier et/ou à indiquer est identifié par un PI. Le Tableau 11 indique chaque élément, sa valeur de PI et le sous-champ de couche Liaison de données auquel il est associé.

Sous-champ de données d'utilisateur

Le sous-champ de données d'utilisateur peut être présent indépendamment de la question de savoir si la négociation et/ou l'indication est accomplie. Ce sous-champ a une valeur GI de «11111111».

Le seul paramètre dans le sous-champ défini dans la présente Recommandation à ce jour est un «ID de fabricant». Ce paramètre sera identifié par une valeur PI de «11111111». Le codage du champ PV associé est spécifique au fabricant. L'élément de poids élevé du premier octet du champ PV est utilisé comme suit:

- bit = 0: les ID de fabricant ne sont pas attribués par l'UIT-T;
- bit = 1: ID de fabricant attribués par l'UIT-T (l'attribution de ces identificateurs doit faire l'objet d'un complément d'étude).

Lorsque l'on reçoit un ID de fabricant qui n'est pas reconnu, il ne faut pas tenir compte du champ ID du fabricant.

12.3 Champs d'information dans les trames UI

Dans les codages ci-après, le bit 1 est l'élément de poids faible, qui est transmis en premier.

Le premier octet du champ d'information d'une trame UI sera codé pour signaler l'utilisation du champ, comme cela est indiqué au Tableau 12.

12.3.1 Codage du message BRK

Le codage d'un message BRK est illustré dans la Figure 12. Le bit 8 de l'octet 1 est utilisé en tant que numéro de séquence, modulo 2 (voir 8.13.2.1).

Choix du traitement du signal d'interruption

Le choix du traitement du signal d'interruption est codé comme «DS», où:

- le bit «D» (bit 8 de l'octet 2) indiquera si les données accumulées antérieurement, mais qui ne sont pas encore remises, doivent être supprimées:
 - D = 0 indique qu'il n'y a pas de suppression de données;
 - D = 1 indique qu'il y a suppression de données;
- le bit «S» (bit 7 de l'octet 2) indiquera dans quel ordre il convient de transmettre le signal d'interruption:
 - S = 0 indique que le signal d'interruption sera transmis en séquence par rapport aux données générées avant le signal d'interruption;
 - S = 1 indique que le signal d'interruption précédera toutes les données reçues précédemment mais non encore transmises.

**Paramètres/procédures associés au sous-champ
«négoiation de paramètre»**

| PI | | Paramètre/procédure | Unités |
|---------|----------|--|--------------------------------|
| Décimal | Binaire | | |
| 3 | 00000011 | Fonctions facultatives HDLC | (Note 1) |
| 5 | 00000101 | Longueur maximale du champ d'information (N401): sens émission (Note 2) | Eléments binaires (Notes 3, 4) |
| 6 | 00000110 | Longueur maximale du champ d'information (N401): sens réception (Note 2) | Eléments binaires (Note s3, 4) |
| 7 | 00000111 | Dimensions de la fenêtre (k): sens émission (Note 2) | Trames (Note 4) |
| 8 | 00001000 | Dimensions de la fenêtre (k): sens réception (Note 2) | Trames (Note 4) |

NOTES

1 – La longueur de cet élément est de 4 octets (c'est-à-dire PL = 4). Les éléments binaires dans ces octets constituent un masque de 32 bits, destinés chacun à une fonction facultative HDLC précise. L'élément binaire 1 de ce masque est celui de poids faible de l'octet 1, qui est transmis en premier. L'élément binaire 9 est l'élément binaire de poids faible de l'octet 2; etc. Les éléments binaires correspondant aux procédures facultatives utilisées dans le cadre de la présente Recommandation sont les suivants:

- 3A Procédure de retransmission sélective (trame SREJ) demande de trame I isolée
- 14 Procédure d'essai de bouclage (trame TEST)
- 17 Procédure FCS élargie (FCS à 32 bits)
- 24 Procédure de retransmission sélective (trame SREJ) demande de trame I multiple avec liste d'étendue de capacités.

Une position de l'élément binaire mise à 1 indique une demande/accord pour utiliser la procédure. Une position de l'élément binaire mise à 0 indique qu'il n'y a pas de demande ni d'accord pour utiliser la procédure.

Conformément aux règles de codage figurant dans l'ISO 8885, l'émetteur d'une trame de commande XID devra mettre les positions binaires 2, 4, 8, 9, 12 et 16 à 1. L'émetteur d'une trame de réponse XID mettra également ces positions binaires à 1, à l'exception de la position binaire 16 qui sera mise à 0 si la position binaire 17 est mise à 1. Une entité qui reçoit ces trames ne doit pas tenir compte de ces positions binaires.

2 – Les sens émission et réception sont définis par référence à l'entité qui demande la négociation et à celle qui répond à la demande de négociation. Ainsi, par exemple, l'entité demandeur utiliserait PI = 7 pour demander une taille de fenêtre à utiliser pour le sens de transmission des données allant de ladite entité vers l'ETCD distant. L'entité qui répond à la demande de négociation utiliserait PI = 8 dans sa réponse, c'est-à-dire la taille de fenêtre à utiliser pour les sens de transmission allant du demandeur de négociation vers l'entité qui répond à la demande de négociation.

3 – N401 est exprimé en octets. Cependant, aux fins de négociations, les unités «d'éléments binaires» seront utilisées.

4 – Les valeurs du paramètre pour ces éléments seront codées en éléments binaires. Dans un octet, le premier bit transmis sera l'élément de poids le plus faible. Lorsqu'il est nécessaire d'avoir des octets multiples pour exprimer une valeur du paramètre, le premier octet transmis contiendra les éléments de poids le plus élevé.

TABLEAU 11b/V.42

**Paramètres/procédures associés au sous-champ
«négociation de paramètre privé»**

| PI | | PL | Paramètre | Note(s) |
|---------|----------|----|--|---------|
| Décimal | Binaire | | | |
| 0 | 00000000 | 3 | Identification de jeu de paramètres | 2 |
| 1 | 00000001 | 1 | V.42 bis: demande de compression de données (P0) | 3 |
| 2 | 00000010 | 2 | V.42 bis: nombre de mots de code (P1) | 1, 3 |
| 3 | 00000011 | 1 | V.42 bis: longueur maximale de chaîne (P2) | 1, 3 |

NOTES

1 – Les valeurs du paramètre pour ces éléments seront codées en éléments binaires. Dans un octet, le premier bit transmis sera l'élément de poids le plus faible. Lorsqu'il est nécessaire d'avoir des octets multiples pour exprimer une valeur du paramètre, le premier octet transmis contiendra les éléments de poids le plus élevé.

2 – Ce paramètre doit toujours être le premier paramètre présent dans le sous-champ «négociation de paramètre privé». Sa valeur de PV est constituée par les octets «00101010», «00110100», «00110010» (pour «V.42»).

3 – Les paramètres P0, P1 et P2 fonctionnent ensemble pour spécifier si la compression de données sera utilisée et, dans l'affirmative, pour spécifier les paramètres associés à la procédure. Pendant la phase d'établissement du protocole, la présence de P0 indique une demande de compression de données pour le ou les sens de transmission indiqués. Après la phase d'établissement du protocole, l'absence d'un paramètre indique que sa valeur négociée précédemment demeure inchangée.

Dans le cas P0, sa valeur de PV indique le sens de transmission pour lequel la compression de données est demandée; PV est codé «00000nn», où n indique:

- 00: compression dans aucun des deux sens (défaut);
- 01: seulement dans le sens de l'entité demandeur de négociation vers l'entité qui répond à la demande de négociation;
- 10: seulement dans le sens de l'entité qui répond à la demande de négociation vers l'entité demandeur de négociation;
- 11: dans les deux sens.

4 – La valeur de PL (longueur du champ PV), si elle n'est pas spécifiée explicitement, sera le nombre d'octets le plus petit nécessaire pour exprimer la valeur du paramètre.

TABLEAU 12/V.42

Codage de l'octet 1 du champ d'information dans une trame UI

| 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 qui ne sont pas indiqués dans le tableau font l'objet d'une réserve.

2 – La valeur de X est positionnée, comme cela est indiqué ci-après.

Longueur du signal d'interruption

La longueur du signal d'interruption, qui est facultative, est codée binaires dans l'octet 3 en unités de 10 ms, où le bit 1 est le bit de faible poids. La valeur de «1111111» sera utilisée pour indiquer un signal d'interruption supérieur à 2,54 secondes. L'absence d'une longueur de signal d'interruption, ou une valeur zéro dans le champ longueur du signal d'interruption, dans un message BRK reçu sera interprétée comme étant un signal d'interruption de longueur par défaut.

| | | | | | | | | |
|--|---|---|---------|---|---|---|---|---------|
| 8 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | |
| X | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | Octet 1 |
| Choix du traitement du signal d'interruption | | | Réservé | | | | | 2 |
| Longueur du signal d'interruption | | | | | | | | 3 |

FIGURE 12/V.42

Format du champ d'information UI pour le signal d'interruption

12.3.2 Codage du message BRKACK

Un message BRKACK ne contient qu'un octet. Le bit 8 de l'octet 1 est utilisé comme un numéro de séquence, modulo 2 (voir 8.13.2.1).

12.4 Champs d'information dans les trames TEST

Le champ d'information dans une trame TEST est utilisé par la fonction de commande en tant que partie d'un essai de bouclage. Bien que la spécification d'un codage particulier de ce champ ne relève pas de la présente Recommandation, la fonction de commande doit assurer que le champ est unique de sorte qu'il puisse déterminer quand un essai a été terminé avec succès.

12.5 Champs d'information dans les trames SREJ

La trame SREJ peut contenir un champ d'information lorsque la procédure facultative m-SREJ est utilisée. Le champ d'information est codé dans ce cas comme indiqué dans 8.2.4.8.2 et la Figure 9.

Annexe A

Fonctionnement de la procédure de protection contre les erreurs – procédure de remplacement

A.1 Généralités

La présente annexe spécifie la structure de la trame et les procédures destinées au fonctionnement approprié de la procédure de correction d'erreur de remplacement pour les ETCD.

A.2 Conventions concernant le format

Voir 8.1.2.

A.3 Mode de tramage basé sur les octets et arythmique

Dans ce mode, les entités de correction d'erreur fonctionnent sur un train de données d'octet. Le format de tramage pour le mode de tramage basé sur les octets et arythmique, est illustré dans la Figure A.1. Ce mode de tramage nécessite l'utilisation de quatre valeurs d'octet spéciales (SYN, DLE, STX et ETX) pour la transparence. La méthode de transparence est décrite en A.3.4 ci-après.

Chaque octet est transmis avec un bit de départ et un bit d'arrêt.

| 8 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | |
|--|---|---|---|---|---|---|---|----------|
| Fanion de départ | | | | | | | | |
| SYN | | | | | | | | Octet 1 |
| 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | |
| DLE | | | | | | | | 2 |
| 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| STX | | | | | | | | 3 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | |
| En-tête K octets | | | | | | | | 4 . |
| Information L octets | | | | | | | | . . |
| Fanion d'arrêt | | | | | | | | |
| DLE | | | | | | | | N-3 |
| 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| ETX | | | | | | | | N-2 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | |
| Séquence de contrôle de trame (FCS) | | | | | | | | N-1 N |

FIGURE A.1/V.42

Format de trame pour le mode basé sur les octets et arythmique

A.3.1 Champ du fanion de départ

Toutes les trames commenceront avec la séquence du fanion de départ, séquence composée de 3 octets SYN-DLE-STX. Les valeurs pour la séquence de départ sont indiquées dans la Figure A.1.

A.3.2 Champ d'en-tête

Les éléments du champ d'en-tête sont décrits en A.6.2 et A.6.3.

A.3.3 Champ d'information

Le champ d'information d'une trame, lorsqu'il est présent, contient des données d'utilisateur transparentes.

A.3.4 Transparence

L'entité de correction d'erreur émettrice examinera la structure de la trame (qui se compose des champs en-tête et information) et insérera un octet DLE immédiatement après toute apparition d'un octet DLE dans le train d'octets de la structure de la trame. L'entité de correction d'erreur réceptrice examinera la structure de la trame et supprimera le second DLE d'une séquence DLE-DLE de deux octets. Le premier DLE est considéré comme partie du champ de la structure de la trame. Le DLE utilisé dans l'indicateur de départ et de fin pour délimiter les octets de commande STX et ETX ne sera pas doublé, de sorte qu'ils seront reconnus comme étant des champs de tramage.

A.3.5 Champ du fanion de fin

Toutes les trames se termineront avec la séquence du fanion de fin DLE-ETX composée de 2 octets (suivie du champ FCS). Les valeurs pour la séquence du fanion sont indiquées dans la Figure A.1.

A.3.6 Champ (FCS) de la séquence de contrôle de trame

Le FCS est une séquence à 16 bits produite par le contrôle de redondance cyclique (CRC) de type polynomial $x^{16} + x^{15} + x^2 + 1$. La structure de la trame et l'octet ETX du fanion d'arrêt sont compris dans les calculs du FCS. Le fanion de départ et tous les octets DLE utilisés pour maintenir la transparence des données (voir A.3.4) ne sont pas compris dans le calcul du FCS.

NOTE – Le CRC de type polynomial utilisé dans ce mode de trame diffère de celui spécifié en 8.1.1.6.1.

A.4 Mode de tramage basé sur les bits

Dans ce mode, les entités de correction d'erreur fonctionnent sur un train de données binaires. Le format de tramage pour le mode basé sur les bits est indiqué dans la Figure A.2.

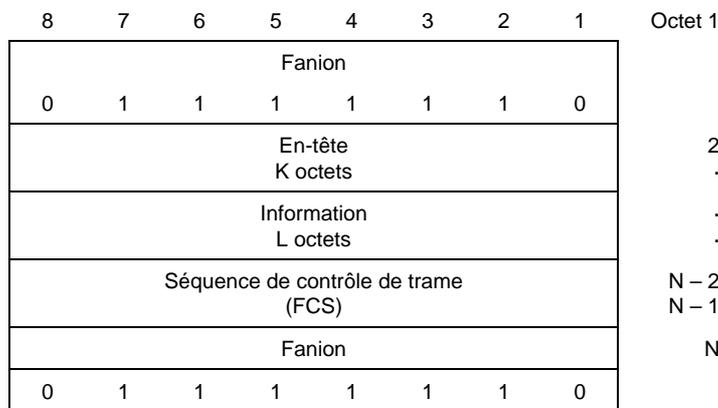


FIGURE A.2/V.42

Format de trame pour le mode basé sur les éléments binaires

A.4.1 Séquence de fanion et transparence

Voir 8.1.1.2.

A.4.2 Champ d'en-tête

Les éléments du champ d'en-tête sont définis en A.6.2 et A.6.3.

A.4.3 Champ d'information

Le champ d'information d'une trame, lorsqu'il existe, contient des données d'utilisateur transparentes. Les éléments du champ d'information se composent d'un nombre entier d'octets.

A.4.4 Champ (FCS) de séquence de contrôle de trame

Voir 8.1.1.6.1.

A.5 Trames non valables

Pour le mode de tramage basé sur les octets, voir 8.1.3, alinéa d). Pour le mode de tramage basé sur les éléments binaires, voir 8.1.3, alinéas a) à d).

A.6 Eléments de procédure alternatifs et formats de champ

A.6.1 Généralités

Les éléments de procédure définissent les formats de message qui sont utilisés sur une connexion avec correction d'erreur alternative.

A.6.2 Champ d'en-tête – Format

Le champ d'en-tête se compose de paramètres de longueur fixe et variable. Les paramètres de longueur fixe, ou paramètres fixes, ont une longueur prédéterminée définie par la valeur de l'indication du type. Les paramètres de longueur variable, ou paramètres variables, ont une longueur de trois octets ou plus.

Tous les champs d'en-tête valables auront une indication de longueur (paramètre fixe 0) et une indication du type (paramètre fixe 1) pour identifier le codage de la partie restante du champ d'en-tête. Le format est illustré dans la Figure A.3.

A.6.2.1 Paramètre fixe 0 – Indication de longueur

L'indication de longueur sera le premier octet du champ d'en-tête. La valeur de l'indication de longueur détermine la longueur totale du champ d'en-tête, en octets. Cette valeur de longueur ne comprend pas l'indication de longueur elle-même.

La valeur de 255 sera utilisée pour indiquer que les deux prochains octets constituent une indication de longueur étendue de 16 bits. L'indication de longueur exige trois octets pour représenter les longueurs au-dessus de 254 octets.

A.6.2.2 Paramètre fixe 1 – Indication de type

L'indication de type sera le second octet du champ d'en-tête. L'indication de type identifie le type de champ d'en-tête et le codage pour le reste du champ d'en-tête. Les types de champ d'en-tête sont indiqués dans le Tableau A.1.

A.6.2.3 Paramètres fixes de 2 à n

La présence de paramètres fixes de 2 à n dépend du type du champ d'en-tête.

A.6.2.4 Paramètres variables

Tous les paramètres variables seront composés de trois parties:

- a) indication du type de paramètre;
- b) indication de la longueur du paramètre;
- c) valeurs du paramètre.

La structure d'un paramètre variable est illustrée dans la Figure A.4

A.6.2.4.1 Indication de type de paramètre variable

L'indication de type de paramètre variable se composera d'un octet, contenant une valeur parmi la gamme de valeurs de 1 à 254. Pour chaque type de champ d'en-tête, il y a une séquence de numérotation distincte et indépendante pour les types de paramètres variables.

A.6.2.4.2 Indication de longueur du paramètre variable

L'indication de longueur du paramètre variable sera un octet unique qui détermine le nombre d'octets contenus dans la valeur du paramètre variable.

A.6.2.4.3 Valeur du paramètre variable

La valeur du paramètre variable se composera d'un ou de plusieurs octets; le nombre d'octets est déterminé par l'indication de longueur du paramètre.

A.6.3 Champ d'en-tête – Paramètres

A.6.3.1 Module

Chaque trame LT et chaque trame LN sont numérotées séquentiellement et peuvent prendre des valeurs de 0 à module moins 1 (lorsque le module est celui des numéros de séquence). Le module est 256 et les numéros de séquence prennent des valeurs cycliques dans la totalité de la gamme.

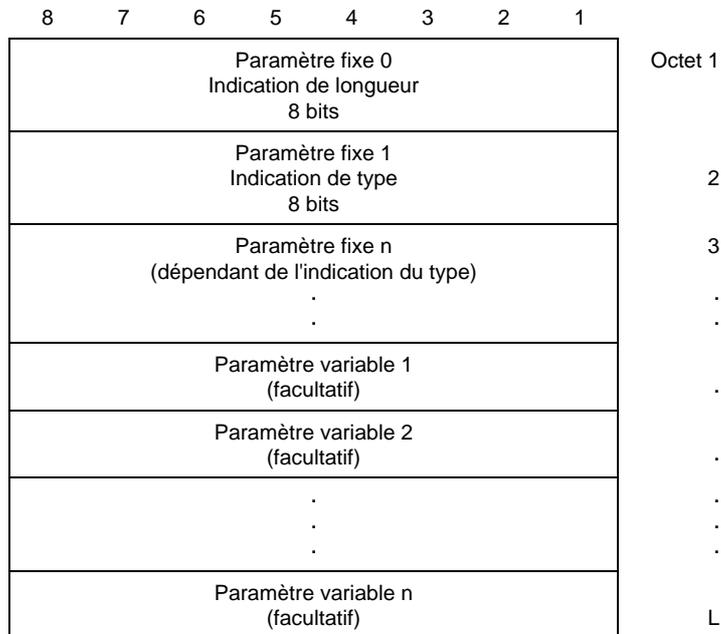


FIGURE A.3/V.42

Format du champ d'en-tête

TABLEAU A.1/V.42

Types de champ d'en-tête

| Indication de type | Valeur |
|---|--------|
| Demande de liaison LR | 1 |
| Déconnexion de liaison LD | 2 |
| Transfert de liaison LT | 4 |
| Accusé de réception de liaison LA | 5 |
| Signalisation de liaison LN | 6 |
| Accusé de réception de signalisation de liaison LNA | 7 |

A.6.3.2 Variable d'état à l'émission V(S)

La variable d'état à l'émission V(S) indique le numéro de séquence de la prochaine trame LT en séquence qui doit être transmise. V(S) peut prendre les valeurs de 0 à module moins 1. La valeur de V(S) est augmentée de 1 à chaque transmission de trame LT successive, mais ne peut pas dépasser N(R) de la dernière trame LA reçue de plus du nombre maximal (k) de trames LT en instance. La valeur de k est définie en A.6.4.1.6 et A.7.5.7.

Lors de l'initialisation de la phase de données, V(S) est mise à 1.

A.6.3.3 Numéro de séquence à l'émission N(S)

Seules les trames LT contiennent N(S), le numéro de séquence à l'émission des trames LT transmises. Au moment où une trame LT en séquence est désignée pour la transmission, la valeur de N(S) est mise à la même valeur que celle de la variable d'état à l'émission V(S).

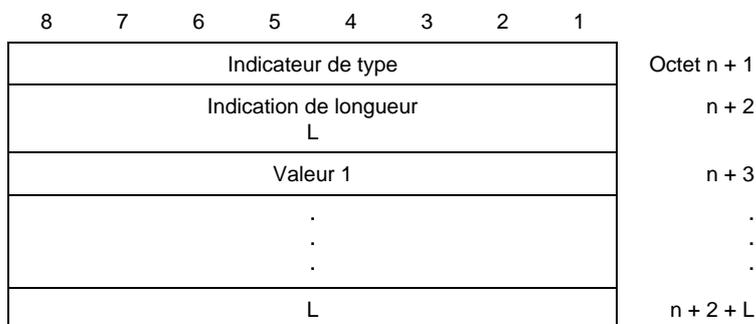


FIGURE A.4/V.42

Format du paramètre variable

A.6.3.4 Variable d'état à la réception V(R)

La variable d'état à la réception V(R) indique le numéro de séquence de la prochaine trame LT en séquence dont la réception est prévue. V(R) peut prendre les valeurs de 0 à module moins 1. La valeur de V(R) est augmentée de 1 à la réception d'une trame LT en séquence sans erreur dont le numéro de séquence à l'émission N(S) est égal à la variable d'état à la réception V(R).

Lors de l'initialisation de la phase de données, V(R) est mise à 1.

A.6.3.5 Numéro de séquence à la réception N(R)

Toutes les trames LA contiennent N(R), le numéro de séquence à l'émission de la dernière trame LT reçue. Au moment où une trame LA est désignée pour la transmission, la valeur de N(R) est mise à la même valeur que la valeur actuelle de la variable d'état à la réception V(R) - 1. N(R) indique que l'entité de correction d'erreur transmettant le N(R) a reçu correctement toutes les trames LT dont le numéro de séquence est égal ou inférieur à N(R).

A.6.3.6 Variable d'état de signalisation à l'émission V(SA)

La variable d'état de signalisation à l'émission V(SA) indique le numéro de séquence de la prochaine trame LN en séquence qui doit être transmise. V(SA) peut prendre les valeurs de 0 à module moins 1. La valeur de V(SA) est augmentée de 1 à chaque transmission successive d'une trame LN.

Lors de l'initialisation de la phase de données, V(SA) est mise à 1.

A.6.3.7 Numéro de séquence de signalisation à l'émission N(SA)

Seules les trames LN contiennent N(SA), le numéro de séquence de signalisation à l'émission des trames LN transmises. Au moment où une trame LN en séquence est désignée pour la transmission, la valeur de N(SA) est mise à la même valeur que celle de la variable d'état de signalisation à l'émission V(SA).

A.6.3.8 Variable d'état de signalisation à la réception V(RA)

La variable d'état de signalisation à la réception V(RA) indique le numéro de séquence de la prochaine trame LN en séquence dont la réception est prévue. V(RA) peut prendre les valeurs de 0 à module moins 1. La valeur de V(RA) est augmentée de 1 à la réception d'une trame LN en séquence sans erreur dont le numéro de séquence de signalisation à l'émission N(SA) est égal à la variable d'état de signalisation à la réception V(RA).

Lors de l'initialisation de la phase de données, V(RA) est mise à 1.

A.6.3.9 Numéro de séquence de signalisation à la réception N(RA)

La trame LNA contient N(RA), le numéro de séquence de signalisation à l'émission de la dernière trame LN reçue. Au moment où une trame LNA est désignée pour la transmission, la valeur de N(RA) est mise à une valeur égale à la valeur actuelle de la variable d'état à la réception V(RA) - 1. N(RA) indique que l'entité de correction d'erreur transmettant le N(RA) a reçu correctement toutes les trames LN dont le numéro de séquence est égal ou inférieur à N(RA).

A.6.3.10 Variable d'état de crédit à la réception $R(k)$

La variable d'état de crédit à la réception $R(k)$ indique le nombre de trames LT que l'entité appelée peut recevoir. Le nombre de trames LT reçues et dont il n'a pas encore été accusé réception plus $R(k)$ ne peut pas être supérieur à k (le nombre maximal de trames LT en instance). Le paramètre du système k est défini en A.7.5.7.

Lorsque l'entité de correction d'erreur passe à la phase de données, $R(k)$ est mise à une valeur égale à k . Pendant la phase de données, $R(k)$ est mise à jour par l'entité de correction d'erreur aussi souvent que cela est nécessaire pour indiquer de façon précise la capacité de l'entité appelée à accepter des trames LT.

A.6.3.11 Numéro de crédit à la réception $N(k)$

Seules les trames LA contiennent $N(k)$. Au moment où une trame LA est désignée pour la transmission, la valeur de $N(k)$ est mise à la même valeur que celle de la variable d'état du crédit à la réception $R(k)$. $N(k)$ indique que l'entité de correction d'erreur transmettant le $N(k)$ peut recevoir de façon appropriée les trames LT dont le numéro de séquence est inférieur ou égal à $N(R) + N(k)$.

A.6.3.12 Variable d'état du crédit à l'émission $S(k)$

La variable d'état du crédit à l'émission $S(k)$ indique le nombre de trames LT que l'émetteur peut transmettre sans recevoir de crédit supplémentaire de l'entité appelée. Le nombre de trames LT sans accusé de réception plus $S(k)$ ne peut pas être supérieur à k (le nombre maximal de trames LT en instance). Le paramètre du système k est défini en A.7.5.7.

Lors de l'initialisation de la phase de données, $S(k)$ est mise à k .

A.6.4 Phase d'établissement du protocole

La procédure de correction d'erreur alternative commence à fonctionner dans la phase d'établissement du protocole. Dans cette phase, l'entité de correction d'erreur tente d'initialiser une connexion avec correction d'erreur pour les données d'échange.

Les messages de protocole dans l'échange de messages d'établissement de connexion seront transmis dans un mode basé sur les octets et arythmique. Le mode de tramage pour les phases ultérieures du fonctionnement de connexion avec correction d'erreur est déterminé pendant la phase d'établissement du protocole.

A.6.4.1 Trame (LR) de demande de liaison

La trame LR de demande de liaison est utilisée pour établir une connexion avec correction d'erreur entre deux entités de correction d'erreur ayant une connexion physique active. La trame LR est également utilisée pour négocier les paramètres opérationnels qui doivent être utilisés pendant la durée de la connexion avec correction d'erreur (voir A.7.1.5).

Les paramètres champ d'en-tête de la trame LR sont indiqués au Tableau A.2. Aucun champ d'information n'est autorisé avec la trame LR.

A.6.4.1.1 Paramètre fixe 0 – Indication de longueur

La valeur de l'indication de longueur sera une valeur calculée égale à la longueur du champ d'en-tête, à l'exclusion de l'indicateur de longueur.

A.6.4.1.2 Paramètre fixe 1 – Indication du type

La valeur de l'indication du type sera un octet de valeur 1.

A.6.4.1.3 Paramètre fixe 2 – Paramètre constant 1

Ce paramètre constant sera le troisième octet du champ d'en-tête. La valeur de cette constante est un octet de valeur 2.

A.6.4.1.4 Paramètre variable 1 – Paramètre constant 2

Ce paramètre constant sera une séquence d'octet de valeur (1,6,1,0,0,0,255).

A.6.4.1.5 Paramètre variable 2 – Paramètre de mode de tramage

Le paramètre de mode de tramage définit le mode de tramage à utiliser sur la connexion avec correction d'erreur.

Le mode de tramage basé sur les octets, arythmique, simultané dans les deux sens sera représenté par le mode de tramage 2.

Le mode de tramage basé sur les éléments binaires, simultané dans les deux sens sera représenté par le mode de tramage 3.

TABLEAU A.2/V.42

Paramètres du champ d'en-tête de demande de liaison

| Nom de paramètre | F V | M O | Nom de valeur | Valeur |
|--|--------|--------|---|--|
| Indication de longueur | F | M | – | Variable |
| Indication du type | F | M | LR | 1 |
| Paramètre constant 1 | F | M | – | 2 |
| Paramètre constant 2 | V | M | Type Longueur – – – – – – | 1 6 1 0 0 0 0 255 |
| Mode de tramage | V | M | Type Longueur Mode (voir A.6.4.1.5) | 2 1 2 ou 3 |
| Nombre maximal de trames LT en instance, k | V | M | Type Longueur k | 3 1 Variable |
| Longueur du champ d'information maximale, N401 | V | M | Type Longueur Longueur maximale (deux octets) | 4 2 Variable |
| Optimisation de la phase de données | V | M | Type Longueur Services complémentaires (voir A.6.4.1.8) | 8 1 Variable |
| F Paramètre fixe M Paramètre obligatoire (<i>mandatory</i>) V Paramètre variable O Paramètre facultatif (<i>optional</i>) | | | | |

Une entité de correction d'erreur qui accepte le mode de tramage 3 doit également accepter le mode de tramage 2.

L'entité de correction d'erreur appelée émet une réponse LR avec le paramètre de mode de tramage mis à la moins importante des valeurs du mode de tramage pour le mode de tramage qui est accepté par l'entité appelée ou la valeur du paramètre de mode de tramage reçue dans la trame LR appelante. Le mode de tramage représenté par la valeur du paramètre de mode de tramage dans la réponse LR détermine le mode de tramage utilisé sur la connexion avec correction d'erreur après que la phase d'établissement du protocole soit terminée.

A.6.4.1.6 Paramètre variable 3 – Paramètre de nombre maximal de trames LT en instance, k

Le paramètre de nombre maximal de trames LT en instance, k , définit le nombre maximal de trames LT ayant les champs d'information de longueur maximale qu'une entité de correction d'erreur peut envoyer, à un moment donné, sans attendre un accusé de réception. La valeur de k ne dépassera jamais le module moins 1 du numéro de séquence.

Chaque valeur de k inférieure ou égale à la valeur maximale peut être utilisée.

A.6.4.1.7 Paramètre variable 4 – Paramètre de longueur du champ d'information maximale N401

Le paramètre de longueur du champ d'information maximale, N401, définit la longueur maximale des données d'utilisateur, en octets, qui peuvent être envoyées dans le champ d'information de la trame (LT) de transfert de liaison.

A.6.4.1.8 Paramètre variable 8 – Optimisation de la phase de données

Le paramètre de l'optimisation de la phase de données définit les services complémentaires facultatifs qui peuvent être acceptés sur une connexion avec correction d'erreur pour améliorer le débit des données.

La valeur de ce paramètre est une configuration d'éléments binaires qui indique les services complémentaires du protocole à utiliser, comme suit:

- bit 1 1 = longueur du champ d'information maximale de 256 octets;
- bit 2 1 = champ fixe LT et trames LA;
- bits 3-8 réservés.

Les bits réservés sont mis à 0 pour l'émission et il n'en est pas tenu compte lors de la réception.

L'entité de correction d'erreur appelée émet une réponse LR avec un paramètre d'optimisation de phase de données si elle est d'accord pour utiliser tout service complémentaire d'optimisation de phase de données. Les services complémentaires représentés par les valeurs binaires figurant dans la réponse LR déterminent les services complémentaires à utiliser sur la connexion avec correction d'erreur pendant la phase de données.

A.6.4.2 Trame (LA) d'accusé de réception de liaison

La trame (LA) d'accusé de réception de liaison est utilisée pour confirmer l'achèvement de la phase d'établissement de protocole de la procédure de correction d'erreur alternative. La LA de confirmation est envoyée par l'entité de correction d'erreur qui émet la trame LR appelante.

Pendant l'émission ou la réception de la LA qui confirme l'établissement de la connexion, échange de trois messages, l'entité de correction d'erreur passe à la phase de données.

Les paramètres du champ d'en-tête de la trame d'accusé de réception de liaison sont illustrés dans les Tableaux A.3a et A.3b. Aucun champ d'information n'est autorisé dans la trame LA. Si la trame LR reçue de l'entité appelée indique que des trames LT et LA à champ fixe sont utilisées au cours de la phase de données (bit 2 du paramètre variable 8 mis à 1), le format d'en-tête LA spécifié dans le Tableau A.3b doit être utilisé; dans le cas contraire, on utilisera le format spécifié dans le Tableau A.3a.

TABLEAU A.3a/V.42

Paramètres du champ d'en-tête d'accusé de réception de liaison (phase de données non optimisée)

| Nom de paramètre | F V | M O | Nom de valeur | Valeur |
|---|--------|--------|----------------------------|------------------|
| Indication de longueur | F | M | – | 7 |
| Indication du type | F | M | LA | 5 |
| Numéro de séquence à la réception, N(R) | V | M | Type Longueur N(R) | 1 1 8 bits |
| Numéro de crédit à la réception, N(k) | V | M | Type Longueur Crédit | 2 1 8 bits |

A.6.4.2.1 Paramètre fixe 0 – Indication de longueur

La valeur de l'indication de longueur sera un octet contenant la valeur 7 dans une phase de données non optimisée (voir Tableau A.3a) et de valeur 3 dans une phase de données optimisée (voir Tableau A.3b).

**Paramètres du champ d'en-tête d'accusé de réception de liaison
(phase de données optimisée)**

| Nom de paramètre | F V | M O | Nom de valeur | Valeur |
|---|--------|--------|---------------|--------|
| Indication de longueur | F | M | – | 3 |
| Indication du type | F | M | LA | 5 |
| Numéro de séquence à la réception, N(R) | F | M | N(R) | 8 bits |
| Numéro de crédit à la réception, N(k) | F | M | N(k) | 8 bits |

A.6.4.2.2 Paramètre fixe 1 – Indication du type

La valeur de l'indication du type sera un octet de valeur 5.

A.6.4.2.3 Paramètre variable 1 – Numéro de séquence à la réception (phase de données non optimisée)

Le paramètre du numéro de séquence à la réception contient la valeur du numéro à la réception N(R) de la dernière trame LT reçue correctement. La valeur utilisée pour le numéro de séquence à la réception dans la LA qui confirme la phase d'établissement de protocole sera 0.

A.6.4.2.4 Paramètre variable 2 – Numéro de crédit à la réception (phase de données non optimisée)

Le paramètre du numéro de crédit à la réception contient la valeur du nombre maximal de trames LT qui peuvent être émises par une entité de correction d'erreur avant qu'elle ne soit dans l'obligation de suspendre l'émission de trames LT et attende un accusé de réception.

La valeur utilisée en ce qui concerne le crédit à la réception pour la LA qui confirme est la valeur reçue en tant que crédit à la réception dans la réponse LR.

A.6.4.2.5 Format fixe pour les paramètres variables 1 et 2 (phase de données optimisée)

Lorsqu'on utilise une trame LA de format fixe pendant une phase de données optimisée, le numéro de séquence à la réception et le numéro de crédit à la réception sont compris dans la partie fixe du champ d'en-tête de la trame.

L'octet contenant la valeur du numéro de séquence reçue est le paramètre fixe 2.

L'octet contenant la valeur du numéro de crédit reçue est le paramètre fixe 3.

Le paramètre du champ d'en-tête de la trame LA dans une phase de données optimisée est illustré dans le Tableau A.3b.

A.6.5 Phase de déconnexion

La procédure de correction d'erreur de remplacement met fin au fonctionnement dans la phase de déconnexion. La phase de déconnexion peut être introduite à partir de n'importe quelle phase du mode de fonctionnement avec correction d'erreur. La phase de déconnexion utilisera le même mode de tramage que celui utilisé dans la phase précédant la phase de déconnexion.

A.6.5.1 Trame (LD) de déconnexion de liaison

La trame (LD) de déconnexion de liaison est utilisée pour mettre fin au fonctionnement d'une connexion avec correction d'erreur active, ou pour rejeter une tentative d'établissement d'une connexion avec correction d'erreur.

Les paramètres du champ d'en-tête de la trame LD sont illustrés dans le Tableau A.4. Aucun champ d'information n'est autorisé dans la trame LD.

A.6.5.1.1 Paramètre fixe 0 – Indication de longueur

La valeur de l'indication de longueur sera un octet de valeur 4 pour les trames LD sans paramètre variable 2 et 7 pour les trames LD avec paramètre variable 2.

TABLEAU A.4/V.42

Paramètres du champ d'en-tête de déconnexion de liaison

| Nom de paramètre | F V | M O | Nom de valeur | Valeur |
|------------------------|--------|--------|--|--------------------|
| Indication de longueur | F | M | – (voir A.6.5.1.1) | 4 ou 7 |
| Indication du type | F | M | LD | 2 |
| Code raison | V | M | Type Longueur Valeur (voir A.6.5.1.3) | 1 1 Variable |
| Code d'utilisateur | V | O | Type Longueur Valeur | 2 1 Variable |

A.6.5.1.2 Paramètre fixe 1 – Indication du type

La valeur de l'indication du type sera un octet de valeur 2.

A.6.5.1.3 Paramètre variable 1 – Code raison

Le paramètre code raison définit la raison de la déconnexion lorsqu'elle est envoyée dans une trame LD sur une connexion avec correction d'erreur active, ou la raison de la défaillance pour établir le moment où elle a été envoyée dans une trame LD en réponse à une tentative de connexion.

Les codes raison sont énumérés au Tableau A.5. Les codes raison 1, 2 et 3 sont utilisés si la phase de déconnexion est le résultat d'une défaillance dans la phase d'établissement de protocole.

TABLEAU A.5/V.42

Code de raison de déconnexion de liaison

| Code | Raison |
|---|---|
| 1 | Erreur de phase d'établissement de protocole (LR prévue mais non reçue) |
| 2 | Le paramètre constant 1 de LR contient une valeur non prévue |
| 3 | LR reçue avec une valeur de paramètre incompatible ou inconnue |
| 4-254 | Réservé |
| 255 | Déconnexion demandée par l'utilisateur |
| NOTE – Le code 3 n'est utilisé que pendant la phase d'établissement de protocole par l'initiateur de l'établissement. | |

A.6.5.1.4 Paramètre variable 2 – Code d'utilisateur

Le paramètre du code d'utilisateur est un paramètre facultatif. Si ce paramètre est présent, il définit quelle a été la raison de l'utilisateur de la correction d'erreur pour libérer la connexion.

A.6.6 Phase de transfert de données

La procédure de correction d'erreur alternative transfère les données d'utilisateur dans la phase de transfert de données.

A.6.6.1 Trame LT de transfert de liaison

La trame (LT) de transfert de liaison a pour fonction de transférer les données d'utilisateur à travers la connexion avec correction d'erreur dans des champs d'information numérotés séquentiellement. Les paramètres du champ d'en-tête de la trame de transfert de liaison sont illustrés dans les Tableaux A.6a et A.6b. Le champ d'information contiendra un ou plusieurs octets de données d'utilisateur jusqu'à la longueur de champ d'information maximale négociée pendant la phase d'établissement de protocole. Un champ d'information vide (pas d'octet) n'est pas autorisé.

A.6.6.1.1 Paramètre fixe 0 – Indication de longueur

La valeur de l'indication de longueur sera un octet de valeur 4 dans une phase de données non optimisée (voir Tableau A.6a) et de valeur 2 dans une phase de données optimisée (voir Tableau A.6b).

TABLEAU A.6a/V.42

**Paramètres du champ d'en-tête de transfert de liaison
(phase de données non optimisée)**

| Nom de paramètre | F V | M O | Nom de valeur | Valeur |
|---------------------------------------|--------|--------|--------------------------|------------------|
| Indication de longueur | F | M | – | 4 |
| Indication du type | F | M | LT | 4 |
| Numéro de séquence à l'émission, N(S) | V | M | Type Longueur N(S) | 1 1 8 bits |

TABLEAU A.6b/V.42

**Paramètres du champ d'en-tête de transfert de liaison
(phase de données optimisée)**

| Nom de paramètre | F V | M O | Nom de valeur | Valeur |
|---------------------------------------|--------|--------|---------------|--------|
| Indication de longueur | F | M | – | 2 |
| Indication du type | F | M | LT | 4 |
| Numéro de séquence à l'émission, N(S) | F | M | N(S) | 8 bits |

A.6.6.1.2 Paramètre fixe 1 – Indication du type

La valeur de l'indication du type sera un octet de valeur 4.

A.6.6.1.3 Paramètre variable 1 – Paramètre du numéro de séquence à l'émission (phase de données non optimisée)

Le paramètre du numéro de séquence à l'émission définit l'ordre de cette trame et son champ d'information dans l'espace de séquence de données. Au moment où la trame LT est désignée pour la transmission, la valeur de ce paramètre est mise à une valeur égale à la variable d'état à l'émission V(S). La variable d'état à l'émission est initialement 1, et est augmentée du modulo 256 à chaque transmission de trame LT successive.

A.6.6.1.4 Format fixe pour le paramètre variable 1 (phase de données optimisée)

Lorsque la facilité de trame LT à format fixe est appliquée pendant une phase de données optimisée, le numéro de séquence à l'émission est compris dans la partie fixe du champ d'en-tête de la trame.

L'octet contenant la valeur du numéro de séquence à l'émission est le paramètre fixe 2.

Ce format est illustré dans le Tableau A.6b.

A.6.6.2 Trame LA d'accusé de réception de liaison

La trame (LA) d'accusé de réception de liaison est utilisée pour confirmer la réception de trames LT dont le nombre est inférieur ou égal à N(R). Une trame LA unique peut accuser réception de trames LT multiples.

A.6.6.2.1 Paramètres du champ d'en-tête

Les paramètres du champ d'en-tête de la trame LA sont illustrés dans les Tableaux A.3a et A.3b; les paramètres sont décrits en A.6.4.2.1 à A.6.4.2.5. Aucun champ d'information n'est autorisé dans la trame LA.

A.6.6.2.2 Crédit de trame LT

Le paramètre crédit de trame LT contient la valeur qui représente le nombre de trames LT ayant des champs d'information de longueur maximale que l'entité appelée peut accepter au moment de la transmission de trame LA. Une valeur de crédit de zéro permet à l'entité appelante d'arrêter la transmission de trames LT. L'entité appelante reprendra la transmission de trames LT lorsqu'une trame LA ayant une valeur de crédit autre que zéro sera envoyée.

A.6.7 Transfert de coupure

La trame de signalisation fournit un mécanisme fiable pour signaler une coupure entre des entités de correction d'erreur sur l'interface ETTD/ETCD.

A.6.7.1 Trame LN de signalisation liaison

Les paramètres du champ d'en-tête de la trame LN de signalisation liaison sont illustrés dans le Tableau A.7. Aucun champ d'information n'est autorisé dans la trame LN.

TABLEAU A.7/V.42

Paramètres du champ d'en-tête de signalisation liaison

| Nom de paramètre | F V | M O | Nom de valeur | Valeur |
|---|--------|--------|---|--|
| Indication de longueur | F | M | - | 7 |
| Indication du type | F | M | LN | 6 |
| Numéro de séquence de signalisation à l'émission N(SA) | V | M | Type Longueur N(SA) | 1 1 8 bits |
| Type signalisation | V | M | Type Longueur Signal d'interruption | 2 1 1 = D et E 2 = non-D et E 3 = non-D et non-E |
| F Paramètre fixe M Paramètre obligatoire V Paramètre variable O Paramètre facultatif D Signal d'interruption destructif E Signal d'interruption accéléré | | | | |

A.6.7.1.1 Paramètre fixe 0 – Indication de longueur

La valeur de l'indication de longueur sera un octet de valeur 7.

A.6.7.1.2 Paramètre fixe 1 – Indication du type

La valeur de l'indication du type sera un octet de valeur 6.

A.6.7.1.3 Paramètre variable 1 – Numéro de séquence de signalisation à l'émission

Le paramètre N(SA) du numéro de séquence de signalisation à l'émission indique l'ordre de cette trame dans l'espace de séquence de signalisation. Au moment où une trame LN est désignée pour la transmission, la valeur de ce paramètre est mise à la même valeur que celle de la variable d'état de signalisation à l'émission V(SA). La variable d'état de signalisation à l'émission est initialement 1, et est augmentée du modulo 256 à chaque transmission de trame LN successive.

A.6.7.1.4 Paramètre variable 2 – Type signalisation

Le paramètre type signalisation indique le traitement par l'entité de correction d'erreur de la condition du signal d'interruption relative aux données d'utilisateur.

Si le traitement du signal d'interruption est spécifié comme destructif, l'entité de correction d'erreur justifiera toutes les données transmises ou reçues avant le signal d'interruption qui sont en transit vers l'entité correspondante ou qui ne sont pas remises à l'utilisateur.

Si le traitement du signal d'interruption est spécifié comme accéléré, l'entité de correction d'erreur traitera le signal d'interruption immédiatement et avant toute transmission de données d'utilisateur en attente.

Voir 7.4 et 7.5.

A.6.7.2 Trame de signalisation d'accusé de réception liaison (LNA)

La trame LNA de signalisation d'accusé de réception liaison est utilisée pour accuser la réception avec succès d'une trame LN. Les paramètres du champ d'en-tête de la trame LNA sont indiqués au Tableau A.8. Aucun champ d'information n'est autorisé dans la trame LNA.

TABLEAU A.8/V.42

Paramètres du champ d'en-tête de signalisation d'accusé de réception liaison

| Nom de paramètre | F V | M O | Nom de valeur | Valeur |
|---|--------|--------|---------------------------|------------------|
| Indication de longueur | F | M | – | 4 |
| Indication du type | F | M | LNA | 7 |
| Numéro de séquence de signalisation à la réception, N(RA) | V | M | Type Longueur N(RA) | 1 1 8 bits |

A.6.7.2.1 Paramètre fixe 0 – Indication de longueur

La valeur de l'indication de longueur sera un octet de valeur 4.

A.6.7.2.2 Paramètre fixe 1 – Indication du type

La valeur de l'indication du type sera un octet de valeur 7.

A.6.7.2.3 Paramètre variable 1 – Numéro de séquence de signalisation à la réception

Le paramètre du numéro de séquence de signalisation à la réception est utilisé pour reconnaître la réception de trames LN dont le nombre est inférieur ou égal à N(RA).

A.7 Description de la procédure de correction d'erreur

A.7.1 Procédures de phase d'établissement de protocole

A.7.1.1 Déclenchement de la procédure d'établissement

La phase d'établissement de protocole commence après qu'une connexion physique soit établie. L'entité de correction d'erreur de l'ETCD d'origine (entité appelante) commence les procédures de la phase d'établissement de protocole. L'entité de correction d'erreur de l'ETCD qui répond (l'entité appelée) sera prête à répondre aux messages de protocole immédiatement après que la connexion physique soit établie.

A.7.1.2 Procédure de l'entité appelante

L'entité appelante commencera l'établissement de la connexion en transmettant une trame LR à l'entité appelée et en mettant en marche son temporisateur T401 en vue de déterminer le moment où trop de temps s'est écoulé en attendant une réponse. A la réception d'une réponse LR, l'entité appelante engage la négociation du paramètre (voir A.7.1.5) pour déterminer les valeurs du paramètre qui caractériseront la connexion avec correction d'erreur.

Si la négociation est réussie, l'entité appelante transmet une trame LA et passe à la phase de données.

L'entité appelante émettra de nouveau la LR initiale si:

- a) le temporisateur T401 expire alors qu'il attend la réponse LR; ou
- b) un message de protocole arrive avec une séquence de contrôle de trame incorrecte.

Après la réémission de la LR initiale, l'entité appelante remet en marche son temporisateur T401 et attend une réponse. Si le temporisateur T401 expire encore ou qu'un autre message de protocole arrive avec une séquence de contrôle de trame non valable, l'entité appelante peut rejeter l'établissement de connexion. Cependant, elle peut également répéter cette procédure.

A.7.1.3 Procédure de l'entité appelée

L'entité appelée commencera une tentative d'établissement de connexion en mettant en marche le temporisateur T401. Lorsqu'une LR est reçue, l'entité appelée engage la négociation du paramètre (voir A.7.1.5) pour déterminer les valeurs du paramètre qui caractériseront la connexion avec correction d'erreur.

Si la négociation est réussie, l'entité appelée transmet une LR à l'entité appelante et met en marche son temporisateur T401 pour déterminer le moment où trop de temps s'est écoulé en attendant un accusé de réception. Lorsqu'un accusé de réception LA est reçu, l'entité appelée passe à la phase de données.

L'entité appelée émettra de nouveau la réponse LR si:

- a) le temporisateur T401 expire alors qu'il attend la réponse LA;
- b) un message de protocole arrive avec une séquence de contrôle de trame incorrecte;
- c) une autre LR arrive.

Après la réémission de la réponse LR, l'entité appelée remet en marche le temporisateur T401 et attend une réponse. Si le temporisateur T401 expire encore ou si un autre message de protocole arrive avec une séquence de contrôle de trame non valable, l'entité appelée rejette l'établissement de connexion.

A.7.1.4 Rejet d'établissement

Si l'entité appelée

- a) reçoit une LR avec des paramètres qu'elle n'est pas prête à accepter;
- b) ne reçoit pas une réponse prévue,

elle passera alors à la phase de déconnexion.

Si l'entité appelante

- a) reçoit une LR avec des paramètres qui n'aboutissent pas à la négociation du paramètre;
- b) ne reçoit pas une réponse attendue,

elle passera alors à la phase de déconnexion.

A.7.1.5 Négociation du paramètre

L'entité de correction d'erreur examine les paramètres et valeurs de paramètres de la LR qu'elle reçoit et les compare à ses paramètres internes. Les règles de négociation sont utilisées pour résoudre les différences concernant les paramètres. Si les règles de négociation ne peuvent pas résoudre ces différences, les négociations n'aboutissent pas.

A.7.1.5.1 Paramètre constant 1

Le paramètre fixe 1 aura toujours la valeur de 2. Si une autre valeur est utilisée, la négociation échoue.

A.7.1.5.2 Paramètre constant 2

Ce paramètre doit toujours être présent. La règle de négociation accepte toute valeur pour le paramètre constant 2 et présente toujours la valeur du paramètre constant (voir A.6.4.1.3) comme étant un résultat.

A.7.1.5.3 Mode de verrouillage de trame

La règle de négociation choisit la plus petite des deux valeurs.

A.7.1.5.4 Nombre maximal de trames LT en instance, k

La valeur du nombre maximal de trames LT en instance, k , sera la plus petite des deux valeurs. Si la valeur résultante est un nombre qui n'est pas accepté, alors la négociation échoue.

A.7.1.5.5 Longueur du champ d'information maximale, N401

La longueur du champ d'information maximale, N401, sera la plus petite des deux valeurs. Si la valeur résultante est un nombre qui n'est pas accepté, alors les négociations échouent.

A.7.1.5.6 Paramètres inconnus

Au cours de la négociation, l'entité appelée ne tiendra pas compte de tous les paramètres inconnus. Lorsque l'entité appelée envoie sa réponse LR, elle inclut uniquement les paramètres qu'elle a reçus et considérés.

A.7.2 Procédures de phase de déconnexion

La trame LD est utilisée pour mettre fin à une connexion entre deux entités de correction d'erreur. Lorsqu'une entité de correction d'erreur reçoit une trame LD, elle mettra fin à toutes les procédures de protocole et à la connexion physique.

A.7.2.1 Déconnexion déclenchée par l'utilisateur

A la fin du transfert de données d'utilisateur, l'utilisateur peut déclencher la déconnexion de la connexion avec correction d'erreur. L'interface entre l'utilisateur et l'entité de correction d'erreur est au-delà de la portée de la présente Recommandation.

Une déconnexion déclenchée par l'utilisateur peut amener l'entité de correction d'erreur à émettre une LD pour mettre fin à la connexion avec correction d'erreur. Après l'émission de cette trame, ou immédiatement si une LD n'est pas émise, l'entité de correction d'erreur mettra fin à la connexion physique. Il est recommandé de ne pas envoyer une trame LD pour favoriser un interfonctionnement approprié avec la base installée des ETCD correcteurs d'erreurs.

A.7.2.2 Rejet d'établissement

Au cours de la phase d'établissement de protocole, les entités appelante et appelée de la négociation peuvent rejeter la tentative d'établissement d'une connexion avec correction d'erreur.

Si la phase de déconnexion est déclenchée par une imperfection des règles de négociation, l'entité de correction d'erreur émettra une LD pour mettre fin à la connexion avec correction d'erreur. Après l'émission d'une LD, l'entité de correction d'erreur mettra fin à la connexion physique.

Si la phase de déconnexion est déclenchée par l'expiration du temporisateur T401 et la réception de messages de protocole ayant une séquence de contrôle de trame non valable, l'entité de correction d'erreur émettra une LD pour mettre fin à la connexion avec correction d'erreur. Après l'émission de cette LD, l'entité de correction d'erreur mettra fin à la connexion physique.

Si la phase de déconnexion est déclenchée par l'expiration du temporisateur T401 et qu'aucun message de protocole n'a été reçu, l'entité de correction d'erreur mettra fin au fonctionnement sans envoyer de LD. La connexion physique continuera à fonctionner et les données de l'interface ETTD seront directement présentées au convertisseur de signal pour transmission sur la connexion physique dans le mode de transmission de données sans correction d'erreur, arythmique.

A.7.2.3 Erreurs de protocole

Si l'entité de correction d'erreur reçoit des messages de protocole non prévus ou aucune réponse de l'entité de correction d'erreur distante, l'entité locale libérera la connexion en émettant une LD pour mettre fin à la connexion avec correction d'erreur. Après l'émission de la LD, l'entité de correction d'erreur mettra fin à la connexion physique.

A.7.2.4 Retransmissions excessives

Si l'entité de correction d'erreur répète la transmission d'une trame et dépasse N400, le nombre maximal de tentatives pour arrêter une transmission, l'entité locale libérera la connexion en envoyant une LD pour mettre fin à la connexion avec correction d'erreur. Après l'émission de la LD, l'entité de correction d'erreur mettra fin à la connexion physique.

A.7.3 Procédures de phase de données

On passe à la phase de données une fois que la connexion physique est établie et que la phase d'établissement de protocole est terminée. Les procédures qui s'appliquent à la transmission des trames de données d'utilisateur et des accusés de réception au cours de la phase de transfert d'information sont décrites ci-après.

Les trames LT et LA sont utilisées pour transférer les données d'utilisateur par une connexion avec correction d'erreur.

A.7.3.1 Emission d'une trame LT

Lorsqu'une entité de correction d'erreur a des données d'utilisateur à transmettre, l'entité transmettra une LT ayant une $N(S)$ égale à sa variable d'état à l'émission $V(S)$ actuelle. Chaque LT ne contiendra pas plus de N401 octets d'utilisateur dans le champ d'information. A la fin de la transmission de la trame LT, l'entité de correction d'erreur augmentera, modulo 256, sa variable d'état à l'émission $V(S)$ de 1 et diminuera $S(k)$ de 1.

Si le temporisateur T401 ne fonctionne pas au moment de la transmission d'une trame LT, il sera mis en marche. Lorsque $k = 1$, le temporisateur est mis en marche lorsque l'entité de correction d'erreur a terminé la transmission de trame LT. Lorsque $k > 1$, le temporisateur est mis en marche lorsque l'entité de correction d'erreur commence la transmission de trame LT.

Si $S(k) = 0$, l'entité de correction d'erreur ne transmettra aucune trame LT jusqu'à ce que $S(k)$ soit mise à une valeur non zéro par l'intermédiaire de la réception d'une trame LA.

A.7.3.2 Réception d'une trame LT

Lorsqu'une entité de correction d'erreur reçoit une trame LT valable dont le numéro de séquence à l'émission $N(S)$ est égal à la variable d'état à la réception locale $V(R)$, l'entité de correction d'erreur acceptera le champ d'information de cette trame et augmentera de 1, modulo 256, sa variable d'état à la réception $V(R)$.

La réception d'une trame LT mettra le temporisateur T402 en marche s'il ne fonctionne pas déjà.

La réception d'une trame LT peut également entraîner la transmission d'une trame (LA) d'accusé de réception (voir A.7.3.3).

A.7.3.2.1 Réception de trames non valables

Lorsqu'une entité de correction d'erreur reçoit une trame non valable (voir A.5), elle rejettera cette trame.

A.7.3.2.2 Réception de trames LT hors séquence

Lorsqu'une entité de correction d'erreur reçoit une trame LT valable dont le numéro de séquence à l'émission $N(S)$ n'est pas égal à la variable d'état à la réception actuelle $V(R)$, l'entité de correction d'erreur rejettera le champ d'information de la trame LT et transmettra une trame LA comme cela est décrit en A.7.3.3.

Il n'est pas tenu compte, cependant, de la première réception d'une trame LT avec $N(S) = V(R) - 1$ et elle n'entraîne pas la transmission d'une trame LA.

A.7.3.2.3 Réception de trames LT sans crédit à la réception

Lorsqu'une entité de correction d'erreur reçoit une trame LT valable et que le crédit à la réception $R(k) = 0$, l'entité de correction d'erreur rejettera le champ d'information de la trame LT et transmettra une trame LA comme cela est décrit en A.7.3.3.

A.7.3.3 Emission d'une trame LA

Une entité de correction d'erreur émet une trame LA pour accuser la réception réussie d'une ou de plusieurs trames LT ou pour signaler à l'entité correspondante une condition qui peut exiger la retransmission d'une ou de plusieurs trames LT. La trame LA communique également la capacité du récepteur d'accepter des trames LT supplémentaires.

La transmission d'une trame LA peut se produire dans deux séries de conditions groupées conformément à la valeur de k .

A.7.3.3.1 $k = 1$

Lorsque $k = 1$, une trame LA sera émise si l'une des conditions suivantes se présente. Les conditions sont énumérées par ordre de priorité décroissant.

- a) Une trame non valable est reçue (voir A.5).
- b) Une trame LT est reçue hors séquence (voir A.7.3.2.2).
- c) Une trame LT est reçue sans crédit à la réception (voir A.7.3.2.3).
- d) Une trame LT est reçue de façon appropriée.

A.7.3.3.2 $k > 1$

Lorsque $k > 1$, une trame LA sera émise si l'une des conditions suivantes se présente. Les conditions sont énumérées par ordre de priorité décroissant.

- a) Une trame non valable est reçue (voir A.5).
- b) Une trame LT est reçue hors séquence (voir A.7.3.2.2).
- c) Une trame LT est reçue sans crédit à la réception (voir A.7.3.2.3).
- d) Le temporisateur T404 expire.
- e) Une ou plusieurs trames LT reçues correctement n'ont pas encore fait l'objet d'un accusé de réception et il n'y a pas de données d'utilisateur à transmettre.
- f) Une ou plusieurs trames LT reçues correctement n'ont pas encore fait l'objet d'un accusé de réception, il y a des données d'utilisateur à transmettre, et le nombre de trames LT reçues correctement n'ayant pas fait l'objet d'accusé de réception est égal ou supérieur à $k/2$.
- g) Une ou plusieurs trames LT reçues correctement n'ont pas encore fait l'objet d'accusé de réception, il y a des données d'utilisateur à transmettre, et le nombre de trames LT reçues correctement mais sans accusé de réception est inférieur à $k/2$, et le temporisateur T402 expire.

Le temporisateur T404 sera mis en marche lorsqu'une entité de correction d'erreur passe à la phase de données. Le temporisateur T404 sera remis en marche chaque fois qu'une trame LA est émise.

A.7.3.4 Réception d'une trame LA

Lorsqu'une trame LA est reçue, l'entité de correction d'erreur à la réception considérera les $N(R)$ contenus dans cette trame comme un accusé de réception pour toutes les trames LT qu'elle a transmises avec un $N(S)$ inférieur ou égal au $N(R)$ reçu. Le temporisateur T401 sera arrêté si aucune trame LT supplémentaire reste sans accusé de réception, c'est-à-dire que la trame LA reçue accuse réception de toutes les trames LT particulières. Le temporisateur T401 sera remis en marche si des trames LT supplémentaires restent sans accusé de réception.

Une entité de correction d'erreur qui reçoit une trame LA utilise le $N(k)$ contenu dans la trame moins le nombre de trames LT en transit qui n'ont toujours pas fait l'objet d'accusé de réception, comme étant la nouvelle valeur $S(k)$.

A.7.3.5 Retransmission de trames LT

Une entité de correction d'erreur déclenchera la retransmission de trames LT lorsqu'elle a émis des trames LT qui n'ont pas encore fait l'objet d'accusé de réception et que l'une des conditions suivantes se présente:

- a) une trame LA est reçue avec une valeur $N(R)$ égale au $N(R)$ de la dernière trame LA reçue;
- b) le temporisateur T401 expire.

La retransmission commence avec la première trame LT en séquence qui n'a pas encore fait l'objet d'accusé de réception.

Si $S(k) = 0$, l'entité de correction d'erreur ne retransmettra aucune trame LT jusqu'à ce que $S(k)$ soit mise à une valeur de non zéro par l'intermédiaire de la réception d'une trame LA.

Le temporisateur T401 sera remis en marche au moment de la retransmission de la première trame LT en séquence. Lorsque $k = 1$, le temporisateur est mis en marche lorsque l'entité de correction d'erreur a terminé la transmission de la trame LT. Lorsque $k > 1$, le temporisateur est mis en marche lorsque l'entité de correction d'erreur commence la transmission de la trame LT.

Pendant la retransmission, la réception d'une trame LA peut accuser réception de certaines des trames LT en attente de retransmission; les trames LT ayant fait l'objet d'accusé de réception ne sont pas retransmises.

A.7.3.6 Détection de défaillance de liaison

Une entité de correction d'erreur émettrice tient à jour le compte du nombre de fois où une trame LT particulière est retransmise. Si ce compte pour chaque trame LT atteint N400, on admet qu'il y a défaillance de la connexion et l'entité de correction d'erreur passe à la phase de déconnexion.

A.7.4 Procédures de signalisation d'interruption

L'entité de correction d'erreur dans la phase de données utilisera les procédures de signalisation d'interruption lorsqu'elle reçoit un signal de coupure de l'utilisateur à l'interface V.24. Le signal d'interruption entraînera la transmission d'une trame (LN) de signalisation de liaison. Les procédures qui s'appliquent à la transmission de la trame LN sont décrites ci-après.

Les trames (LN) de signalisation de liaison et (LNA) d'accusé de réception de signalisation de liaison sont utilisées pour transférer des signaux d'interruption à travers une connexion avec correction d'erreur.

A.7.4.1 Emission d'une trame LN

Lorsqu'une entité de correction d'erreur a un signal d'interruption à transmettre, l'entité transmettra une trame LN avec un N(SA) équivalant à sa variable d'état à l'émission de signalisation actuelle V(SA). Le temporisateur T401 sera mis en marche après l'émission de la LN.

Une trame LN ne peut être transmise que s'il n'y a aucune trame LN particulière qui n'a pas encore fait l'objet d'accusé de réception.

Si une trame LN brève est spécifiée, elle sera transmise immédiatement s'il n'y a pas de transmission en cours, ou immédiatement après la transmission en cours s'il y en a une. Des trames LN non brèves sont émises après l'accusé de réception de chaque trame LT en attente de transmission ou de retransmission au moment de la demande de LN, mais avant toutes données d'utilisateur ultérieures.

A.7.4.2 Effet d'une trame LN transmise sur les données

Voir le Tableau 4.

A.7.4.3 Réception d'une trame LN

Une entité de correction d'erreur entamera les procédures de signalisation de coupure lorsque l'entité reçoit une trame LN valable dont le numéro de séquence de signalisation à l'émission N(SA) est égal à la variable d'état de signalisation à la réception V(RA). L'entité de correction d'erreur acceptera cette trame et augmentera sa variable d'état de signalisation à la réception V(RA) de un, modulo 256. Si une trame LN valable est reçue avec un N(SA) inférieur à V(RA), l'entité de correction d'erreur ne tiendra pas compte du signal de coupure de la trame LN.

La réception de toute trame LN valable entraînera la transmission d'une trame (LNA) d'accusé de réception de signalisation par l'entité de correction d'erreur, comme cela est décrit en A.7.4.5.

A.7.4.4 Effet d'une trame LN reçue sur les données

Voir le Tableau 5.

A.7.4.5 Emission d'une trame LNA

Une entité de correction d'erreur utilise une trame LNA pour accuser la réception réussie d'une trame LN. Elle est transmise en réponse à la réception d'une trame LN valable. La trame LNA contiendra une valeur N(RA) égale à la valeur N(SA) contenue dans la trame LN reçue.

A.7.4.6 Réception d'une trame LNA

Une trame LNA reçue qui contient N(RA) sera l'accusé de réception pour la trame LN transmise avec un N(SA) égal au N(RA) reçu. Si le N(RA) reçu est égal au N(SA) pour la trame LN particulière, le temporisateur T401 sera arrêté et la variable d'état à l'émission de signalisation V(SA) augmentée de 1, modulo 256.

Après réception appropriée de la trame LNA pour accuser réception de la trame LN particulière, la procédure de signalisation d'interruption est terminée et l'entité de correction d'erreur reprend l'émission de données d'utilisateur.

A.7.4.7 Transmission de trames LN

A l'expiration du temporisateur T401, l'entité de correction d'erreur retransmettra la trame LN sans accusé de réception. Cette trame sera également retransmise si une trame LNA est reçue avec une valeur N(RA) inférieure à N(SA).

Le temporisateur T401 sera remis en marche au moment de la retransmission de la trame LN.

A.7.4.8 Détection de défaillance de la liaison

Une entité de correction d'erreur émettrice tiendra à jour le compte du nombre de fois où une trame LN particulière est retransmise. Si le compte pour chaque trame LN atteint N400, on admet qu'il y a défaillance de la connexion et l'entité de correction d'erreur passe à la phase de déconnexion.

A.7.5 Liste des paramètres du système de correction d'erreur

A.7.5.1 Temporisateur T401 – Temporisateur d'accusé de réception

La période du temporisateur T401, à la fin de laquelle la retransmission d'une trame peut être amorcée, tiendra compte du fait de savoir si le temporisateur T401 est mis en marche au début ou à la fin de la transmission d'une trame.

La période du temporisateur T401 dans la phase d'établissement de protocole sera de l'ordre de 0,5 à 9 secondes.

La période du temporisateur T401 pour la transmission de trames LT et LN dépend de la vitesse de transmission de la connexion physique et sera déterminée par la formule suivante:

$$T_{401} \geq \frac{2 \left\{ (k/2) \times L_b(L_f + L_{lt} + N401) + L_b(L_f + L_{la}) \right\}}{\text{bit/s}} + T_{rt}$$

où

L_b est le nombre d'éléments binaires (mode de verrouillage de trame 2 = 10, mode de verrouillage de trame 3 = 8)

L_f est la longueur de trame supplémentaire (mode de verrouillage de trame sur des octets = 7, mode de verrouillage de trame sur des éléments binaires = 4)

L_{lt} est la longueur du champ d'en-tête LT (phase de données non optimisée = 5, phase de données optimisée = 3)

L_{la} est la longueur du champ d'en-tête LA (phase de données non optimisée = 8, phase de données optimisée = 4)

T_{rt} est le temps de propagation aller-retour (y compris le temps de mise en attente et de traitement)

bit/s est la vitesse de la connexion physique en bits par seconde.

Des valeurs types sont indiquées dans le Tableau A.9.

TABLEAU A.9/V.42

Valeurs du temporisateur T401 pour la transmission de trames LT et LN

| Vitesse de la connexion physique (en bit/s) | Période (en secondes) pour N401 = 64 | Période (en secondes) pour N401 = 256 |
|---|--------------------------------------|---------------------------------------|
| 1200 | 6 | 16 |
| 2400 | 4 | 9 |

A.7.5.2 Temporisateur T402 – Temporisateur LA

La période du temporisateur T402, à la fin de laquelle un accusé de réception doit être émis, indiquera le temps maximal dont dispose l'entité de correction d'erreur entre la transmission de trames avec accusé de réception pour que l'entité correspondante puisse recevoir des accusés de réception avant que le temporisateur T401 expire à l'entité correspondante (temporisateur T402 = 0,5 temporisateur T401).

A.7.5.3 Temporisateur T403 – Temporisateur d'inactivité

L'entité de correction d'erreur peut, à titre facultatif, accepter un temporisateur T403 ayant une période d'au moins 59 secondes. La période du temporisateur T403 sera utilisée par une entité de correction d'erreur pour détecter une position de connexion semi-ouverte dans laquelle l'entité correspondante n'est pas active et n'est pas opérationnelle.

Le temporisateur T403 est activé après l'entrée dans la phase de données et remis en marche après réception de chaque trame valable.

Si le T403 est mis en service et expire, l'entité qui observe passera à la phase de déconnexion et mettra fin à la connexion.

A.7.5.4 Temporisateur T404 – Temporisateur de commande de flux

La période du temporisateur T404, à la fin de laquelle la transmission d'une trame avec accusé de réception est émise, sera utilisée pendant la phase de données d'une connexion avec correction d'erreur. La période du temporisateur T404 dépendra de la vitesse de transmission de la connexion physique et sera déterminée par le Tableau A.10.

TABLEAU A.10/V.42

Valeurs du temporisateur T404

| Vitesse de la condition physique (en bit/s) | Période (en secondes) |
|--|--------------------------|
| 1200 | 7 |
| 2400 ou plus rapide | 3 |

A.7.5.5 Nombre maximal de retransmissions (N400)

La valeur de N400 indiquera le nombre maximal de tentatives faites par l'entité de correction d'erreur pour mettre fin à la transmission réussie d'une trame à l'entité correspondante.

La valeur de N400 sera 12.

A.7.5.6 Nombre maximal d'octets dans un champ d'information (N401)

La valeur de N401 indiquera le nombre maximal d'octets dans le champ d'information, à l'exception des octets DLE (mode de verrouillage de trame sur des octets, arithmique) ou des éléments binaires 0 (mode de verrouillage de trame sur des éléments binaires) insérés pour la transparence, qu'une entité de correction d'erreur est prête à accepter de l'entité correspondante.

La valeur de N401 sera déterminée au cours de la phase d'établissement de protocole par le paramètre variable LR 4 (voir A.6.4.1.7).

NOTE – Les applications ne doivent pas accepter une valeur de N401 = 64.

A.7.5.7 Nombre maximal de trames LT particulières (*k*)

La valeur de *k* indiquera le nombre maximal de trames LT numérotées séquentiellement que l'entité de correction d'erreur peut avoir en attente d'acquiescement (c'est-à-dire sans accusé de réception).

La valeur de k sera déterminée au cours de la phase d'établissement de protocole par le paramètre variable LR 3 (voir A.6.4.1.6).

La valeur de k ne dépassera jamais 255.

NOTE – Les applications doivent accepter une valeur de $k = 8$.

Annexe B

Mise en correspondance des formats de caractères par rapport au format à 8 bits

La présente annexe indique la mise en correspondance destinée à la conversion entre les formats de caractères utilisés sur l'interface ETTD/ETCD et ceux utilisés sur l'interface fonction de commande/fonction de protection contre les erreurs. Seule l'acceptation du format ETTD/ETCD à 10 bits est obligatoire; l'acceptation d'autres formats indiqués ici est facultative. Les formats de caractères autres que ceux énumérés ci-après ne sont pas acceptés.

| ETTD/ETCD Nombre total de bits par caractère | Formats spécifiques d'octets acceptés (en bits) | Fonction de commande/Fonction de protection contre les erreurs (formatage d'octets) |
|---|---|---|
| 11 | Départ/8 données/2 arrêt Départ/8 données/parité/arrêt | 8 données (le bit de parité ou le deuxième bit d'arrêt est produit indépendamment sur chaque interface ETTD/ETCD) |
| 10 | Départ/8 données/arrêt | 8 données |
| | Départ/7 données/2 arrêt | 7 données plus un bloc d'élément binaire 0 placé sur le bit de poids élevé |
| | Départ/7 données/parité/arrêt | 7 données plus parité en tant que bit de poids élevé |
| 9 | Départ/7 données/arrêt | 7 données plus un bloc d'élément binaire 0 placé sur le bit de poids élevé |
| | Départ/6 données/2 arrêt | 6 données plus deux blocs d'élément binaire 0 placés sur les deux bits de poids le plus élevé |
| | Départ/6 données/parité/arrêt | 6 données plus 1 bit parité placé sur le prochain élément binaire de poids élevé plus un bloc d'élément binaire 0 placé sur le bit de poids élevé |
| 8 | Départ/6 données/arrêt | 6 données plus un bloc d'élément binaire 0 placé sur les deux bits de poids le plus élevé |
| | Départ/5 données/2 arrêt | 5 données plus trois blocs d'élément binaire 0 placés sur les trois bits de poids le plus élevé |
| | Départ/5 données/parité/arrêt | 5 données plus 1 bit parité placé sur le troisième élément binaire de poids le plus élevé plus deux blocs d'élément binaire 0 placés sur les deux bits de poids le plus élevé |

Appendice I

Interfonctionnement avec un ETCD sans correction d'erreur

Le présent appendice fait état de certaines considérations pour l'interfonctionnement entre un ETCD avec correction d'erreur et un ETCD sans correction d'erreur.

I.1 Interfonctionnement avec une entité appelée sans correction d'erreur

Un ETCD appelé sans correction d'erreur passera l'ODP à travers son ETTD qui lui est attaché. Lorsqu'il est passé à travers le convertisseur asynchrone/synchrone d'un ETCD, l'ODP produit une séquence de bits qui est interprétée par une grande majorité d'ETTD comme une série de caractères IA5 de parité alternée (en admettant que l'ETTD utilise le format de données suivant: un bit de départ, sept bits de données, un bit de parité, un bit d'arrêt). La séquence peut perturber le débit automatique (en bauds) ou les mécanismes de détection du format de caractères de l'entité appelée ou entraîner, par inadvertance, le contournement du dialogue nécessaire à l'établissement de communication ETTD vers ETTD sans correction d'erreur. Dans ce cas, l'entité appelante devra se déconnecter, inhiber la correction d'erreur de façon manuelle, et tenter à nouveau l'appel.

I.2 Interfonctionnement avec une entité appelante sans correction d'erreur

Une entité appelée avec correction d'erreur, demandée par une entité appelante sans correction d'erreur, n'enverra que des bits de repos, ce qui n'entraîne pas d'effet perceptible à l'ETTD appelant (étant donné que la position de repos est l'état «normal» pour un ETTD asynchrone). Après la période de temporisation de la phase de détection, l'entité appelée avec correction d'erreur reviendra au fonctionnement de l'ETCD ne disposant pas de correction d'erreur (c'est-à-dire au mode sans correction d'erreur).

I.3 Disposition de bits non reconnus

Si la phase de détection est réussie (c'est-à-dire que chaque ETCD de protection contre les erreurs reconnaît les capacités de protection contre les erreurs de l'autre et entre dans la phase d'établissement de protocole), aucun des éléments binaires reçus pendant la phase de détection (c'est-à-dire l'ODP et l'ADP) n'est remis à l'ETTD.

Si la phase de détection échoue, un ETCD de protection contre les erreurs revient au mode ETCD sans correction d'erreur. Bien que les bits reçus au cours de la phase de détection qui a échoué n'étaient d'aucune valeur pour la fonction de protection contre les erreurs, ils peuvent en fait avoir de la valeur pour les ETTD, étant donné que l'ETCD sans protection contre les erreurs aura déjà donné à son ETTD auxiliaire le feu vert pour commencer la transmission. Il existe plusieurs possibilités de traiter ces bits, comme cela est indiqué ci-après; d'autres possibilités existent également.

- a) L'ETCD de correction d'erreur peut rejeter les bits reçus pendant la période de temporisation de la phase de détection. Cette disposition représente l'application minimale. Si l'ETTD auxiliaire de l'ETCD sans correction d'erreur transmettait des données pendant la période de temporisation, il serait nécessaire, dans ce cas, de répéter la transmission si, effectivement, le fait que les bits aient été rejetés est admis (peut-être parce que la transmission était censée évoquer certains types de réponse, que l'on ne parvient pas à matérialiser).
- b) L'ETCD de correction d'erreur pourrait mettre dans une mémoire tampon les bits reçus pendant la phase de détection et, jusqu'à la fin de ladite phase, transmettre tous ces éléments binaires à l'ETTD. Etant donné la possibilité de transmission continue à partir de l'autre ETTD, ce mode de fonctionnement facultatif exigerait vraisemblablement l'application du mode tampon intégral (c'est-à-dire que chaque caractère reçu est retenu pour être renvoyé après que les caractères reçus antérieurement ont été transmis). Bien que les Recommandations ETCD sans correction d'erreur n'exigent pas ce mode de fonctionnement, la Recommandation ETCD de correction d'erreur exige de toute façon un mode tampon intégral (de même que le contrôle de flux ETTD/ETCD) à cause de la possibilité de retransmission dans le cas d'erreur. Le mode tampon et à contrôle de flux sans protection contre les erreurs pourrait ainsi être considéré comme un sous-ensemble reconnu de la Recommandation de correction d'erreur que les fabricants pourraient choisir d'appliquer et de mettre à la disposition des utilisateurs. Cela non seulement résout le problème éventuel des données perdues au cours de la phase de détection, mais admet aussi une interface ETTD/ETCD de vitesse constante pendant le fonctionnement sans correction d'erreur. La présente Recommandation n'exige cependant pas que ce mode de fonctionnement soit disponible.

Appendice II

Conditions d'acheminement des données

La fonction de commande a pour responsabilité de déterminer à quel moment déclencher un transfert de données aux fins de transmettre les données reçues sur l'interface V.24 à l'ETCD distant. Bien que cela soit au-delà de la portée de la présente Recommandation de spécifier à quel moment la fonction de commande déclenche le transfert de données, plusieurs critères d'acheminement de données sont possibles. Ces critères sont les suivants:

- a) *Caractère d'acheminement de données* (cela correspond au paramètre 3 de la Recommandation X.3): la fonction de commande peut déclencher la transmission de données reçues fondée sur la réception par l'interface V.24 d'un caractère prédésigné ou d'une séquence de caractères.
- b) *Temporisateur au repos* (cela correspond au paramètre 4 de la Recommandation X.3): avec cette méthode, la fonction de commande active un temporisateur chaque fois qu'un nouveau caractère est reçu par l'interface V.24. Si aucun autre caractère n'est reçu au cours d'une période prédéterminée, la fonction de commande charge sa fonction de protection contre les erreurs de transmettre les caractères accumulés.
- c) *Temporisateur d'intervalle*: avec cette méthode, la fonction de commande accumule les caractères de l'interface V.24 pour une période donnée. Lorsque cette période s'est écoulée, la fonction de commande charge sa fonction de protection contre les erreurs de transmettre les caractères accumulés.
- d) *Mode continu*: après réception d'un caractère de l'interface V.24, la fonction de commande charge sa fonction de protection contre les erreurs de commencer la transmission de données. Comme la fonction de protection contre les erreurs transmet une trame pour acheminer ces données et avant appelle le champ FCS pour écouler la trame I, la fonction de commande peut fournir à la fonction de protection contre les erreurs des caractères supplémentaires reçus de l'interface V.24 aux fins d'inclusion dans la trame I.
- e) *Mode groupé*: la fonction de commande peut accumuler un nombre prédéterminé de caractères avant de demander leur transmission par la fonction de protection contre les erreurs.

D'autres critères d'acheminement de données peuvent également être utilisés par la fonction de commande. Cette dernière peut utiliser plusieurs méthodes en même temps.

Appendice III

Information supplémentaire destinée aux responsables de la mise en œuvre de la Recommandation V.42 en ce qui concerne la robustesse du fonctionnement

Certaines procédures, techniques, valeurs de paramètre et certains comportements peuvent être inclus dans les mises en œuvre de la phase de détection et du protocole LAPM, ce qui peut améliorer la qualité de la phase de détection et LAPM dans certaines conditions de voie (par exemple en cas de taux d'erreur binaire élevé). La mise en œuvre de ces procédures, etc., n'est pas nécessaire pour observer la présente Recommandation, mais celle-ci l'autorise. La mise en œuvre de ces procédures n'a pas d'effet défavorable sur l'interexploitation avec des ETCD qui n'appliquent pas ces procédures.

Le présent appendice d'information indique à quels endroits ces procédures sont mentionnées, décrites ou autorisées dans le texte de la présente Recommandation et les avantages que l'on peut retirer de leur mise en œuvre. Les renseignements qu'il fournit ne sont pas exhaustifs et ne visent pas à interdire d'autres améliorations possibles.

III.1 Transmission de la séquence de détection par l'entité qui répond

Le paragraphe 7.2.1.3 oblige l'entité qui répond à transmettre «au moins dix fois» la séquence de détection de l'entité qui répond. Puisque la séquence de détection de l'entité qui appelle a été reçue, l'entité qui répond a toute confiance dans l'aptitude de l'entité qui appelle à accepter le fonctionnement LAPM; en pareil cas, il serait souhaitable de transmettre l'ADP bien plus de dix fois, peut-être jusqu'à ce que des fanions soient reçus de l'entité qui appelle. Cela augmentera les chances de rétablissement, au cas où deux séquences consécutives des dix premières ADP ne seraient pas reçues correctement, et par là la probabilité d'établissement de la connexion.

III.2 Valeur du paramètre N400 (nombre maximal de retransmissions)

Le paragraphe 9.2.2 spécifie que N400 aura une valeur minimale de 1, mais ne spécifie pas sa valeur maximale ou recommandée. Pour accroître la robustesse de fonctionnement dans des conditions de voie défavorables, il convient de donner à ce paramètre une valeur relativement élevée (par exemple 16), afin que soient faites des tentatives répétées d'une procédure exigeant une réponse dans un intervalle de plusieurs secondes (selon le débit de données).

En particulier, il faut noter qu'une fois achevée avec succès la phase de détection (voir 7.2.1), l'entité qui appelle est à peu près certaine que l'entité qui répond est vraiment en mesure d'accepter le fonctionnement LAPM. En pareil cas, il y a intérêt à donner à N400 une valeur élevée pendant la phase d'établissement du protocole afin d'accroître la probabilité d'établissement de la connexion. En revanche, si la phase de détection est omise, il peut être nécessaire de donner à N400 une valeur faible, afin de permettre le retour au mode sans correction d'erreur, s'agissant d'ETCD sans correction d'erreur ou acceptant seulement le protocole de remplacement.

III.3 Echange incomplet de XID

Le paragraphe 8.10.3 spécifie que si une trame de commande XID est émise N400 fois sans réponse valable, «... l'entité de correction d'erreur informe la fonction de commande que la procédure de négociation/indication n'a pas été menée à bonne fin». On notera que le destinataire de la trame de commande XID peut l'avoir effectivement traitée et avoir transmis une trame de réponse XID, peut-être à de multiples reprises, les réponses étant erronées et mises au rebut; en pareil cas, si l'expéditeur de la trame de commande XID doit conserver la connexion, les paramètres des deux entités de correction d'erreur (voire des fonctions de plus haut niveau, comme la compression de données type V.42 *bis*) peuvent être différents, ce qui se traduit finalement par une interruption de la connexion et (ou) par des erreurs ou une perte de données. Il y a donc intérêt à libérer la communication en cas d'échec de l'échange XID.

III.4 Retransmission sélective

La commande/réponse de rejet sélectif (SREJ) est décrite en 8.2.4.8, 8.4.5 et 8.5.1. Si la trame SREJ est prévue dans les deux entités de correction d'erreur, quand elle est mise en œuvre par négociation (voir les articles 10 et 12) elle peut servir à améliorer la qualité de fonctionnement de la connexion LAPM en cas de conditions défavorables (et en présence de longs temps de propagation, comme sur les circuits par satellite). La raison de cette amélioration est la suivante: en cas de perte d'une ou plusieurs trames par suite du bruit de ligne, la procédure SREJ exige seulement que soit(soient) retransmise(s) la ou les trames perdues, alors que la procédure normale REJ exige la retransmission de la première trame perdue et de toutes les trames suivantes; la procédure SREJ améliore donc la qualité puisqu'elle élimine la transmission répétée de données qui ont déjà été correctement reçues.

III.5 Rejet lors de la détection de trames erronées

Le paragraphe 8.5.4 permet au destinataire d'une trame erronée, dans certaines conditions, d'émettre immédiatement une trame REJ au lieu de se borner à rejeter la trame et à ne pas en tenir compte. L'application de cette disposition facultative peut raccourcir le délai nécessaire pour revenir au fonctionnement normal sur la ligne. Il peut être préférable d'envoyer cette trame de «REJ précoce» seulement quand la trame erronée se compose d'au moins cinq octets; il sera ainsi inutile d'émettre des trames REJ quand l'erreur est due à une erreur de fanion ou de trame de supervision.

III.6 Technique du point de repère

La récupération de la dernière trame I perdue d'une série peut être accélérée si cette trame I est suivie d'une trame de commande de supervision (par exemple RR) dont le bit d'invitation à émettre a la valeur 1. Les chances de réception sans erreur sont plus grandes pour la trame de supervision courte que pour la trame I précédente plus longue; la trame courte dont le bit d'invitation à émettre est mis sur 1 exige du destinataire qu'il réponde immédiatement en indiquant si la trame I précédente a été/n'a pas été correctement reçue. Cette technique, dite du point de repère, diminue la dépendance à l'égard de la récupération par temporisation des trames I perdues et peut améliorer la qualité de fonctionnement en cas de conditions défavorables.

Il faut éviter néanmoins de mettre ce mécanisme fréquemment en œuvre, afin d'éviter une dégradation du débit dans le sens inverse; en effet, l'entité de correction d'erreur éloignée doit insérer une trame de réponse de supervision dont le dernier bit est mis sur 1 dans le train de données dans l'autre sens chaque fois qu'il est fait appel à cette technique.

Appendice IV

Facteurs permettant de déterminer le temporisateur d'accusé de réception

Plusieurs procédures de la fonction de protection contre les erreurs utilisent un temporisateur d'accusé de réception (T401) pour assurer la réception propice de l'accusé de réception émis par la fonction de protection contre les erreurs distante. Pour assurer la réception de cet accusé de réception avant que le T401 de l'émetteur n'expire, les deux fonctions de protection contre les erreurs qui communiquent doivent tenir compte des facteurs de temps suivants:

- a) le temps de propagation supposé lors de la transmission de la trame exigeant l'accusé de réception – (T_a);
- b) le temps nécessaire à l'ETCD distant pour traiter la trame reçue et formuler l'accusé de réception – (T_b);
- c) le temps maximal autorisé pour terminer la transmission de ces trames dans la «queue de transmission» de l'ETCD distant (par exemple une trame déjà en cours de transmission ou une trame qui ne peut pas être déplacée) – (T_c);
- d) le temps nécessaire pour transmettre la trame d'accusé de réception – (T_d);
- e) le temps de propagation supposé lors de la transmission de la trame d'accusé de réception – (T_e);
- f) le temps de traitement nécessaire à la fonction de protection contre les erreurs pour reconnaître la trame d'accusé de réception – (T_f).

Etant donné les valeurs concernant les limites de temps mentionnées ci-dessus, la valeur du temporisateur d'accusé de réception utilisé par la fonction de protection contre les erreurs émettrice doit alors être définie comme suit:

$$T401 \geq T_a + T_b + T_c + T_d + T_e + T_f$$

Appendice V

Valorisations potentielles à apporter au protocole LAPM

Au cours de la mise au point de la présente Recommandation, plusieurs questions ont été soulevées qui peuvent conduire à des valorisations du protocole LAPM (défini dans la partie principale de la présente Recommandation) ou à des modifications concernant les Recommandations de la série V au cours de la période d'études 1989-1992. Le présent appendice examine brièvement ces questions de sorte que les fabricants soient conscients de l'orientation vraisemblable de la mise au point de la présente Recommandation. Sauf indication contraire, il y aurait lieu de donner suite à ces valorisations offertes en option.

V.1 Compression des données

Le fonctionnement de l'ETCD de correction d'erreur peut être renforcé considérablement par l'utilisation de compression de données sur la chaîne de caractères que l'ETTD reçoit avant la transmission par la fonction de protection contre les erreurs.

V.2 Correction d'erreur sans circuit de retour

Dans certaines applications des modems de la série V, le taux d'erreur sur les bits qui se présente sur la connexion physique peut être suffisamment élevé pour réduire sérieusement le débit obtenu par la fonction de protection contre les erreurs. L'utilisation de modems pour la transmission de données sur des liaisons radioélectriques à cellule constitue un exemple de ce type d'applications. Dans ces conditions, le fonctionnement peut être amélioré si la sortie de la fonction de protection contre les erreurs est codée en utilisant un code de correction d'erreur sans circuit de retour avant la transmission sur la connexion physique.

V.3 Multiplexage statistique

Le multiplexage de plusieurs trains de données d'utilisateur sur une seule connexion physique peut être accompli de deux façons. Les procédures décrites dans la définition LAPM peuvent supporter des connexions logiques multiples. Par conséquent, un DLCI distinct pourrait être associé à chaque train de données. Alternativement, une connexion logique unique peut être utilisée pour transporter les données à partir de plusieurs ETTD, ce qui exigerait certains moyens de structuration du champ d'information d'une trame I.

V.4 Transport de bout en bout de l'information d'état de l'interface

Une caractéristique commune liée au paragraphe V.3 est la capacité de reproduire l'état d'un sous-ensemble de caractères de l'interface V.24 à l'interface ETTD/ETCD distante comme cela est décrit par exemple dans la Recommandation V.110. Cela pourrait se faire en utilisant une trame UI (voir 8.6 et 12.3) et en codant les états de circuit de l'interface dans le champ d'information, ou en ajoutant un en-tête à chaque trame I.

V.5 Questions concernant l'échange d'information fonction de commande vers fonction de commande

- a) Une valeur DLCI a été réservée pour le transport de l'information fonction de commande vers fonction de commande entre les fonctions de commande ETCD homologues. Le protocole concernant cet échange d'information doit faire l'objet d'un complément d'étude.
- b) L'essai de bouclage entre fonctions de commande est possible en utilisant les procédures définies dans le cadre du LAPM.

V.6 Négociation du débit

Les fonctions de commande ETCD peuvent communiquer des informations concernant les vitesses de transmission disponibles et les schémas de modulation sur le DLCI examiné au paragraphe V.5, de sorte que l'on puisse convenir d'une stratégie reprise/poursuite. Cela peut s'appliquer en particulier dans les ETCD à normes multiples où la possibilité de commuter entre par exemple les Recommandations V.32 et V.22 au cours de l'appel peut aboutir à des améliorations du fonctionnement pour une ligne de qualité médiocre.

V.7 Fonctionnement sur une connexion physique en mode asymétrique ou semi-duplex

Plusieurs questions ont été soulevées en ce qui concerne le fonctionnement sur une connexion en mode asymétrique ou semi-duplex. La performance du protocole de correction d'erreur peut être optimisée pour être utilisée sur une connexion physique spécifique; cependant, les moyens utilisés à cette fin doivent faire l'objet d'un complément d'étude. Une technique possible est décrite au paragraphe V.8. Une autre technique possible est indiquée dans la Recommandation X.32 et est connue sous le nom de procédure LAPX pour le fonctionnement sur des connexions en mode semi-duplex.

V.8 Rejet de trames multiples

Le mécanisme de rejet sélectif défini pour la procédure LAPM permet à plusieurs trames I d'être individuellement rejetées; cependant, une trame de commande – SREJ – doit être transmise pour chaque trame rejetée (c'est-à-dire pour chaque trame dont la retransmission est demandée). Dans certaines applications, par exemple, pour l'utilisation avec une connexion physique en mode semi-duplex, la performance serait améliorée de façon significative si une trame de commande unique pouvait être utilisée pour demander la retransmission de plusieurs trames I, non pas nécessairement consécutives. La trame de commande (MREJ) pourrait contenir un champ d'information avec une configuration d'éléments binaires de longueur k , dans lequel l'état de chaque élément binaire indique l'accusé de réception ou le rejet de la trame correspondante dans une fenêtre de trame k de trames particulières (en attente).

V.9 Indication/négociation du format de caractère

Bien que le format de caractère en mode arithmique associé à chaque interface ETTD/ETCD (format utilisé par l'ETTD à chaque extrémité de la connexion) puisse être différent, certaines inconsistances ne seraient pas autorisées. Dans le cas de différences dans l'utilisation de la parité ou du nombre de bits d'arrêt, il est suffisant que les bits de données soient acheminés de bout en bout. Si les formats de caractère aux deux interfaces ETTD/ETCD diffèrent pour ce qui est du nombre de bits de données, l'appel doit être libéré ou les ETCD négocient un format commun. Cela doit faire l'objet d'un complément d'étude.

V.10 Traitement des erreurs de verrouillage de trame/parité

Lorsque l'on utilise le format de caractère à 11 bits, il n'y pas de mécanisme défini qui permette d'indiquer l'état du bit de parité à l'ETTD distant. De plus, d'autres erreurs de format de caractère détectées à l'interface ETTD/ETCD ne seraient pas signalées. Il y a deux possibilités: supprimer la caractéristique concernant l'alignement adopté et, en conséquence, autoriser l'émission d'un neuvième élément binaire ou d'un élément binaire supplémentaire, ou émettre des informations subsidiaires lorsqu'une erreur est détectée.

V.11 Chiffrage

L'utilisation du chiffrage dans un ETCD de correction d'erreur présente quelques avantages, notamment lorsque cela se fait conjointement avec la compression de données. Si l'ETTD envoie des données chiffrées, le matériel qui serait normalement utilisé pour obtenir la compression de données peut être affecté par le processus de chiffrage et, en conséquence, la qualité de compression est médiocre. L'efficacité du chiffrage employé après que les données ont été compressées est supérieure, étant donné la redondance plus faible qui existe dans le train codé.

V.12 Compatibilité RNIS

Certains avantages peuvent être tirés de la compatibilité avec des protocoles d'accès RNIS dans les applications impliquant l'interfonctionnement RNIS/RTGC, c'est-à-dire lorsqu'il est nécessaire d'avoir un accès direct (composition sur cadran) aux abonnés ou aux services RNIS. Des protocoles fondés sur la procédure LAPD ont été proposés pour plusieurs applications dans le cadre du RNIS, par exemple, adaptation du terminal.

Références

- [1] Recommandation UIT-T Q.920 (1993), *Couche liaison de données à l'interface usager-réseau RNIS – Aspects généraux.*
- [2] Recommandation UIT-T Q.921 (1993), *Spécifications de la couche liaison de données de l'interface usager-réseau RNIS.*
- [3] Recommandation UIT-T V.14 (1993), *Transmission de caractères arithmiques sur des voies supports synchrones.*
- [4] Recommandation UIT-T V.24 (1996), *Liste des définitions des circuits de jonction entre l'équipement terminal de traitement de données et l'équipement de terminaison du circuit de données.*
- [5] Recommandation UIT-T X.3 (1993), *Service complémentaire d'assemblage et désassemblage de paquets dans un réseau public pour données.*
- [6] ISO/CEI 3309:1993, *Technologies de l'information – Télécommunications et échange d'informations entre systèmes – Procédures de commande de liaison de données à haut niveau (HDLC) – Structure de trame.*
- [7] ISO/CEI 4335:1993, *Technologies de l'information – Télécommunications et échange d'informations entre systèmes – Procédures de commande de liaison de données à haut niveau (HDLC) – Eléments de procédures.*
- [8] ISO/CEI 7809:1993, *Technologies de l'information – Télécommunications et échange d'informations entre systèmes – Procédures de commande de liaison de données à haut niveau (HDLC) – Classes de procédures.*
- [9] ISO/CEI 8885:1993, *Technologies de l'information – Télécommunications et échange d'informations entre systèmes – Procédures de commande de liaison de données à haut niveau (HDLC) – Format et contenu du champ d'information de la trame XID pour application générale.*

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 radiophonique et télévisuelle
- 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
- Série V Communications de données sur le réseau téléphonique**
- Série X Réseaux pour données et communication entre systèmes ouverts
- Série Z Langages de programmation