



UNION INTERNATIONALE DES TÉLÉCOMMUNICATIONS

UIT-T

SECTEUR DE LA NORMALISATION
DES TÉLÉCOMMUNICATIONS
DE L'UIT

G.991.1

(10/98)

SÉRIE G: SYSTÈMES ET SUPPORTS DE
TRANSMISSION, SYSTÈMES ET RÉSEAUX
NUMÉRIQUES

Systemes de transmission numériques – Sections
numériques et systemes de lignes numériques – Réseaux
d'accès

**Emetteurs-récepteurs de ligne d'abonné
numérique à grand débit**

Recommandation UIT-T G.991.1

(Antérieurement Recommandation du CCITT)

RECOMMANDATIONS UIT-T DE LA SÉRIE G

SYSTÈMES ET SUPPORTS DE TRANSMISSION, SYSTÈMES ET RÉSEAUX NUMÉRIQUES

| | |
|---|--------------------|
| CONNEXIONS ET CIRCUITS TÉLÉPHONIQUES INTERNATIONAUX | G.100–G.199 |
| SYSTÈMES INTERNATIONAUX ANALOGIQUES À COURANTS PORTEURS | |
| CARACTÉRISTIQUES GÉNÉRALES COMMUNES À TOUS LES SYSTÈMES ANALOGIQUES À COURANTS PORTEURS | G.200–G.299 |
| CARACTÉRISTIQUES INDIVIDUELLES DES SYSTÈMES TÉLÉPHONIQUES INTERNATIONAUX À COURANTS PORTEURS SUR LIGNES MÉTALLIQUES | G.300–G.399 |
| CARACTÉRISTIQUES GÉNÉRALES DES SYSTÈMES TÉLÉPHONIQUES INTERNATIONAUX HERTZIENS OU À SATELLITES ET INTERCONNEXION AVEC LES SYSTÈMES SUR LIGNES MÉTALLIQUES | G.400–G.449 |
| COORDINATION DE LA RADIOTÉLÉPHONIE ET DE LA TÉLÉPHONIE SUR LIGNES | G.450–G.499 |
| EQUIPEMENTS DE TEST | |
| CARACTÉRISTIQUES DES SUPPORTS DE TRANSMISSION | G.600–G.699 |
| SYSTÈMES DE TRANSMISSION NUMÉRIQUES | |
| EQUIPEMENTS TERMINAUX | G.700–G.799 |
| RÉSEAUX NUMÉRIQUES | G.800–G.899 |
| SECTIONS NUMÉRIQUES ET SYSTÈMES DE LIGNES NUMÉRIQUES | G.900–G.999 |
| Généralités | G.900–G.909 |
| Paramètres pour les systèmes à câbles optiques | G.910–G.919 |
| Sections numériques à débits hiérarchisés multiples de 2048 kbit/s | G.920–G.929 |
| Systèmes numériques de transmission par ligne à débits non hiérarchisés | G.930–G.939 |
| Systèmes de transmission numérique par ligne à supports MRF | G.940–G.949 |
| Systèmes numériques de transmission par ligne | G.950–G.959 |
| Section numérique et systèmes de transmission numériques pour l'accès usager du RNIS | G.960–G.969 |
| Systèmes sous-marins à câbles optiques | G.970–G.979 |
| Systèmes de transmission par ligne optique pour les réseaux locaux et les réseaux d'accès | G.980–G.989 |
| Réseaux d'accès | G.990–G.999 |

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

RECOMMANDATION UIT-T G.991.1

EMETTEURS-RECEPTEURS DE LIGNE D'ABONNE NUMERIQUE A GRAND DEBIT

Résumé

La présente Recommandation spécifie une "ligne d'abonné numérique à grand débit" (HDSL, *high bit rate digital subscriber line*) qui constitue un système de transmission bidirectionnel et symétrique permettant l'acheminement de signaux à 1544 kbit/s ou 2048 kbit/s sur les paires torsadées en cuivre des réseaux d'accès. Les travaux qui ont servi de base ont été effectués par le Comité T1 de l'ANSI pour les signaux à 1544 kbit/s. Les résultats de ces travaux ont été repris par le TM6 de l'ETSI dans une spécification technique pour les signaux à 2048 kbit/s qu'elle a adoptée et qui constitue la base de la présente Recommandation.

Le système HDSL utilise une technique d'annulation de l'écho pour la séparation des sens de transmission de sorte qu'une paire torsadée unique peut acheminer les deux sens de transmission. Deux codes de ligne différents sont recommandés: la modulation d'amplitude d'impulsion 2B1Q et la modulation d'amplitude/phase sans porteuse CAP: La modulation CAP n'est utilisable que pour les signaux à 2048 kbit/s alors que pour la modulation 2B1Q deux trames différentes sont définies pour les signaux à 1544 et 2048 kbit/s.

La modulation 2B1Q pour les signaux à 2048 kbit/s permet la transmission en mode duplex sur une seule paire et la transmission parallèle sur deux ou trois paires. Il est ainsi possible de répartir le signal sur plusieurs paires et de diminuer le débit afin d'augmenter la longueur de la ligne. La CAP est définie pour une ou deux paires et la 2B1Q à 1544 kbit/s pour deux paires seulement.

Source

La Recommandation UIT-T G.991.1, élaborée par la Commission d'études 15 (1997-2000) de l'UIT-T, a été approuvée le 13 octobre 1998 selon la procédure définie dans la Résolution n° 1 de la CMNT.

AVANT-PROPOS

L'UIT (Union internationale des télécommunications) est une institution spécialisée des Nations Unies dans le domaine des télécommunications. L'UIT-T (Secteur de la normalisation des télécommunications) est un organe permanent de l'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.

Dans certains secteurs des technologies de l'information qui correspondent à la sphère de compétence de l'UIT-T, les normes nécessaires se préparent en collaboration avec l'ISO et la CEI.

NOTE

Dans la présente Recommandation, le terme *exploitation reconnue (ER)* désigne tout particulier, entreprise, société ou organisme public qui exploite un service de correspondance publique. Les termes *Administration*, *ER* et *correspondance publique* sont définis dans la *Constitution de l'UIT (Genève, 1992)*.

DROITS DE PROPRIÉTÉ INTELLECTUELLE

L'UIT attire l'attention sur la possibilité que l'application ou la mise en œuvre de la présente Recommandation puisse donner lieu à l'utilisation d'un droit de propriété intellectuelle. L'UIT ne prend pas position en ce qui concerne l'existence, la validité ou l'applicabilité des droits de propriété intellectuelle, qu'ils soient revendiqués par un Membre de l'UIT ou par une tierce partie étrangère à la procédure d'élaboration des Recommandations.

A la date d'approbation de la présente Recommandation, l'UIT avait été avisée de l'existence d'une propriété intellectuelle protégée par des brevets à acquérir pour mettre en œuvre la présente Recommandation. Toutefois, comme il ne s'agit peut-être pas de renseignements les plus récents, il est vivement recommandé aux responsables de la mise en œuvre de consulter la base de données des brevets du TSB.

© UIT 1999

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

| | Page |
|--------|---|
| 1 | Domaine d'application 1 |
| 2 | Références normatives 1 |
| 3 | Abréviations..... 2 |
| 4 | Configuration de référence et description fonctionnelle..... 3 |
| 5 | Spécifications du noyau HDSL..... 6 |
| 5.1 | Fonctions..... 6 |
| 5.1.1 | Transport transparent des trames de base 7 |
| 5.1.2 | Bourrage et déboufrage..... 7 |
| 5.1.3 | Procédures CRC-6 et détection d'erreur de transmission 7 |
| 5.1.4 | Rapport d'erreur 7 |
| 5.1.5 | Détection de défaillance 7 |
| 5.1.6 | Rapport de défaillance 7 |
| 5.1.7 | Base de temps des bits 7 |
| 5.1.8 | Verrouillage de trames..... 7 |
| 5.1.9 | Commande de déclenchement autonome de l'émetteur-récepteur HDSL 8 |
| 5.1.10 | Commande et coordination du bouclage 8 |
| 5.1.11 | Mappage des trames de base dans les trames HDSL..... 8 |
| 5.1.12 | Commande de la voie de maintenance 8 |
| 5.1.13 | Synchronisation et coordination des émetteurs-récepteurs HDSL 8 |
| 5.1.14 | Identification des paires 8 |
| 5.1.15 | Correction d'identification de paires..... 8 |
| 5.1.16 | Alimentation à distance 8 |
| 5.1.17 | Courant de mouillage..... 8 |
| 5.2 | Support de transmission..... 8 |
| 5.2.1 | Description..... 8 |
| 5.2.2 | Exigences minimales des lignes locales numériques (DLL) pour les applications HDSL..... 9 |
| 5.2.3 | Caractéristiques physiques des lignes DLL 9 |
| 5.2.4 | Caractéristiques électriques des lignes DLL..... 10 |
| 5.3 | Méthode de transmission 12 |
| 5.3.1 | Généralités 12 |
| 5.3.2 | Transmission sur trois paires 12 |
| 5.3.3 | Transmission sur deux paires 12 |
| 5.3.4 | Transmission sur une paire 12 |
| 5.3.5 | Transmission sur quatre paires 13 |

| | Page |
|-------|--|
| 5.3.6 | Code en ligne 13 |
| 5.3.7 | Débit de symboles de ligne 13 |
| 5.4 | Structure de trame 13 |
| 5.4.1 | Trame de base 13 |
| 5.4.2 | Trame HDSL 2B1Q 14 |
| 5.4.3 | Méthode d'embrouillage 28 |
| 5.5 | Voie d'exploitation incorporée HDSL (eoc) 29 |
| 5.5.1 | Fonctions des eoc HDSL 31 |
| 5.5.2 | Protocole d'accusé de réception des eoc HDSL 32 |
| 5.5.3 | Mode eoc HDSL de lecture/écriture de données 35 |
| 5.5.4 | Liste des messages eoc HDSL 38 |
| 5.5.5 | Exigences de l'ensemble de messages eoc HDSL 38 |
| 5.5.6 | Registres de données dans l'unité NTU et dans les régénérateurs 41 |
| 5.5.7 | Marge de bruit 42 |
| 5.6 | Procédure de déclenchement 43 |
| 5.6.1 | Généralités 43 |
| 5.6.2 | Signaux de commande et d'état 44 |
| 5.6.3 | Signaux émis 45 |
| 5.6.4 | Temporisations 46 |
| 5.6.5 | Diagrammes d'état d'activation 47 |
| 5.6.6 | Procédures associées au régénérateur 54 |
| 5.7 | Exploitation et maintenance 58 |
| 5.7.1 | Fonctions au point de référence externe OAM de l'unité LTU 58 |
| 5.7.2 | Fonctions au point de référence externe OAM de l'unité NTU 59 |
| 5.7.3 | Messages et fonctions OAM prises en charge par le noyau HDSL 60 |
| 5.7.4 | Fonctions OAM associées à l'alimentation 62 |
| 5.7.5 | Comportement du régénérateur 63 |
| 5.8 | Caractéristiques électriques d'un émetteur-récepteur 2B1Q simple 64 |
| 5.8.1 | Généralités 64 |
| 5.8.2 | Impédance et affaiblissement d'adaptation de l'émetteur-récepteur 64 |
| 5.8.3 | Horloge de référence de l'émetteur-récepteur 65 |
| 5.8.4 | Caractéristiques de sortie de l'émetteur 65 |
| 5.8.5 | Dissymétrie d'impédance par rapport à la terre 69 |
| 5.9 | Qualité de fonctionnement des émetteurs-récepteurs HDSL individuels 72 |
| 5.9.1 | Exigences relatives à la qualité de fonctionnement 72 |
| 5.9.2 | Modèles physiques de lignes locales numériques (DLL, <i>digital local line</i>) (boucles d'essai) 72 |
| 5.9.3 | Gigue et dérapage 73 |

| | Page |
|---|--|
| 6 | Spécifications des circuits communs 74 |
| 6.1 | Tampon de différence de retard 74 |
| 6.2 | Mécanisme d'identification des paires 74 |
| 6.2.1 | Valeurs initiales d'identification des paires 74 |
| 6.2.2 | Identification de paire à l'unité NTU 75 |
| 6.2.3 | Identification des paires à l'unité LTU 75 |
| 6.3 | Mesures de qualité de fonctionnement en laboratoire 76 |
| 6.3.1 | Généralités 76 |
| 6.3.2 | Configuration d'essai 77 |
| 6.3.3 | Procédure d'essai avec bruit mis en forme 81 |
| 6.3.4 | Procédure d'essai avec bruit impulsif 82 |
| 6.3.5 | Essai de réjection en mode commun 84 |
| 6.3.6 | Essai de micro-interruption 84 |
| 7 | Alimentation 85 |
| 7.1 | Généralités 85 |
| 7.2 | Courant de mouillage 85 |
| 7.3 | Alimentation à distance 86 |
| 7.3.1 | Alimentation à distance fournie par l'unité LTU 86 |
| 7.3.2 | Alimentation à distance de l'unité NTU 86 |
| 7.3.3 | Alimentation à distance du régénérateur 86 |
| 8 | Exigences environnementales 87 |
| 8.1 | Conditions climatiques 87 |
| 8.2 | Sécurité 87 |
| 8.3 | Protection contre les surtensions 87 |
| 8.4 | Compatibilité électromagnétique (EMC) 87 |
| Annexe A – Système de transmission pour les applications de système à deux paires à 1544 kbit/s 88 | |
| A.1 | Structure de trame du système à deux paires pour 784 kbit/s 88 |
| Annexe B – Système à ligne d'abonné numérique à grand débit (HDSL) utilisant la modulation CAP 91 | |
| B.1 | Domaine d'application et information générale 91 |
| B.1.1 | Domaine d'application 91 |
| B.2 | Références 92 |
| B.3 | Abréviations 92 |
| B.4 | Configuration de référence et description du fonctionnement 92 |

| | Page |
|--|---|
| B.5 | Spécifications du noyau HDSL..... 92 |
| B.5.1 | Fonctions 92 |
| B.5.2 | Support de transmission..... 92 |
| B.5.3 | Méthode de transmission..... 92 |
| B.5.4 | Structure de trame..... 98 |
| B.5.5 | Voie d'exploitation incorporée (eoc) HDSL..... 107 |
| B.5.6 | Procédure de déclenchement 107 |
| B.5.7 | Exploitation et maintenance 127 |
| B.5.8 | Caractéristiques électriques des émetteurs-récepteurs à modulation CAP... 128 |
| B.5.9 | Qualité de fonctionnement des différents émetteurs-récepteurs HDSL 131 |
| B.6 | Spécifications des circuits communs 134 |
| B.6.1 | Tampon de différence de retard..... 134 |
| B.6.2 | Mesures de qualité de fonctionnement en laboratoire 134 |
| B.7 | Alimentation 137 |
| B.8 | Exigences environnementales..... 137 |
| Appendice I – Exemples spécifiques d'application 137 | |
| I.1 | Exigences spécifiques d'application pour l'ADP-RNIS à 2048 kbit/s 137 |
| I.1.1 | Mappage des données à 2048 kbit/s dans une trame HDSL..... 137 |
| I.1.2 | Mappage des fonctions de maintenance HDSL à l'interface 137 |
| I.1.3 | Qualité de fonctionnement..... 138 |
| I.2 | Exigences spécifiques d'application pour la ligne numérique non structurée louée à 2048 kbit/s européenne (D2048U)..... 141 |
| I.2.1 | Interfaces d'application 141 |
| I.2.2 | Mappage du signal D2048U dans la trame HDSL 142 |
| I.2.3 | Mappage des fonctions de maintenance HDSL avec l'interface..... 142 |
| I.2.4 | Qualité de fonctionnement..... 143 |
| I.3 | Exigences spécifiques d'application pour la ligne numérique structurée louée à 2048 kbit/s européenne (D2048S) 145 |
| I.3.1 | Interfaces d'application 145 |
| I.3.2 | Mappage du signal D2048S dans la trame HDSL..... 145 |
| I.3.3 | Mappage des fonctions de maintenance HDSL avec l'interface..... 145 |
| I.3.4 | Qualité de fonctionnement..... 146 |
| I.4 | Exigences spécifiques d'application pour une installation réduite..... 148 |
| I.4.1 | Mappage des services réduits dans la trame HDSL..... 148 |
| I.4.2 | Mappage des fonctions de maintenance HDSL avec l'interface..... 153 |
| I.4.3 | Qualité de fonctionnement..... 154 |
| I.5 | Exigences spécifiques d'application pour une exploitation partielle 154 |

| | Page |
|---|-------------|
| I.5.1 Mappage de la trame d'application pour une application à exploitation partielle | 154 |
| I.5.2 Mappage des fonctions de maintenance HDSL avec l'interface | 156 |
| I.5.3 Qualité de fonctionnement..... | 157 |
| I.5.4 Alimentation à distance | 158 |
| I.5.5 Critères de défaillance partielle | 158 |
| I.5.6 Action suite à une défaillance partielle..... | 158 |
| I.5.7 Attribution de priorité/réaffectation des intervalles de temps | 158 |
| I.6 Exigences spécifiques d'application pour 2048 kbit/s mappés dans une structure d'unité TU-12 | 159 |
| I.6.1 Configuration de référence | 159 |
| I.6.2 Interfaces d'application | 160 |
| I.6.3 Mappage de la trame d'application dans la trame HDSL en utilisant la structure de l'unité TU-12 | 160 |
| I.6.4 Mappage des fonctions de maintenance HDSL avec l'interface | 163 |
| I.6.5 Qualité de fonctionnement..... | 163 |
| Appendice II – Définition détaillée des caractéristiques des câbles et des boucles d'essai..... | 165 |
| II.1 Caractéristiques types des câbles | 165 |
| II.2 Caractéristiques théoriques des boucles d'essai pour Y= 31 dB à 150 kHz..... | 167 |
| Appendice III – Bibliographie..... | 169 |

Recommandation G.991.1

EMETTEURS-RECEPTEURS DE LIGNE D'ABONNÉ NUMÉRIQUE À GRAND DÉBIT

(Genève, 1998)

1 Domaine d'application

La présente Recommandation décrit une technique de transmission, nommée "ligne d'abonné numérique à grand débit" (HDSL, *high bit rate digital subscriber line*), qui peut servir à l'acheminement de plusieurs types d'applications. La présente Recommandation précise les exigences applicables à chaque système de transmission HDSL, les exigences en matière de qualité de fonctionnement et les procédures et les exigences de maintenance HDSL.

Un système émetteur-récepteur HDSL est composé d'un émetteur-récepteur deux fils bidirectionnels pour fils métalliques utilisant la méthode d'annulation d'écho. Trois types de systèmes peuvent être utilisés: un système ayant un débit de 784 kbit/s sur chacune de deux ou trois paires de fils exploitées en parallèle; un système ayant un débit de 1168 kbit/s sur deux paires exploitées en parallèle; et un système ayant un débit de 2320 kbit/s sur une seule paire.

Le code en ligne des systèmes définis dans la présente Recommandation est soit le code 2B1Q, soit le code CAP. Le réalisateur peut choisir l'un ou l'autre de ces codes; un seul type de code en ligne doit être mis en œuvre dans un système de transmission.

Dans le corps principal de la présente Recommandation est décrite la modulation 2B1Q pour les applications à 2048 kbit/s. L'Annexe A présente la recommandation du comité T1 concernant la structure des trames d'applications à 1544 kbit/s sur deux paires. L'Annexe B traite des systèmes qui utilisent un code en ligne CAP.

La présente Recommandation définit les circuits communs nécessaires à l'intégration et au contrôle de un, deux ou trois systèmes émetteurs-récepteurs HDSL, en fonction du débit du système émetteur-récepteur utilisé. Les circuits communs et le nombre requis de systèmes émetteurs-récepteurs HDSL composent le noyau HDSL, qui est indépendant des applications éventuelles.

La présente Recommandation ne précise pas toutes les exigences de mise en œuvre des unités NTU et LTU et des régénérateurs (REG). Elle ne fait que définir les fonctionnalités requises.

L'Appendice I présente des exemples d'applications HDSL.

2 Références normatives

La présente Recommandation se réfère à certaines dispositions des Recommandations UIT-T et textes suivants qui de ce fait en sont partie intégrante. Les versions indiquées étaient en vigueur au moment de la publication de la présente Recommandation. Toute Recommandation ou tout texte étant sujet à révision, les utilisateurs de la présente Recommandation sont invités à se reporter, si possible, aux versions les plus récentes des références normatives suivantes. La liste des Recommandations de l'UIT-T en vigueur est régulièrement publiée.

- [1] Recommandation UIT-T G.962 (1993), *Section numérique d'accès RNIS au débit primaire de 2048 kbit/s*.
- [2] Recommandation UIT-T G.960 (1993), *Section numérique pour accès RNIS au débit de base*.

- [3] Recommandation UIT-T I.431 (1993), *Interface à débit primaire usager-réseau – Spécification de la couche 1.*
- [4] Fascicule I.3 du CCITT, *Termes et Définitions.*
- [5] Publication 60721-3 de la CEI (1984), *Classification des conditions d'environnement. Partie 3: Classification des groupements des agents d'environnement et de leurs sévérités. Introduction.*
- [6] Publication 60950 de la CEI (1991), *Sécurité des matériels de traitement de l'information, y compris les matériels de bureau électriques.*
- [7] Recommandation CCITT K.17 (1988), *Essais à exécuter sur des récepteurs téléalimentés à composants à état solide pour vérifier l'efficacité des mesures de protection contre les perturbations extérieures.*
- [8] Recommandation UIT-T K.20 (1996), *Immunité des équipements de commutation des télécommunications aux surtensions et aux surintensités.*
- [9] Recommandation UIT-T K.21 (1996), *Immunité des terminaux d'abonnés aux surtensions et aux surintensités.*
- [10] Publication 22 du Comité international spécial des perturbations radioélectriques (1997), *Technologies de l'information – Caractéristiques des perturbations radioélectriques – limites et méthodes de mesure (CISPR).*

3 Abréviations

La présente Recommandation utilise les abréviations suivantes:

| | |
|----------|---|
| 2B1Q | code en ligne deux éléments binaires un symbole quaternaire (<i>two binary one quaternary line code</i>) |
| AB-RNIS | accès de base au réseau numérique à intégration de services |
| ADP-RNIS | accès au débit primaire du réseau numérique à intégration de services |
| AIS | signal d'indication d'alarme (<i>alarm indication signal</i>) |
| BER | taux d'erreur sur les bits (<i>bit error ratio</i>) |
| BERTS | mesureur du taux d'erreur sur les bits (<i>bit error ratio test set</i>) |
| BT | terminaison en T (<i>bridged tap</i>) |
| CAP | modulation d'amplitude et de phase sans porteuse (<i>carrierless amplitude/phase modulation</i>) |
| c.c. | courant continu |
| CRC | contrôle de redondance cyclique (<i>cyclic redundancy check</i>) |
| DLL | ligne locale numérique (<i>digital local line</i>) |
| EMC | compatibilité électromagnétique (<i>electromagnetic compatibility</i>) |
| eoc | voie d'exploitation incorporée (<i>embedded operation channel</i>) |
| ETS | Norme européenne de télécommunication (<i>European Telecommunication Standard</i>) |
| ETSI | Institut européen des normes de télécommunication (<i>European Telecommunication Standards Institute</i>) |
| HDSL | ligne d'abonné numérique à grand débit (<i>high bit rate digital subscriber line</i>) |

| | |
|-------|--|
| HOH | éléments de service HDSL (<i>HDSL overhead</i>) |
| IUT | élément à l'essai (<i>item under test</i>) |
| LCL | affaiblissement de conversion longitudinale (<i>longitudinal conversion loss</i>) |
| LFA | perte de verrouillage de trames (<i>loss of frame alignment</i>) |
| LOS | perte du signal (<i>loss of signal</i>) |
| LSB | bit de plus faible poids (<i>least significant bit</i>) |
| LTU | unité terminale de ligne (<i>line termination unit</i>) |
| MSB | bit de plus fort poids (<i>most significant bit</i>) |
| MTIE | erreur d'intervalle de temps maximale (<i>maximum time interval error</i>) |
| NEXT | paradiaphonie (<i>near-end crosstalk</i>) |
| NNI | interface de nœud de réseau (<i>network node interface</i>) |
| NTU | unité terminale de réseau (<i>network termination unit</i>) |
| OAM | exploitation et maintenance (<i>operation and maintenance</i>) |
| PRBS | séquence binaire pseudo-aléatoire (<i>pseudo-random bit sequence</i>) |
| PSD | densité spectrale de puissance (<i>power spectral density</i>) |
| PSL | perte somme puissance (<i>power sum loss</i>) |
| REG | régénérateur |
| REG-C | côté NTU du régénérateur |
| REG-R | côté LTU du régénérateur |
| RGT | réseau de gestion des télécommunications |
| SDH | hiérarchie numérique synchrone (<i>synchronous digital hierarchy</i>) |
| TS | intervalle de temps (<i>time slot</i>) |
| TU-12 | unité d'affluent de niveau 12 (<i>tributary unit-12</i>) |
| UI | intervalle unitaire (<i>unit interval</i>) |
| UIT-T | Union internationale des télécommunications – Secteur de la normalisation des télécommunications |
| UNI | interface utilisateur-réseau (<i>user network interface</i>) |
| UTC | pas en mesure de se conformer (<i>unable to comply</i>) |
| VC-12 | conteneur virtuel de niveau 12 (<i>virtual container-12</i>) |

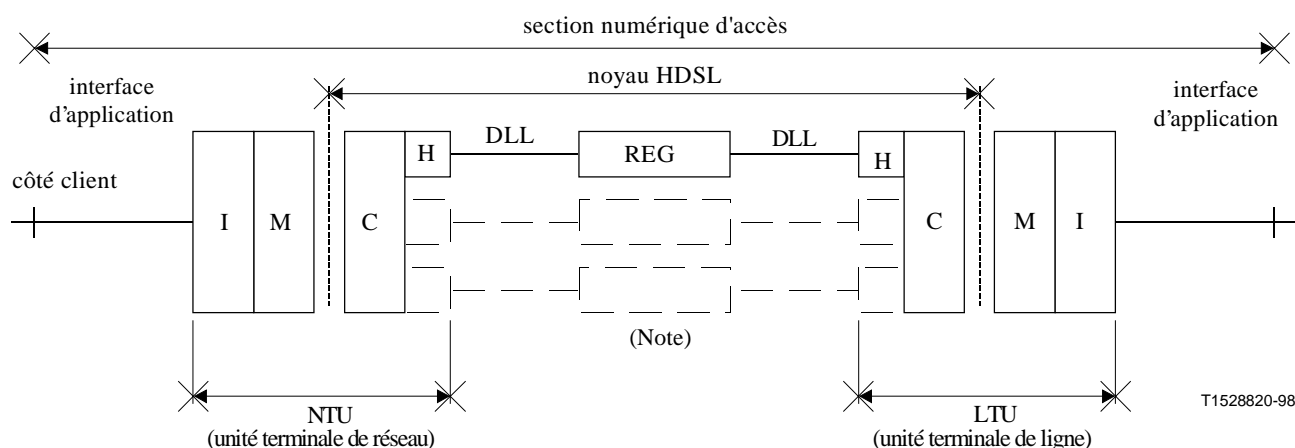
4 Configuration de référence et description fonctionnelle

Une section numérique d'accès qui utilise la technologie HDSL peut être considérée comme une série de blocs fonctionnels (voir la Figure 1). Selon le débit de l'émetteur-récepteur HDSL (H), un noyau HDSL entièrement équipé comporte une paire de fils d'émetteur-récepteur à 2320 kbit/s, deux paires de fils d'émetteurs-récepteurs à 1168 kbit/s, ou deux ou trois paires de fils d'émetteurs-récepteurs à 784 kbit/s, connectées par des lignes locales numériques (DLL, *digital local line*) [qui sont raccordées par des circuits communs (C)]. Le noyau HDSL est indépendant de l'application. L'exploitation au moyen d'un noyau HDSL non entièrement équipé est également permise.

Si une plus grande portée de transmission est demandée, le noyau HDSL peut contenir des régénérateurs facultatifs (REG). L'affaiblissement d'insertion global d'un noyau HDSL avec régénération doit être inférieur à 1,8 fois la valeur Y du noyau HDSL sans régénération. Le régénérateur peut être inséré à tout point intermédiaire approprié du noyau HDSL, sous réserve que l'affaiblissement d'insertion de chaque ligne DLL partielle soit inférieur à 0,9 fois la valeur Y. En outre, la longueur des lignes peut être limitée par l'alimentation en énergie.

Une application est définie par l'interface (I) et par les fonctionnalités de mappage et de maintenance (M).

Les fonctionnalités du côté du centre de commutation constituent l'unité terminale de ligne (LTU, *line termination unit*) et sont les fonctionnalités maîtresses des fonctionnalités asservies se trouvant du côté client, lesquelles constituent l'unité terminale de réseau (NTU, *network termination unit*) et, le cas échéant, les REG.



description des blocs fonctionnels:

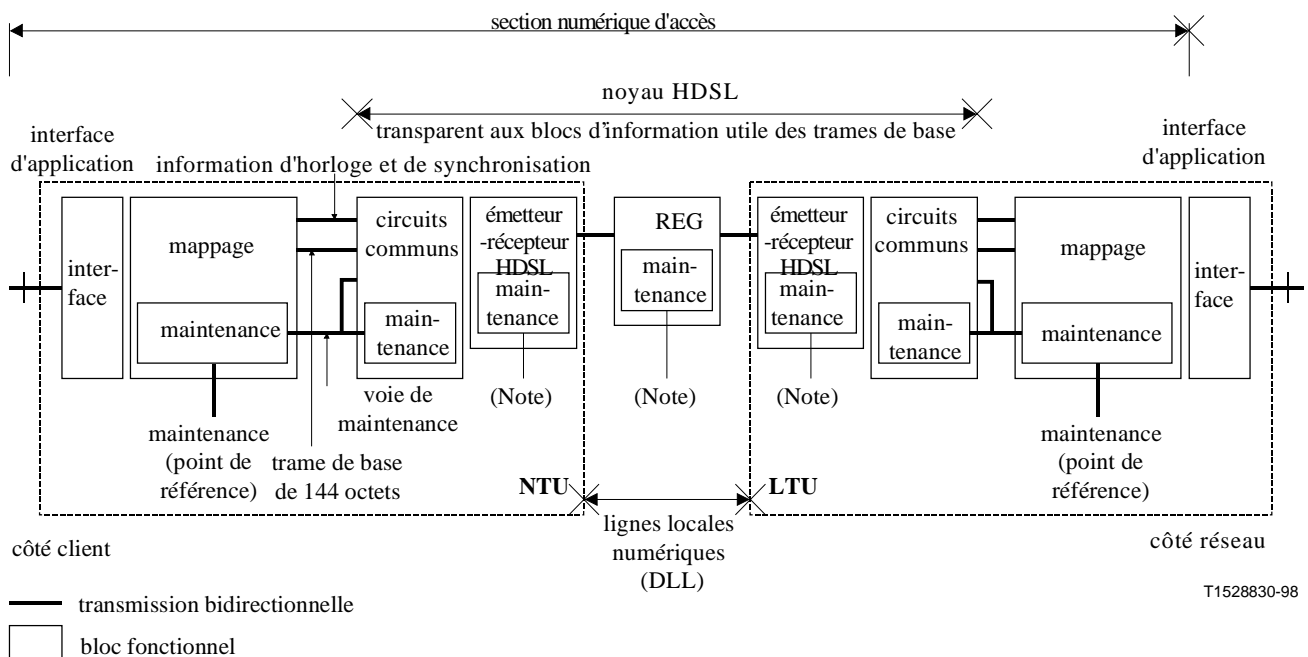
- C circuits communs
- H émetteur-récepteur HDSL
- I débit de transmission de données de l'émetteur-récepteur/interface
- M les REG de mappage sont facultatifs
- REG régénérateur
- DLL ligne locale numérique

NOTE – Un noyau HDSL entièrement équipé est composé de une, deux ou trois combinaisons de H, REG et DLL, selon le débit de données de l'émetteur-récepteur HDSL. Les REG sont facultatifs.

Figure 1/G.991.1 – Section numérique d'accès avec technologie HDSL (configuration simplifiée)

Il faut noter que, dans la présente Recommandation, il est fait référence aux termes REG-C et REG-R, ainsi qu'aux systèmes de transmission HDSL individuels. REG-R renvoie aux fonctionnalités situées du côté de l'unité LTU du régénérateur et REG-C, aux fonctionnalités situées du côté de l'unité NTU du régénérateur.

La Figure 2 décrit de façon plus détaillée les fonctionnalités de maintenance et de communication.



NOTE – Un noyau HDSL entièrement équipé est composé de une, deux ou trois combinaisons de H, REG et DLL, selon le débit de données de l'émetteur-récepteur HDSL. Les REG sont facultatifs.

Figure 2/G.991.1 – Section numérique d'accès avec technologie HDSL (configuration détaillée)

L'information transmise entre le côté NTU (asservi) et le côté LTU (maître) est traitée de la façon décrite ci-dessous.

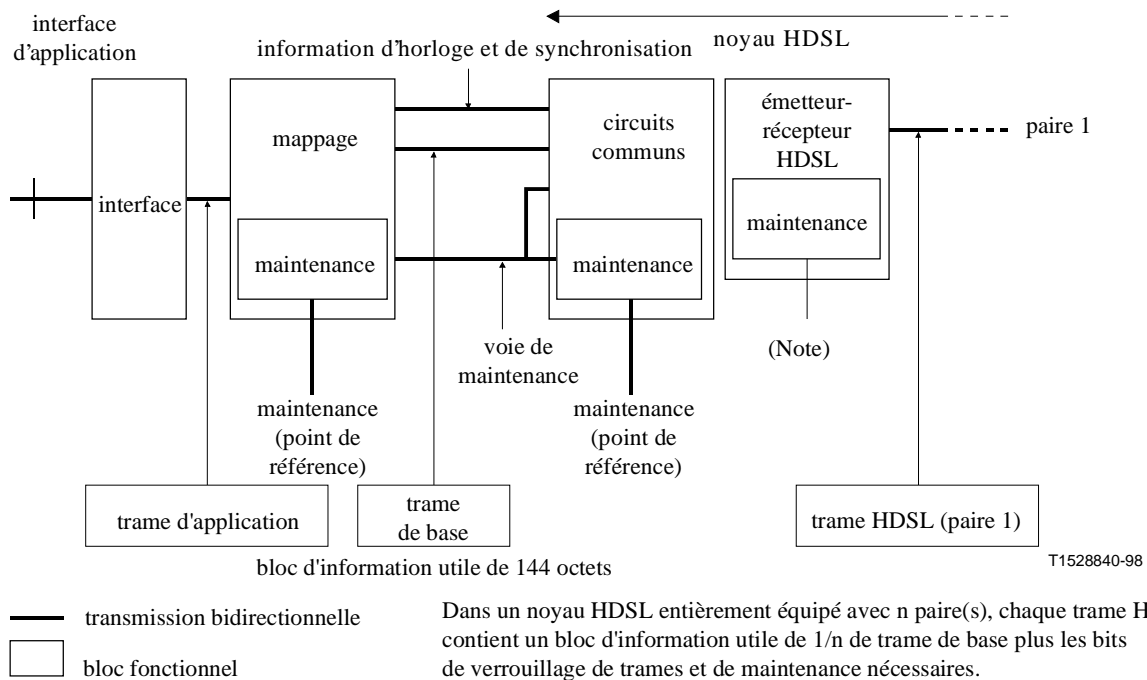
A l'interface d'application (I), le flux de données est groupé dans des trames d'application (p. ex. trames RNIS à débit primaire de 32 intervalles de temps définies dans la Recommandation I.431 [3]).

Dans le cas des applications à 2048 kbit/s, la fonction de mappage (élément du bloc fonctionnel M) prend la trame d'application et l'insère dans une trame de base de 144 octets. (Dans certaines applications, seulement une partie des octets de données contiennent de l'information valide, les autres octets étant réglés à l'état repos.) Dans le cas des applications à 1544 kbit/s, seul le bit de verrouillage de trames est fourni deux fois.

La trame de base est ensuite acheminée aux circuits communs (C), où elle est associée aux bits de verrouillage, de maintenance et de service nécessaires, avant d'être transmise de façon transparente dans une trame HDSL sur les lignes DLL. L'utilisation de régénérateurs est facultative.

A la réception, les données contenues dans les trames HDSL sont multiplexées par les circuits communs de façon à reconstituer les trames de base, qui passent par la fonction de mappage pour être mappées dans les trames d'application et acheminées par l'interface d'application (I).

La Figure 3 donne un aperçu général des différentes procédures de mise en trame.



NOTE – Un noyau HDSL entièrement équipé est composé de une, deux ou trois combinaisons de H, REG et DLL, selon le débit de données de l'émetteur-récepteur HDSL. Les REG sont facultatifs.

Figure 3/G.991.1 – Aperçu général des procédures de mise en trame

En outre, des fonctions de maintenance et d'alimentation peuvent être associées au noyau HDSL à l'appui de l'identification et de la localisation de pannes et de la commande de déclenchement HDSL. Cependant, la présentation de cette information au point de référence de maintenance n'entre pas dans le domaine d'application de la présente Recommandation.

Les spécifications du noyau HDSL visent à assurer l'interopérabilité des matériels de fournisseurs différents.

5 Spécifications du noyau HDSL

5.1 Fonctions

Les fonctions énumérées ci-dessous sont nécessaires au bon fonctionnement du noyau HDSL.

| Fonctions liées au noyau HDSL | LTU NTU/REG |
|---|-------------|
| Transport transparent des trames de base (144 octets pour les applications à 2048 kbit/s) | ↔ |
| Bourrage et "débourrage" | ↔ |
| Procédure CRC-6 et détection d'erreur de transmission | ↔ |
| Rapport d'erreur | ↔ |
| Détection de défaillance | ↔ |
| Rapport de défaillance | ↔ |
| Base de temps des bits | ↔ |
| Verrouillage de trames | ↔ |
| Commande de déclenchement autonome de l'émetteur-récepteur HDSL | → |
| Commande et coordination du bouclage | → |

Fonctions liées au noyau HDSL

LTU NTU/REG

| | |
|--|------|
| Mappage des trames de base dans les trames HDSL | ↔ |
| Commande de la voie de maintenance | ↔ |
| Synchronisation et coordination des émetteurs-récepteurs HDSL | → |
| Identification des paires (uniquement pour les applications à 2048 kbit/s) | ↔ |
| Correction d'identification de paires | Note |

NOTE – La correction des paires est une fonction de l'unité NTU.

Fonctions liées à l'alimentation

LTU NTU/REG

| | |
|--|---|
| Alimentation à distance (fonction facultative) | → |
| Courant de mouillage (fonction facultative) | → |

5.1.1 Transport transparent des trames de base

Cette fonction permet la transmission bidirectionnelle des trames de base par exemple à 144 octets pour les applications à 2048 kbit/s sur un, deux ou trois systèmes émetteurs-récepteurs HDSL parallèles raccordés par des paires distinctes.

5.1.2 Bourrage et débouillage

Cette fonction assure la synchronisation de l'horloge des données d'application et de l'horloge du système émetteur-récepteur HDSL, par l'ajout de zéro ou deux quats de bourrage par trame HDSL.

5.1.3 Procédures CRC-6 et détection d'erreur de transmission

Cette fonction assure la surveillance des caractéristiques d'erreur des systèmes émetteurs-récepteurs HDSL pour chaque trame HDSL.

5.1.4 Rapport d'erreur

Cette fonction assure le rapport, au moyen de la procédure CRC-6, des erreurs détectées.

5.1.5 Détection de défaillance

Cette fonction assure la détection des défaillances des systèmes émetteurs-récepteurs HDSL.

5.1.6 Rapport de défaillance

Cette fonction assure le rapport, au moyen de messages acheminés par la voie de maintenance établie (c'est-à-dire de bits de service de trame HDSL), des défaillances détectées dans les systèmes émetteurs-récepteurs HDSL.

5.1.7 Base de temps des bits

Cette fonction donne la base de temps pour les bits (éléments de signal) permettant aux systèmes émetteurs-récepteurs HDSL d'extraire l'information du flux binaire composite.

5.1.8 Verrouillage de trames

Cette fonction fournit l'information permettant aux systèmes émetteurs-récepteurs HDSL d'extraire les trames HDSL et les éléments de service des trames HDSL.

5.1.9 Commande de déclenchement autonome de l'émetteur-récepteur HDSL

Cette fonction rétablit l'état normal de fonctionnement après la coupure ou la mise sous tension initiale des systèmes émetteurs-récepteurs HDSL.

5.1.10 Commande et coordination du bouclage

Cette fonction assure l'activation et la libération du bouclage dans l'unité LTU, le régénérateur et l'unité NTU.

5.1.11 Mappage des trames de base dans les trames HDSL

Cette fonction assure le mappage de la trame de base par exemple à 144 octets pour les applications à 2048 kbit/s dans la ou les trames HDSL.

5.1.12 Commande de la voie de maintenance

Cette fonction assure la commande de la voie de maintenance formée par les bits de service de la trame HDSL.

5.1.13 Synchronisation et coordination des émetteurs-récepteurs HDSL

Cette fonction sert à la synchronisation des systèmes d'émetteurs-récepteurs HDSL, à l'égalisation des différents temps de propagation des signaux sur les paires et à la mise en séquence appropriée des signaux acheminés par les différentes paires.

5.1.14 Identification des paires

Cette fonction permet le marquage des paires aux unités LTU/NTU – par exemple pour les applications à 2048 kbit/s utilisant le code de ligne 2B1Qou CAP – au moyen de deux ou trois bits Z par paire, de façon à assurer l'identification exacte des paires.

5.1.15 Correction d'identification de paires

Cette fonction sert au reverrouillage de l'identification des paires quand l'unité NTU détecte une permutation accidentelle de paires.

5.1.16 Alimentation à distance

Cette fonction facultative permet l'alimentation à distance à partir d'une unité LTU, par l'intermédiaire des paires, d'un régénérateur ou, en l'absence d'un régénérateur, d'une unité NTU.

5.1.17 Courant de mouillage

Cette fonction facultative prévoit la fourniture d'un faible courant sur les paires pour remédier aux effets de la corrosion des contacts.

5.2 Support de transmission

5.2.1 Description

Le support de transmission du système de transmission numérique est censé être le réseau de distribution de lignes locales.

Un réseau de distribution de lignes locales emploie des paires en câbles pour fournir des services à ses clients.

Dans un réseau de distribution de lignes locales, les abonnés sont connectés au commutateur local par des lignes locales.

Une ligne locale métallique doit pouvoir assurer simultanément des transmissions numériques bidirectionnelles dans un format HDSL approprié.

Pour faciliter la prestation de services HDSL, un système de transmission numérique doit pouvoir fonctionner de manière satisfaisante sur la majorité des lignes métalliques locales, sans nécessiter de conditionnement spécial. Pour permettre l'utilisation de systèmes de transmission HDSL sur le plus grand nombre possible de lignes locales, les exigences sont fixées au minimum nécessaire pour assurer un fonctionnement acceptable.

5.2.2 Exigences minimales des lignes locales numériques (DLL) pour les applications HDSL

- pas de bobine de charge;
- paires torsadées ou câbles à quarts seulement;
- blindage additionnel non requis;
- quand des terminaisons en T (BT, *bridged tap*) sont utilisées, il ne doit pas y en avoir plus de deux, ayant chacune une longueur maximale de 500 mètres.

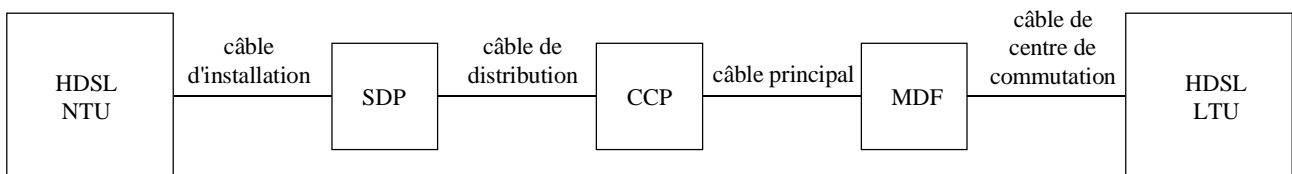
5.2.3 Caractéristiques physiques des lignes DLL

Une ligne DLL est composée d'une ou de plusieurs sections de câbles qui sont épissées ou raccordées.

Le câble de distribution, ou le câble principal, est structuré comme suit:

- une cascade de sections de câbles de longueurs et de diamètres différents;
- une ou deux terminaisons en T (BT) peuvent se trouver à différents points des câbles d'installation et de distribution.

Une description générale du modèle physique des lignes DLL est présentée à la Figure 4. Le Tableau 1 donne un exemple des caractéristiques types des câbles, fondées sur la Recommandation G.960 [2].



T1528850-98

SDP point de distribution d'abonné (*subscriber distribution point*)
CCP point de sous-répartition (*cross connect point*)
MDF répartiteur principal (*main distribution frame*)

Figure 4/G.991.1 – Modèle physique des lignes DLL

Tableau 1/G.991.1 – Caractéristiques des câbles

| | Câble de centre de commutation | Câble principal | Câble de distribution | Câble d'installation |
|--|---------------------------------------|---------------------------------|-------------------------------|--|
| Diamètre des fils (mm) | 0,5; 0,6; 0,32; 0,4 | 0,3-1,4 | 0,3-1,4 | 0,4; 0,5; 0,6; 0,8; 0,9; 0,63 |
| Structure | SQ (B) ou TP (L) | SQ (B) ou TP (L) | SQ (B) ou TP (L) | SQ ou TP ou UP |
| Nombre maximal de paires | 1200 | 2400 (0,4 mm) 4800 (0,32 mm) | 600 (0,4 mm) | 2 (aérien) 600 (interne) |
| Installation | | Souterraine, dans des conduites | Souterraine ou aérienne | Aérienne (branchement), dans des conduites (interne) |
| Capacité (nF/km à 800 Hz) | 55 ... 120 | 25 ... 60 | 25 ... 60 | 35 ... 120 |
| Isolement des fils | PVC, FRPE | PE, pulpe de papier | papier, PE, PE cellulaire | PE, PVC |
| TP | Paires torsadées | PE | Polyéthylène | |
| SQ | Quartes étoile | PVC | Polychlorure de vinyle | |
| UP | Paires non torsadées | Pulpe | Pulpe de papier | |
| L | Couche | PE cell | Polyéthylène cellulaire | |
| B | Faisceau (unité) | FRPE | Polyéthylène résistant au feu | |
| NOTE – Le tableau ci-dessus décrit le câblage actuellement installé dans la boucle locale. Certains de ces types de câbles ne conviennent pas aux systèmes HDSL. | | | | |

5.2.4 Caractéristiques électriques des lignes DLL

Le signal émis est sensible aux dégradations dues à la diaphonie, au bruit impulsif et à la variation non linéaire avec la fréquence des caractéristiques des lignes DLL. Ces dégradations sont décrites de façon détaillée dans les sous-paragraphes ci-dessous.

5.2.4.1 Caractéristiques principales

Les principales caractéristiques électriques varient de manière non linéaire avec la fréquence sont les suivantes:

- perte d'insertion;
- temps de propagation de groupe;
- impédance caractéristique, y compris les parties réelle et imaginaire.

Les valeurs maximales de la perte d'insertion pour les systèmes de transmission HDSL à une, deux ou trois paires sont précisées au paragraphe 6.

NOTE – Le temps de propagation de groupe est défini dans le Fascicule I.3 [4].

5.2.4.2 Différences entre les caractéristiques physiques de transmission des paires des lignes DLL

Les caractéristiques des paires des unités LTU et NTU peuvent varier. Ces différences peuvent se trouver dans le diamètre, le type d'isolement et la longueur des fils, dans le nombre et la longueur des

terminaisons en T et dans l'exposition aux dégradations. Les différences entre les caractéristiques de propagation peuvent également varier dans le temps.

Les circuits communs doivent corriger les différences entre les temps de transmission, dues à ces différences entre les paires (voir le paragraphe 6).

Il est recommandé que les différences de temps de transfert des signaux entre chacune des deux ou trois paires soient limitées à une valeur maximale de 50 μ s à 150 kHz, ce qui correspond à une différence d'environ 10 km dans la longueur de ligne entre les unités LTU et NTU.

5.2.4.3 Caractéristiques de diaphonie

Le bruit diaphonique est généralement dû à l'affaiblissement de couplage fini entre les paires partageant un même câble, notamment les paires adjacentes. Dans l'affaiblissement de couplage fini entre les paires, un résidu de signal circulant dans une ligne DLL (DLL perturbatrice) est couplé avec une ligne DLL adjacente (DLL perturbée). Ce résidu est nommé bruit diaphonique.

La paradiaphonie (NEXT, *near-end crosstalk*) serait le principal type de diaphonie.

La paradiaphonie intersystèmes est due à l'interférence entre des paires qui acheminent différents systèmes de transmission numériques.

Dans le cas de la paradiaphonie intrasystème, ou paradiaphonie interne, toutes les paires qui produisent ou subissent de l'interférence dans un câble acheminant le même système de transmission numérique. Le bruit NEXT intrasystème couplé avec une ligne DLL perturbée à partir de lignes DLL perturbatrices peut être considéré comme équivalant à celui produit par une seule ligne DLL perturbatrice ayant des caractéristiques d'affaiblissement de couplage en fonction de la fréquence connues sous le nom de perte somme puissance (PSL, *power sum loss*). Les valeurs pour le 1% des cas les plus défavorables d'affaiblissement NEXT varient de 40 dB à 70 dB à 150 kHz, selon le type de câbles, le nombre de lignes perturbatrices et l'environnement.

Aux fins des essais des systèmes HDSL, la paradiaphonie est représentée par un bruit artificiel défini au paragraphe 6.

5.2.4.4 Dissymétrie par rapport à la terre

Les lignes DLL doivent présenter une symétrie finie par rapport à la terre. La dissymétrie par rapport à la terre est exprimée par la perte par conversion longitudinale (LCL, *longitudinal conversion loss*). La valeur prévue dans le cas le plus défavorable est de 42,5 dB à 150 kHz, avec diminution avec la fréquence de 5 dB/décade.

5.2.4.5 Bruit impulsif

Les lignes DLL subissent du bruit impulsif produit par d'autres systèmes partageant les mêmes câbles et par d'autres sources. Les exigences de tolérance au bruit impulsif sont définies au paragraphe 6.

5.2.4.6 Micro-interruptions

Une micro-interruption est une interruption temporaire de ligne due à une action mécanique externe sur les fils de cuivre qui composent le trajet de transmission, par exemple à une jonction de câbles. Les jonctions peuvent être des connexions de fils faites à la main et, au cours de la durée de vie des câbles, des phénomènes d'oxydation et des vibrations mécaniques peuvent provoquer des micro-interruptions à ces points critiques.

Une micro-interruption du système de transmission peut provoquer la défaillance de la liaison de transmission numérique, ainsi qu'une défaillance de l'alimentation (le cas échéant), pendant la durée de la micro-interruption.

L'objectif est d'éviter la réinitialisation du système en présence d'une micro-interruption d'une longueur maximale établie, et d'assurer la réactivation automatique du système, avec procédure complète de déclenchement, s'il y a réinitialisation suite à une interruption. Les exigences de tolérance aux micro-interruptions et les lignes directrices relatives aux essais de susceptibilité en laboratoire sont présentées au paragraphe 6.

5.3 Méthode de transmission

5.3.1 Généralités

Le système de transmission prévoit la transmission duplex sur des lignes locales métalliques à 2 fils. La transmission duplex utilise un hybride d'annulation d'écho (ECH, *echo cancellation hybrid*). Avec la méthode d'annulation d'écho, illustrée à la Figure 5, l'annuleur d'écho (EC, *echo canceller*) produit une réplique de l'écho du signal transmis, qui est ensuite soustraite du signal reçu total. L'écho est dû à l'équilibrage imparfait de l'hybride et aux discontinuités d'impédance résultant, par exemple, de la jonction de différents types de câbles.

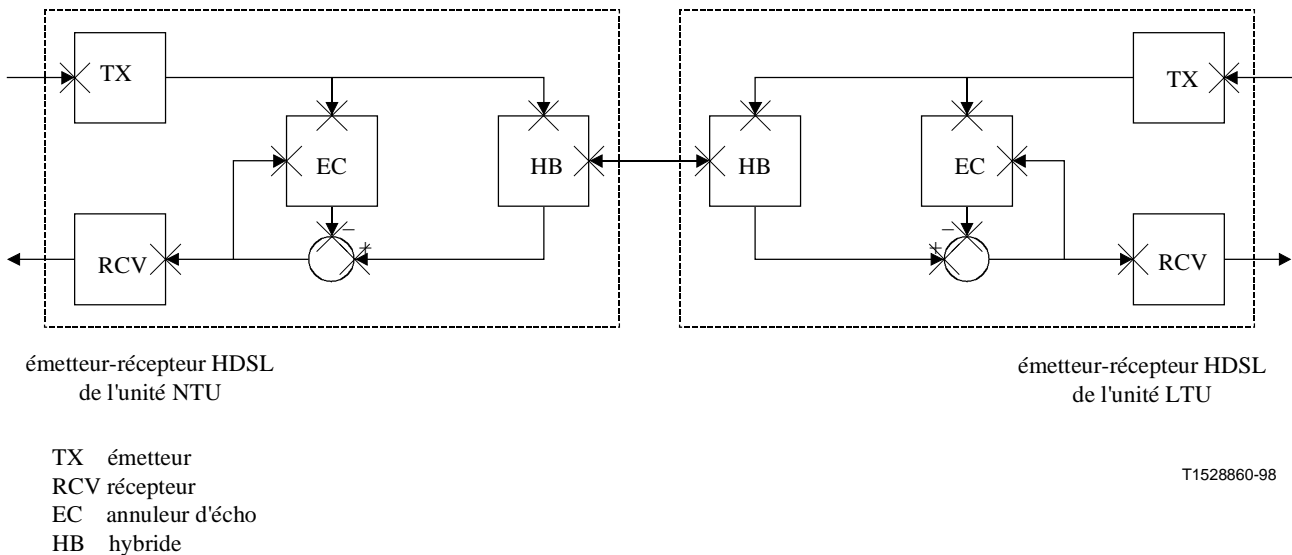


Figure 5/G.991.1 – Diagramme fonctionnel de la méthode d'annulation d'écho

5.3.2 Transmission sur trois paires

La transmission sur trois paires de lignes DLL est assurée par trois émetteurs-récepteurs HDSL parallèles, fonctionnant chacun à 784 kbit/s avec le code en ligne 2B1Q.

5.3.3 Transmission sur deux paires

La transmission sur deux paires de lignes DLL est assurée par deux émetteurs-récepteurs HDSL parallèles, fonctionnant chacun à 1168 kbit/s avec les codes en ligne 2B1Q ou CAP pour les applications à 2048 kbit/s ou à 784 kbit/s avec le code en ligne 2B1Q pour les applications à 1544 kbit/s.

5.3.4 Transmission sur une paire

La transmission sur une paire de lignes DLL est assurée par un émetteur-récepteur HDSL fonctionnant à 2320 kbit/s avec le code en ligne 2B1Q ou CAP.

5.3.5 Transmission sur quatre paires

La transmission de la trame de base complète sur quatre paires n'est pas exclue, mais la question n'est pas abordée dans la présente Recommandation.

5.3.6 Code en ligne

Le code en ligne est le code décrit dans la présente Recommandation est le 2B1Q (deux éléments binaires, un symbole quaternaire). Le code CAP est décrit de manière détaillée à l'Annexe B.

Avant l'émission, le flux binaire de chaque émetteur-récepteur HDSL de la Figure 1, à l'exception du mot de synchronisation dont le motif est fixe, doit être groupé en paires de bits qui sont converties en symboles quaternaires (quats), conformément au Tableau 2. Les opérations inverses sont exécutées à la réception.

Tableau 2/G.991.1 – Codage 2B1Q

| Premier bit (signe) | Second bit (grandeur) | Symbole quaternaire |
|---------------------|-----------------------|---------------------|
| 1 | 0 | +3 |
| 1 | 1 | +1 |
| 0 | 1 | -1 |
| 0 | 0 | -3 |

5.3.7 Débit de symboles de ligne

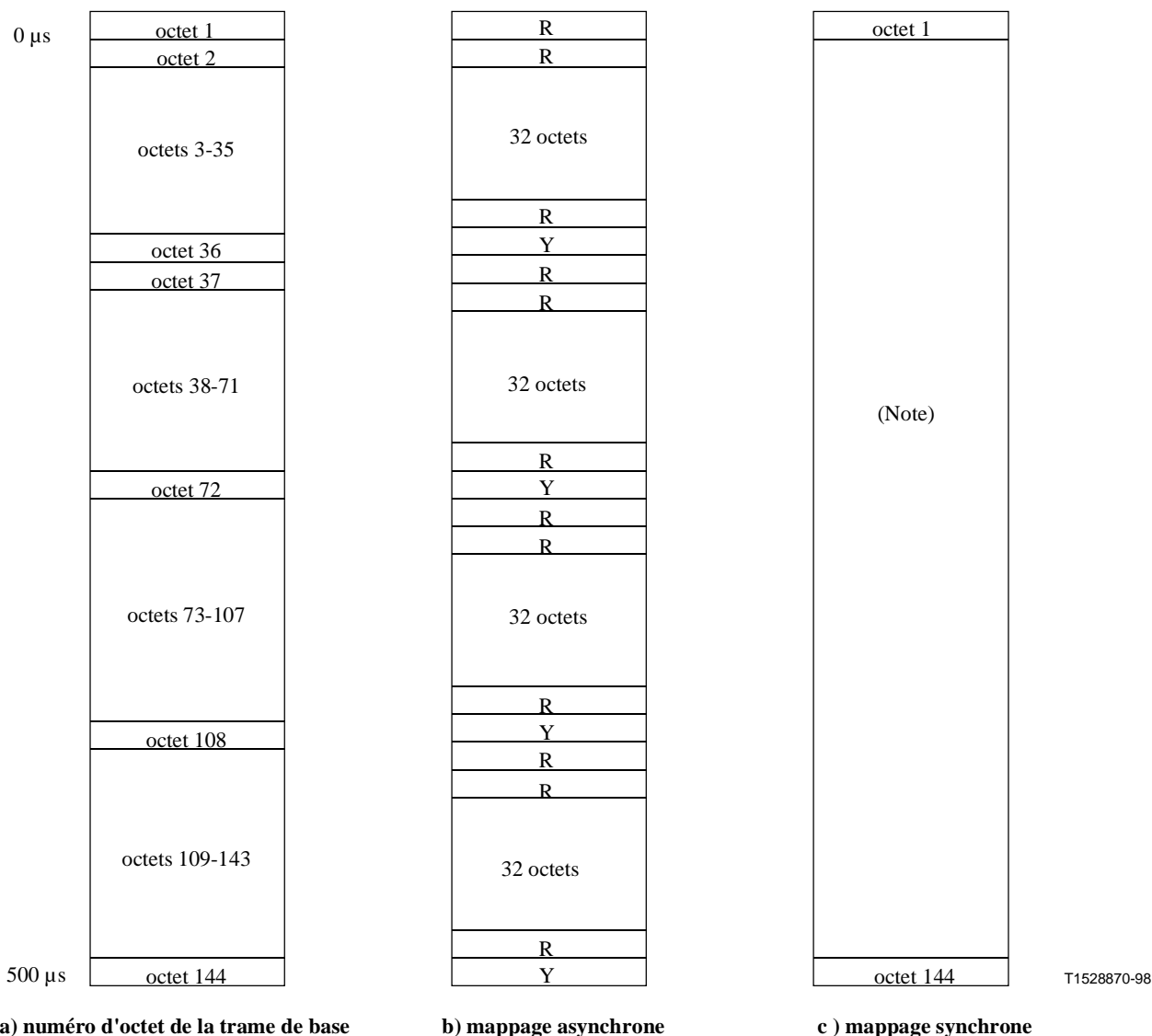
Le débit de symboles de l'émetteur-récepteur HDSL doit être de:

- 392 kbauds \pm 32 ppm pour un système à trois paires;
- 584 kbauds \pm 32 ppm pour un système à deux paires;
- 1160 kbauds \pm 32 ppm pour un système à une paire.

5.4 Structure de trame

5.4.1 Trame de base

Dans le bloc fonctionnel de mappage (voir la configuration de référence de la Figure 3), la trame dépendante de l'application, qui contient l'information utile, est insérée dans une trame de base de 500 μ s composée de 144 octets (voir la Figure 6). Il y a différentes options de mappage en fonction de l'application particulière (voir la Figure 6). L'Appendice I décrit de façon détaillée les procédures de mappage des différentes applications. Les trames de base de 144 octets/500 μ s constituent un flux binaire continu ayant un débit de 2304 kbit/s et, dans les systèmes à deux ou trois paires, elles sont divisées, octet par octet, en des trames HDSL parallèles qui sont acheminées par chacun des systèmes émetteurs-récepteurs HDSL.



R, Y Bourrage fixe

NOTE – La trame de base et l'information utile sont synchronisées. L'affectation des intervalles de temps dépendants de l'application est décrite de façon détaillée aux sous-paragraphes pertinents du paragraphe 7.

Figure 6/G.991.1 – Trame de base

5.4.2 Trame HDSL 2B1Q

Le présent sous-paragraphe décrit la structure de trame HDSL proposée en format binaire avant embrouillage et codage. Cette structure est valide pendant le fonctionnement normal après la synchronisation de la base de temps pour les symboles et le verrouillage des trames et après que tous les coefficients internes des émetteurs-récepteurs sont suffisamment stabilisés pour permettre l'acheminement fiable des signaux par les systèmes d'émetteurs-récepteurs HDSL.

- La durée nominale des trames HDSL est de 6 ms.
- La longueur moyenne des trames HDSL des systèmes à trois paires est de 2352 quats (soit l'équivalent de 4704 bits) sur une période de 6 ms. Les trames individuelles contiennent chacune 0 ou 2 quats de bourrage, ce qui donne une longueur réelle de 2351 quats sur $6 - \frac{1}{392}$ ms ou de 2353 quats sur $6 + \frac{1}{392}$ ms.

- La longueur moyenne des trames HDSL des systèmes à deux paires est de 3504 quats (soit l'équivalent de 7008 bits) sur une période de 6 ms. Les trames individuelles contiennent chacune 0 ou 2 quats de bourrage, ce qui donne une longueur réelle de 3503 quats sur $6 - \frac{1}{584}$ ms ou de 3505 quats sur $6 + \frac{1}{584}$ ms.
- La longueur moyenne des trames HDSL des systèmes à une paire est de 6960 quats (soit l'équivalent de 13 920 bits) sur une période de 6 ms. Les trames individuelles contiennent chacune 0 ou 2 quats de bourrage, ce qui donne une longueur réelle de 6959 quats sur $6 - \frac{1}{1160}$ ms ou de 6961 quats sur $6 + \frac{1}{1160}$ ms.
- L'assignation des bits dans chaque trame HDSL pour chaque sens de transmission et pour toutes les paires est présentée aux Tableaux 3, 4 et 5.
- Chaque système d'émetteur-récepteur HDSL doit, de manière indépendante, s'adapter aux différences de base de temps pour les bits entre les deux sens de transmission ou entre les données d'application et le système d'émetteur-récepteur HDSL, en ajoutant zéro ou deux quats de bourrage à la fin de la trame HDSL.
- Dans l'unité LTU, le débit de trames des différentes paires doit être dérivé de la même source. L'emplacement du mot de synchronisation (c'est-à-dire le début des trames HDSL) dans les différentes paires doit être synchronisé. Le retard maximal entre le début des trames doit être inférieur à une période de symbole, mesuré du côté ligne de chaque émetteur-récepteur HDSL.
- L'insertion de quats de bourrage, si nécessaire, doit être identique pour toutes les paires.

Tableau 3/G.991.1 – Structure des trames HDSL dans un système à trois paires

| Temps | Bit de trame n° | Bit HOH n° | Nom de l'abréviation | Nom complet | Notes |
|-------|-----------------|------------|----------------------|---|--|
| 0 ms | 1-14 | 1-14 | SW 1-14 | Mot de synchronisation | Code Barker double |
| | 15 | 15 | losd | Perte du signal d'entrée à l'interface d'application distante | |
| | 16 | 16 | febe | Erreur de bloc à l'extrémité distante | |
| | 17-1180 | – | B01-B12 | Blocs d'information utile 1-12 | Information utile HDSL, y compris Z_{m1} - Z_{m12} |
| | 1181 | 17 | eoc01 | Adresse eoc | |
| | 1182 | 18 | eoc02 | Adresse eoc | |
| | 1183 | 19 | eoc03 | Données/code opérationnel eoc | |
| | 1184 | 20 | eoc04 | Octet pair/impair eoc | |
| | 1185 | 21 | crc1 | Contrôle de redondance cyclique | CRC-6 |
| | 1186 | 22 | crc2 | Contrôle de redondance cyclique | CRC-6 |
| | 1187 | 23 | ps1 | Etat de l'alimentation de la NTU, bit 1 | NTU → LTU seulement |

Tableau 3/G.991.1 – Structure des trames HDSL dans un système à trois paires (suite)

| Temps | Bit de trame n° | Bit HOH n° | Nom de l'abréviation | Nom complet | Notes |
|-------|-----------------|------------|----------------------|---|---|
| | 1188 | 24 | ps2 | Etat de l'alimentation de la NTU, bit 2 | NTU → LTU seulement |
| | 1189 | 25 | bvp | Violation de bipolarité | |
| | 1190 | 26 | eoc05 | Voie eoc non spécifiée | |
| | 1191-2354 | – | B13-B24 | Blocs d'information utile 13-24 | Information utile HDSL, y compris Z_{m13} - Z_{m24} |
| | 2355 | 27 | eoc06 | Message eoc, bit 1 | |
| | 2356 | 28 | eoc07 | Message eoc, bit 2 | |
| | 2357 | 29 | eoc08 | Message eoc, bit 3 | |
| | 2358 | 30 | eoc09 | Message eoc, bit 4 | |
| | 2359 | 31 | crc3 | Contrôle de redondance cyclique | CRC-6 |
| | 2360 | 32 | crc4 | Contrôle de redondance cyclique | CRC-6 |
| | 2361 | 33 | hrp | Régénérateur présent | LTU ← REG → NTU |
| | 2362 | 34 | rrbe | Erreur de bloc distant de régénérateur | LTU ← REG → NTU |
| | 2363 | 35 | rcbe | Erreur de bloc de central de régénérateur | LTU ← REG → NTU |
| | 2364 | 36 | rega | Alarme de régénérateur | LTU ← REG → NTU |
| | 2365-3528 | – | B25-B36 | Blocs d'information utile 25-36 | Information utile HDSL, y compris Z_{m25} - Z_{m36} |
| | 3529 | 37 | eoc10 | Message eoc, bit 5 | |
| | 3530 | 38 | eoc11 | Message eoc, bit 6 | |
| | 3531 | 39 | eoc12 | Message eoc, bit 7 | |
| | 3532 | 40 | eoc13 | Message eoc, bit 8 | |
| | 3533 | 41 | crc5 | Contrôle de redondance cyclique | CRC-6 |
| | 3534 | 42 | crc6 | Contrôle de redondance cyclique | CRC-6 |
| | 3535 | 43 | rta | Alarme de terminal distant | NTU → LTU seulement |
| | 3536 | 44 | indc/indr | Prêt à recevoir | indc=LTU → NTU indr=NTU → LTU |
| | 3537 | 45 | uib | Bit d'indicateur non spécifié | |
| | 3538 | 46 | uib | Bit d'indicateur non spécifié | |

Tableau 3/G.991.1 – Structure des trames HDSL dans un système à trois paires (*fin*)

| Temps | Bit de trame n° | Bit HOH n° | Nom de l'abréviation | Nom complet | Notes |
|------------------------|-----------------|------------|----------------------|---------------------------------|---|
| $6 - \frac{1}{392}$ ms | 3539-4702 | – | B37-B48 | Blocs d'information utile 37-48 | Information utile HDSL, y compris $Z_{m37}-Z_{m48}$ |
| | 4703 | 47 | stq1s | Signe du quat de bourrage 1 | Bourrage de trame |
| Valeur nominale, 6 ms | 4704 | 48 | stq1m | Grandeur du quat de bourrage 1 | Bourrage de trame |
| | 4705 | 49 | stq2s | Signe du quat de bourrage 2 | Bourrage de trame |
| $6 + \frac{1}{392}$ ms | 4706 | 50 | stq2m | Grandeur du quat de bourrage 2 | Bourrage de trame |

Tableau 4/G.991.1 – Structure des trames HDSL dans un système à deux paires

| Temps | Bit de trame n° | Bit HOH n° | Nom de l'abréviation | Nom complet | Notes |
|-------|-----------------|------------|----------------------|---|--|
| 0 ms | 1-14 | 1-14 | SW 1-14 | Mot de synchronisation | Code Barker double |
| | 15 | 15 | losd | Perte du signal d'entrée à l'interface d'application distante | |
| | 16 | 16 | febe | Erreur de bloc à l'extrémité distante | |
| | 17-1756 | – | B01-B12 | Blocs d'information utile 1-12 | Information utile HDSL, y compris $Z_{m1}-Z_{m12}$ |
| | 1757 | 17 | eoc01 | Adresse eoc | |
| | 1758 | 18 | eoc02 | Adresse eoc | |
| | 1759 | 19 | eoc03 | Données/code opérationnel eoc | |
| | 1760 | 20 | eoc04 | Octet pair/impair eoc | |
| | 1761 | 21 | crc1 | Contrôle de redondance cyclique | CRC-6 |
| | 1762 | 22 | crc2 | Contrôle de redondance cyclique | CRC-6 |
| | 1763 | 23 | ps1 | Etat de l'alimentation de la NTU, bit 1 | NTU → LTU seulement |
| | 1764 | 24 | ps2 | Etat de l'alimentation de la NTU, bit 2 | NTU → LTU seulement |
| | 1765 | 25 | bpv | Violation de bipolarité | |
| | 1766 | 26 | eoc05 | Voie eoc non spécifiée | |

Tableau 4/G.991.1 – Structure des trames HDSL dans un système à deux paires (suite)

| Temps | Bit de trame n° | Bit HOH n° | Nom de l'abréviation | Nom complet | Notes |
|------------------------|-----------------|------------|----------------------|---|---|
| | 1767-3506 | – | B13-B24 | Blocs d'information utile 13-24 | Information utile HDSL, y compris Z_{m13} - Z_{m24} |
| | 3507 | 27 | eoc06 | Message eoc, bit 1 | |
| | 3508 | 28 | eoc07 | Message eoc, bit 2 | |
| | 3509 | 29 | eoc08 | Message eoc, bit 3 | |
| | 3510 | 30 | eoc09 | Message eoc, bit 4 | |
| | 3511 | 31 | crc3 | Contrôle de redondance cyclique | CRC-6 |
| | 3512 | 32 | crc4 | Contrôle de redondance cyclique | CRC-6 |
| | 3513 | 33 | hrp | Régénérateur présent | LTU ← REG → NTU |
| | 3514 | 34 | rrbe | Erreur de bloc distant de régénérateur | LTU ← REG → NTU |
| | 3515 | 35 | rcbe | Erreur de bloc de central de régénérateur | LTU ← REG → NTU |
| | 3516 | 36 | rega | Alarme de régénérateur | LTU ← REG → NTU |
| | 3517-5256 | – | B25-B36 | Blocs d'information utile 25-36 | Information utile HDSL, y compris Z_{m25} - Z_{m36} |
| | 5257 | 37 | eoc10 | Message eoc, bit 5 | |
| | 5258 | 38 | eoc11 | Message eoc, bit 6 | |
| | 5259 | 39 | eoc12 | Message eoc, bit 7 | |
| | 5260 | 40 | eoc13 | Message eoc, bit 8 | |
| | 5261 | 41 | crc5 | Contrôle de redondance cyclique | CRC-6 |
| | 5262 | 42 | crc6 | Contrôle de redondance cyclique | CRC-6 |
| | 5263 | 43 | rta | Alarme de terminal distant | NTU → LTU seulement |
| | 5264 | 44 | indc/indr | Prêt à recevoir | indc=LTU → NTU indr=NTU → LTU |
| | 5265 | 45 | uib | Bit d'indicateur non spécifié | |
| | 5266 | 46 | uib | Bit d'indicateur non spécifié | |
| $6 - \frac{1}{584}$ ms | 5267-7006 | – | B37-B48 | Blocs d'information utile 37-48 | Information utile HDSL, y compris Z_{m37} - Z_{m48} |

Tableau 4/G.991.1 – Structure des trames HDSL dans un système à deux paires (fin)

| Temps | Bit de trame n° | Bit HOH n° | Nom de l'abréviation | Nom complet | Notes |
|------------------------|-----------------|------------|----------------------|--------------------------------|-------------------|
| | 7007 | 47 | stq1s | Signe du quat de bourrage 1 | Bourrage de trame |
| Valeur nominale, 6 ms | 7008 | 48 | stq1m | Grandeur du quat de bourrage 1 | Bourrage de trame |
| | 7009 | 49 | stq2s | Signe du quat de bourrage 2 | Bourrage de trame |
| $6 + \frac{1}{584}$ ms | 7010 | 50 | stq2m | Grandeur du quat de bourrage 2 | Bourrage de trame |

Tableau 5/G.991.1 – Structure des trames HDSL dans un système à une paire

| Temps | Bit de trame n° | Bit HOH n° | Nom de l'abréviation | Nom complet | Notes |
|-------|-----------------|------------|----------------------|---|---|
| 0 ms | 1-14 | 1-14 | SW 1-14 | Mot de synchronisation | |
| | 15 | 15 | losd | Perte du signal d'entrée à l'interface d'application distante | |
| | 16 | 16 | febe | Erreur de bloc à l'extrémité distante | |
| | 17-3484 | – | B01-B12 | Blocs d'information utile 1-12 | Information utile HDSL, y compris Z1-Z12 |
| | 3485 | 17 | eoc01 | Adresse eoc | |
| | 3486 | 18 | eoc02 | Adresse eoc | |
| | 3487 | 19 | eoc03 | Données/code opérationnel eoc | |
| | 3488 | 20 | eoc04 | Octet pair/impair eoc | |
| | 3489 | 21 | crc1 | Contrôle de redondance cyclique | CRC-6 |
| | 3490 | 22 | crc2 | Contrôle de redondance cyclique | CRC-6 |
| | 3491 | 23 | ps1 | Etat de l'alimentation de la NTU, bit 1 | NTU → LTU seulement |
| | 3492 | 24 | ps2 | Etat de l'alimentation de la NTU, bit 1 | NTU → LTU seulement |
| | 3493 | 25 | bpv | Violation de bipolarité | |
| | 3494 | 26 | eoc05 | Voie eoc non spécifiée | |
| | 3495-6962 | – | B13-B24 | Blocs d'information utile 13-24 | Information utile HDSL, y compris Z13-Z24 |

Tableau 5/G.991.1 – Structure des trames HDSL dans un système à une paire (suite)

| Temps | Bit de trame n° | Bit HOH n° | Nom de l'abréviation | Nom complet | Notes |
|-------------------------|-----------------|------------|----------------------|---|---|
| | 6963 | 27 | eoc06 | Message eoc, bit 1 | |
| | 6964 | 28 | eoc07 | Message eoc, bit 2 | |
| | 6965 | 29 | eoc08 | Message eoc, bit 3 | |
| | 6966 | 30 | eoc09 | Message eoc, bit 4 | |
| | 6967 | 31 | crc3 | Contrôle de redondance cyclique | CRC-6 |
| | 6968 | 32 | crc4 | Contrôle de redondance cyclique | CRC-6 |
| | 6969 | 33 | hrp | Régénérateur présent | LTU ← REG → NTU |
| | 6970 | 34 | rrbe | Erreur de bloc distant de régénérateur | LTU ← REG → NTU |
| | 6971 | 35 | rcbe | Erreur de bloc de central de régénérateur | LTU ← REG → NTU |
| | 6972 | 36 | rega | Alarme de régénérateur | LTU ← REG → NTU |
| | 6973-10 440 | – | B25-B36 | Blocs d'information utile 25-36 | Information utile HDSL, y compris Z25-Z36 |
| | 10 441 | 37 | eoc10 | Message eoc, bit 5 | |
| | 10 442 | 38 | eoc11 | Message eoc, bit 6 | |
| | 10 443 | 39 | eoc12 | Message eoc, bit 7 | |
| | 10 444 | 40 | eoc13 | Message eoc, bit 8 | |
| | 10 445 | 41 | crc5 | Contrôle de redondance cyclique | CRC-6 |
| | 10 446 | 42 | crc6 | Contrôle de redondance cyclique | CRC-6 |
| | 10 447 | 43 | rta | Alarme de terminal distant | NTU → LTU seulement |
| | 10 448 | 44 | indc/indr | Prêt à recevoir | indc=LTU → NTU indr=NTU → LTU |
| | 10 449 | 45 | uib | Bit d'indicateur non spécifié | |
| | 10 450 | 46 | uib | Bit d'indicateur non spécifié | |
| $6 - \frac{1}{1160}$ ms | 10 451-13 918 | – | B37-B48 | Blocs d'information utile 37-48 | Information utile HDSL, y compris Z37-Z48 |
| | 13 919 | 47 | stq1s | Signe du quat de bourrage 1 | Bourrage de trame |

Tableau 5/G.991.1 – Structure des trames HDSL dans un système à une paire (*fin*)

| Temps | Bit de trame n° | Bit HOH n° | Nom de l'abréviation | Nom complet | Notes |
|-------------------------|-----------------|------------|----------------------|--------------------------------|-------------------|
| Valeur nominale, 6 ms | 13 920 | 48 | stq1m | Grandeur du quat de bourrage 1 | Bourrage de trame |
| | 13 921 | 49 | stq2s | Signe du quat de bourrage 2 | Bourrage de trame |
| $6 + \frac{1}{1160}$ ms | 13 922 | 50 | stq2m | Grandeur du quat de bourrage 2 | Bourrage de trame |

5.4.2.1 Structure de trame HDSL 2B1Q

5.4.2.1.1 Structure de trame du système à trois paires

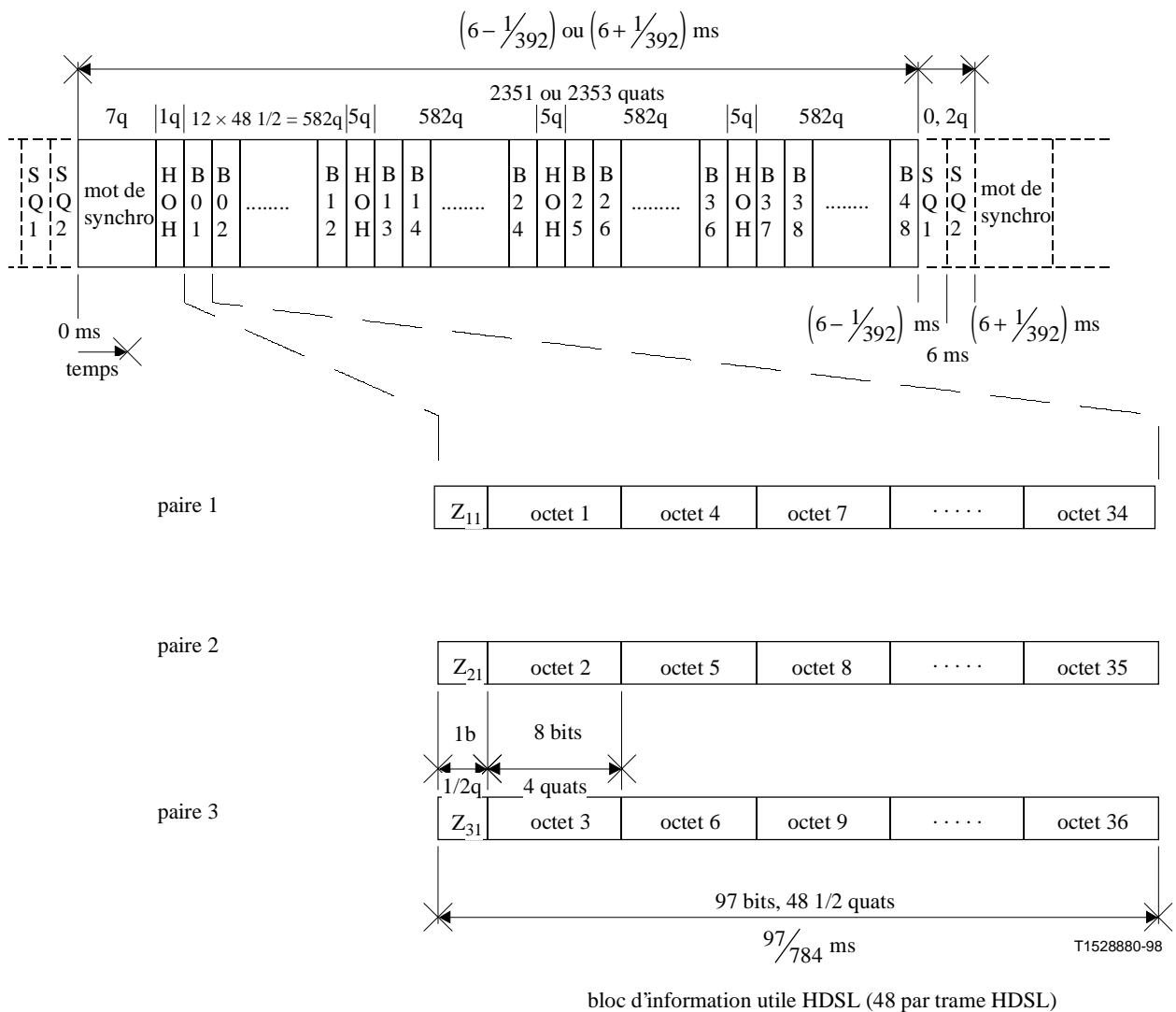
La Figure 7 illustre la structure de trame HDSL composée de symboles quaternaires (quats) et le mappage des octets de trame de base qui est réalisé avec cette trame HDSL. La trame est subdivisée en quatre groupes. Le premier groupe commence par le mot de synchronisation d'une longueur de sept symboles, suivi d'un quat de service HDSL et de douze blocs d'information utile HDSL, comprenant chacun 48,5 quats, soit l'équivalent de 97 bits, contenant un bit de service Z_{mn} et douze octets de trame de base. Les bits Z_{mn} ($m = 1, 2$ ou 3 , pour indiquer l'une des trois paires, et $n =$ une valeur comprise entre 1 et 48, pour indiquer le numéro d'ordre du bloc d'information utile HDSL dans la trame) fournissent une voie de service supplémentaire, pour laquelle 48 bits par trame de chaque système émetteur-récepteur HDSL à une capacité de 8 kbit/s sont disponibles.

Les huit premiers bits Z (de Z_{m1} à Z_{m8}) sont réservés aux applications de base. Les bits Z_{m1} , Z_{m2} et Z_{m3} sont réservés à l'identification des paires (voir 6.2); les bits Z_{m4} à Z_{m8} sont réservés pour une utilisation future et sont actuellement mis à 1.

Les bits Z_{m9} à Z_{m48} dépendent de l'application et sont acheminés de façon transparente dans le noyau HDSL. L'utilisation de ces bits pour les exigences spécifiques d'application devra être décrite. Les bits non utilisés seront mis à 1.

Les trois groupes suivants ont la même structure. Chacun comprend cinq quats de service HDSL et douze blocs d'information utile HDSL tels que décrits ci-dessus. Ainsi, une trame contient un mot de synchronisation, 16 quats de service HDSL, 48 bits Z et 576 octets de trame de base.

A la fin de la trame, on envisage la possibilité de deux quats de bourrage. Ces quats sont toujours utilisés ensemble; cela signifie donc que soit aucun quat de bourrage n'est inséré, soit deux quats sont insérés, selon la relation à la base de temps. La longueur de la trame HDSL est donc soit de 2353 quats, correspondant à $6 + \frac{1}{392}$ ms pour la fréquence d'horloge HDSL nominale, soit de 2351 quats correspondant à $6 - \frac{1}{392}$ ms ms, la moyenne tendant vers 2352 quats ou 6 ms. Le récepteur est capable d'évaluer la longueur d'une trame entrante, en détectant le mot de synchronisation de la trame suivante, et d'ajuster en conséquence le démultiplexage du flux de données.



| Symbole | Nom, fonction |
|-----------------|---|
| B01 à B48 | blocs d'information utile du système HDSL |
| octet n | octet de la trame de base (n = 1 ... 144) |
| HOH | élément de service HDSL (sw, eoc, crc, ...) |
| quat | symbole de quaternaire |
| SQ1, SQ2 | quats de bourrage |
| mot de synchr. | code Barker à 7 symboles, "double Barker" → 14 bits |
| Z _{mn} | bits de service supplémentaires (bits Z) |
| m | indication de la paire correspondance (m = 1 ... 3) |
| n | indication du numéro du bloc d'information utile (n = 1 ... 48) |

Figure 7/G.991.1 – Structure de trame du système à trois paires

5.4.2.1.2 Structure de trame du système à deux paires

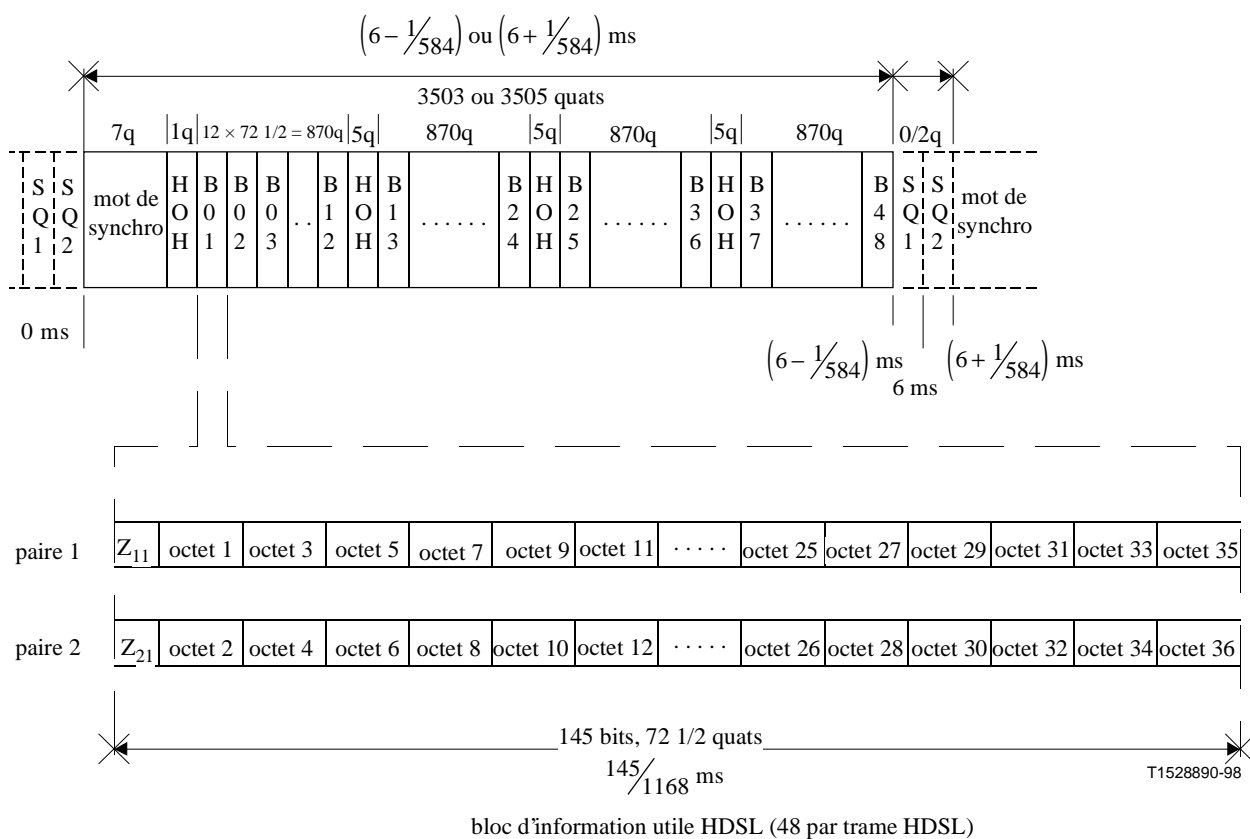
La Figure 8 illustre la structure de trame HDSL composée de symboles quaternaires (quats) et le mappage des octets de trame de base qui est réalisé avec cette trame HDSL. La trame est subdivisée en quatre groupes. Le premier groupe commence par le mot de synchronisation d'une longueur de sept symboles, suivi d'un quat de service HDSL et de douze blocs d'information utile HDSL, comprenant chacun 72,5 quats, soit l'équivalent de 145 bits, contenant un bit de service Z_{mn} et 18 octets de trame de base. Les bits Z_{mn} ($m = 1$ ou 2 , pour indiquer l'une des deux paires, et $n =$ une valeur comprise entre 1 et 48, pour indiquer le numéro d'ordre du bloc d'information utile HDSL dans la trame) fournissent une voie de service supplémentaire, pour laquelle 48 bits par trame de chaque système émetteur -récepteur HDSL à une capacité de 8 kbit/s sont disponibles.

Les huit premiers bits Z (de Z_{m1} à Z_{m8}) sont réservés aux applications de base. Les bits Z_{m1} et Z_{m2} sont réservés à l'identification des paires (voir 6.2); les bits Z_{m3} à Z_{m8} sont réservés pour une utilisation future et sont actuellement mis à 1.

Les bits Z_{m9} à Z_{m48} dépendent de l'application et sont acheminés de façon transparente dans le noyau HDSL. L'utilisation de ces bits pour les exigences spécifiques d'application devra être décrite. Les bits non utilisés seront mis à 1.

Les trois groupes suivants ont la même structure. Chacun comprend cinq quats de service HDSL et douze blocs d'information utile HDSL tels que décrits ci-dessus. Ainsi, une trame contient un mot de synchronisation, 16 quats de service HDSL, 48 bits Z et 864 octets de trame de base.

A la fin de la trame, on envisage la possibilité de deux quats de bourrage. Ces quats sont toujours utilisés ensemble; cela signifie donc que soit aucun quat de bourrage n'est inséré, soit deux quats sont insérés, selon la relation à la base de temps. La longueur de la trame HDSL est donc soit de 3505 quats, correspondant à $6 + \frac{1}{584}$ ms pour la fréquence d'horloge HDSL nominale, soit de 3503 quats correspondant à $6 - \frac{1}{584}$ ms, la moyenne tendant vers 3504 quats ou 6 ms. Le récepteur est capable d'évaluer la longueur d'une trame entrante, en détectant le mot de synchronisation de la trame suivante, et d'ajuster en conséquence le démultiplexage du flux de données.



bloc d'information utile HDSL (48 par trame HDSL)

| Symbole | Nom, fonction |
|-----------------|---|
| B01 à B48 | blocs d'information utile du système HDSL |
| octet n | octet de la trame de base (n = 1 ... 144) |
| HOH | élément de service HDSL (sw, eoc, crc, ...) |
| quat | symbole de quaternaire |
| SQ1, SQ2 | quats de bourrage |
| mot de synchr. | code Barker à 7 symboles, "double Barker" → 14 bits |
| Z _{mn} | bits de service supplémentaires (bits Z) |
| m | indication de la paire correspondance (m = 1 ... 2) |
| n | indication du numéro du bloc d'information utile (n = 1 ... 48) |

Figure 8/G.991.1 – Structure de trame du système à deux paires

5.4.2.1.3 Structure de trame du système à une paire

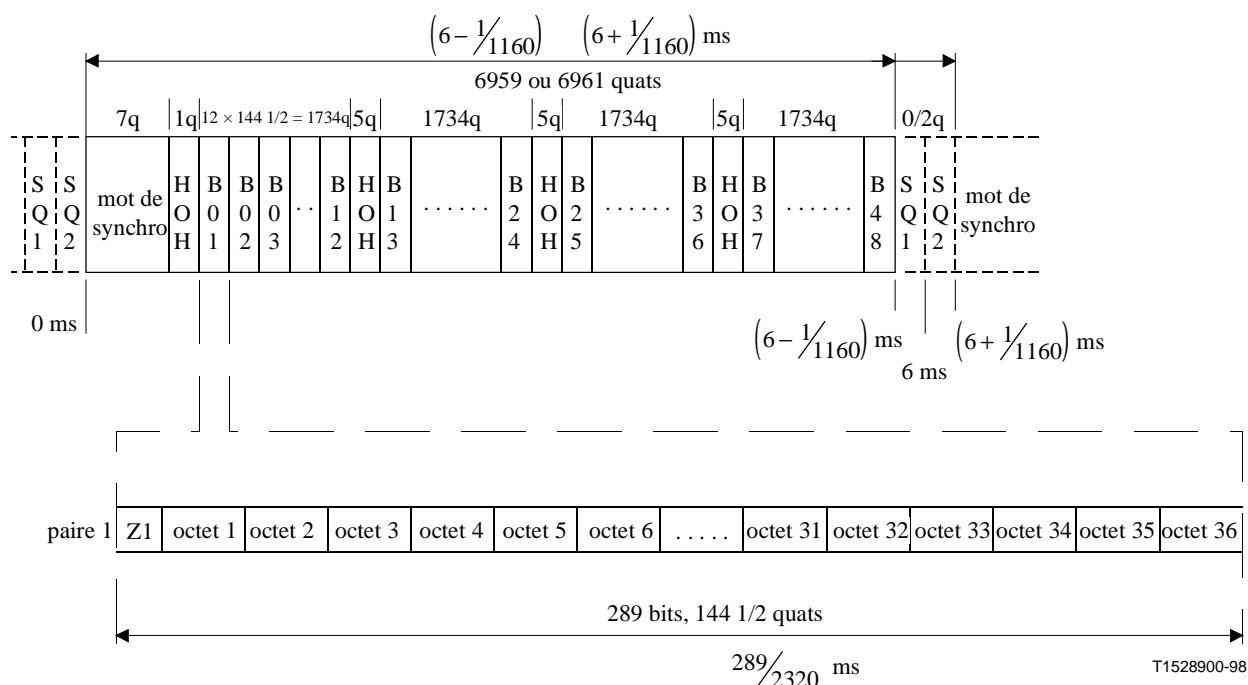
La Figure 9 illustre la structure de trame HDSL composée de symboles quaternaires (quats) et le mappage des octets de trame de base qui est réalisé avec cette trame HDSL. La trame est subdivisée en quatre groupes. Le premier groupe commence par le mot de synchronisation d'une longueur de sept symboles, suivi d'un quat de service HDSL et de douze blocs d'information utile HDSL, comprenant chacun 144,5 quats, soit l'équivalent de 289 bits, contenant un bit de service Z_n et 36 octets de trame de base. Les bits Z_n (n égale une valeur comprise entre 1 et 48, pour indiquer le numéro d'ordre du bloc d'information utile HDSL dans la trame) fournissent une voie de service supplémentaire, pour laquelle 48 bits par trame de chaque système émetteur-récepteur HDSL à une capacité de 8 kbit/s sont disponibles.

Les huit premiers bits Z (de Z₁ à Z₈) sont réservés pour fins d'utilisation future par les applications de base et sont actuellement mis à 1.

Les bits Z_9 à Z_{48} dépendent de l'application et sont acheminés de façon transparente dans le noyau HDSL. L'utilisation de ces bits pour les exigences spécifiques d'application devra être décrite. Les bits non utilisés seront mis à 1.

Les trois groupes suivants ont la même structure. Chacun comprend cinq quats de service HDSL et douze blocs d'information utile HDSL tels que décrits ci-dessus. Ainsi, une trame contient un mot de synchronisation, 16 quats de service HDSL, 48 bits Z et 1728 octets de trame de base.

A la fin de la trame, on envisage la possibilité de deux quats de bourrage. Ces quats sont toujours utilisés ensemble; cela signifie donc que soit aucun quat de bourrage n'est inséré, soit deux quats sont insérés, selon la relation à la base de temps. La longueur de la trame HDSL est donc soit de 6961 quats, correspondant à $6 + \frac{1}{1160}$ ms pour la fréquence d'horloge HDSL nominale, soit de 6959 quats correspondant à $6 - \frac{1}{1160}$ ms, la moyenne tendant vers 6960 quats ou 6 ms. Le récepteur est capable d'évaluer la longueur d'une trame entrante, en détectant le mot de synchronisation de la trame suivante, et d'ajuster en conséquence le démultiplexage du flux de données.



| Symbole | Nom, fonction |
|----------------|---|
| B01 à B48 | blocs d'information utile du système HDSL |
| octet n | octet de la trame de base (n = 1 ... 144) |
| HOH | éléments de service HDSL (sw, eic, crc ...) |
| quat | symbole quaternaire |
| SQ1, SQ2 | quats de bourrage |
| mot de synchr. | code Barker à 7 symboles, "double Barker" → 14 bits |
| Z_n | bits de service supplémentaires (bits Z) |
| n | indication du numéro du bloc d'information utile (n = 1 ... 48) |

Figure 9/G.991.1 – Structure de trame du système à une paire

5.4.2.2 Affectation des bits d'une trame

Les Tableaux 3, 4 et 5 présentent la séquence binaire des trames HDSL avant embrouillage du côté émission et après désembrouillage du côté réception. Les structures de trame sont identiques dans les deux sens de transmission, mais l'affectation fonctionnelle des bits individuels est différente dans le sens LTU vers NTU et dans le sens NTU vers LTU. Les bits non utilisés sont mis à 1 dans les deux sens. Par exemple, les bits d'état d'alimentation NTU proposés ne sont définis que dans la trame acheminée vers l'unité LTU et les positions de bits correspondantes dans le sens inverse ne sont pas attribuées. L'affectation des bits est identique dans chacune des paires.

Les bits de service actuellement définis sont brièvement décrits ci-dessous.

– *Mot de synchronisation (Sync word)*

Les mots de synchronisation permettent aux récepteurs HDSL de dégager la base de temps des quats et des bits de sorte que les signaux entrants puissent être décodés en leur format binaire initial. Les mots de synchronisation doivent être des séquences en code Barker à sept quats, conformément au Tableau 6. La même séquence est utilisée dans les deux sens pour toutes les paires.

Le codage défini au Tableau 6 maintient les niveaux de symbole de crête de 2,50 V (une paire) ou de 2,64 V (deux et trois paires) pour les mots de synchronisation sur la ligne.

Tableau 6/G.991.1 – Séquences des mots de synchronisation en code Barker à sept quats

| Quat n° | Séquence |
|---------|----------|
| 01 | +3 |
| 02 | +3 |
| 03 | +3 |
| 04 | -3 |
| 05 | -3 |
| 06 | +3 |
| 07 | -3 |

– *Bit losd (perte de signal [loss of signal])*

S'il n'y a pas de signal de l'interface d'application, le bit losd doit être mis à 0 dans la trame suivante vers l'extrémité distante. Dans des conditions normales, ce bit doit être mis à 1.

– *Bit febe (erreur de bloc à l'extrémité distante [far end block error])*

Le bit febe doit être mis à 0 dans la trame suivante vers l'extrémité distante quand le récepteur local détecte une erreur CRC dans la trame HDSL. Quand il n'y a pas de valeur de bit febe qui soit prête (en raison de la différence des longueurs de trames dans les deux sens) ou qu'aucune défaillance n'a été détectée dans la trame précédente, le bit febe est mis à 1.

– *Bits eoc (voie d'exploitation incorporée [embedded operations channel])*

Treize bits (eoc01 à eoc13) sont fournis comme voie de maintenance distincte. Le sous-paragraphe 5.5 décrit les codes et donne les procédures utilisées dans cette voie.

– *Bits crc (contrôle de redondance cyclique [cyclic redundancy check])*

La trame HDSL doit comporter six bits affectés à un code de contrôle de redondance cyclique (CRC, *cyclic redundancy check*) dans chaque sens et pour chaque paire.

Le bloc de codes CRC est calculé pour la trame précédente dans un sens donné, sauf pour les 14 bits de mot de synchronisation, les 6 bits crc et tout bit de quat de bourrage.

Les 6 bits crc transmis dans la trame (N+1)^e sont fixés comme suit:

- 1) tous les bits de la *n*ème trame, à l'exception des 14 bits du mot de synchronisation, des 6 bits crc et de tout bit de quat de bourrage, soit un total de *m* bits (*m* égale 4682 pour le système à trois paires, 6986 pour le système à deux paires et 13 888 pour le système à une paire), sont utilisés, par ordre d'apparition, pour créer un polynôme en "X" où le bit "0" de la *n*ème trame est le coefficient du terme X^{m-1} et le bit *m*-1 de la *n*ème trame est le coefficient du terme X^0 ;
- 2) le polynôme est multiplié par le facteur X^6 , et le résultat est divisé, modulo 2, par le polynôme générateur $X^6 \text{###} X \text{###} 1$. Les coefficients du polynôme reste sont utilisés, par ordre d'apparition, comme ensemble ordonné de bits de contrôle (crc1 à crc6) pour la trame (N+1)^e. L'ordonnancement se fait de sorte que le coefficient du terme X^5 du polynôme reste est le bit de contrôle crc1 et que le coefficient du terme X^0 du polynôme reste est le bit de contrôle crc6;
- 3) les bits de contrôle crc1 à crc6 contenus dans une trame sont associés au contenu de la trame précédente. Quand une trame n'est pas immédiatement précédée d'une autre trame, on peut assigner une valeur quelconque aux bits de contrôle.

– *Bits ps1, ps2 (bits d'alimentation [power supply bits])*

Les bits d'alimentation ps1 et ps2 servent à indiquer l'état de l'alimentation primaire et secondaire dans l'unité NTU. Le Tableau 7 présente les définitions de fonction des bits d'état d'alimentation.

Tableau 7/G.991.1 – Codage des états d'alimentation

| Etats d'alimentation NTU | ps1 | ps2 |
|----------------------------------|-----|-----|
| Alimentation normale | 1 | 1 |
| Alimentation secondaire en panne | 1 | 0 |
| Alimentation primaire en panne | 0 | 1 |
| Perte d'alimentation | 0 | 0 |

Quand il y a perte d'alimentation à l'unité NTU, il doit rester une alimentation suffisante pour transmettre trois messages "perte d'alimentation" (*power loss*) vers l'unité LTU.

– *Bit bpv (violation de bipolarité [bipolar violation])*

Quand, pendant une période de trame HDSL, une violation de codage en ligne est détectée à l'interface d'application, le bit bpv est mis à 0 dans la trame suivante vers l'extrémité distante. Dans des conditions normales, le bit bpv est mis à 1.

– *Bit hrp (régénérateur HDSL présent [HDSL regenerator present])*

Quand il y a un régénérateur, le bit hrp est mis à 0 par le régénérateur dans les deux sens, soit vers l'unité NTU et vers l'unité LTU. Les unités NTU et LTU mettent le bit hrp à 1 dans les trames sortantes.

– *Bit rrbe (erreur de bloc distant de régénérateur [regenerator remote block error])*

Le bit rrbe est mis à 0 par le régénérateur vers les unités LTU et NTU dans la trame sortante suivante quand une erreur CRC a été détectée par le récepteur situé du côté LTU du régénérateur. Le bit rrbe est mis à 1 quand aucune défaillance n'est détectée.

- *Bit rcbe (erreur de bloc de central de régénérateur [regenerator central block error])*
Le bit rcbe est mis à 0 par le régénérateur vers les unités LTU et NTU dans la trame sortante suivante quand une erreur CRC a été détectée par le récepteur situé du côté NTU du régénérateur. Le bit rcbe est mis à 1 quand aucune défaillance n'est détectée.
- *Bit rta (alarme de terminal distant [remote terminal alarm])*
Le bit rta est mis à 0 par l'unité NTU pour signaler des conditions d'alarme interne à l'unité LTU. Après avoir détecté le bit rta, l'unité LTU peut lire le registre d'état de l'unité NTU et évaluer les raisons de la condition de défaillance. Quand il n'y a pas d'alarme en instance dans l'unité NTU, le bit rta est mis à 1.
- *Bit rega (alarme interne dans le régénérateur [internal alarm in the regenerator])*
Le bit rega est mis à 0 par le régénérateur pour signaler des conditions d'alarme interne à l'unité LTU. Après avoir détecté le bit rega, l'unité LTU peut lire le registre d'état du régénérateur et évaluer les raisons de la condition de défaillance. Quand il n'y a pas d'alarme en instance dans le régénérateur, le bit rega est mis à 1.
- *Bits uib (bit d'indicateur non spécifié [unspecified indicator bits])*
Ces bits sont réservés pour fins d'utilisation future. Ils doivent être mis à 1.
- *stq (quat de bourrage [stuffing quats])*
(stq1m, stq1s, stq2m, stq2s)
Ces quats sont toujours utilisés ensemble. Il y a insertion de zéro ou deux quats de bourrage, selon le rapport de base de temps entre les deux sens de transmission. Les différents fournisseurs sont libres de choisir les valeurs des quats de bourrage utilisés. Les bits de bourrage ne sont pas embrouillés.
- *Bits indc et indr (indicateur prêt à recevoir, du côté LTU et du côté NTU respectivement [ready to receive indicator at the LTU and NTU resp.])*
Ces bits sont mis à 0 par l'un des émetteurs-récepteurs HDSL pour indiquer à l'émetteur-récepteur distant qu'il est prêt à recevoir des données. Dans toute autre condition, les bits indc et indr sont mis à 1.

NOTE – Les bits indc et indr des éléments de service de la trame HDSL ne doivent pas être confondus avec les indicateurs d'état INDC et INDR utilisés dans les émetteurs-récepteurs HDSL dans la procédure de déclenchement décrite au 5.6.

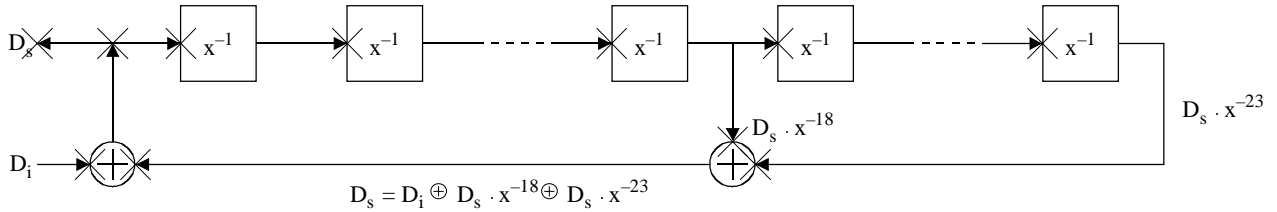
5.4.3 Méthode d'embrouillage

Les systèmes d'émetteurs-récepteurs HDSL utilisent la même procédure d'embrouillage à synchronisation automatique que celle utilisée par le système de transmission 2B1Q pour l'AB-RNIS conformément à l'Annexe A/G.960 [2]. Le flux binaire, à l'exception des 14 bits du mot de synchronisation et des bits de bourrage, est embrouillé, avant encodage, au moyen d'un polynôme du 23^e ordre.

- Dans le sens NTU → LTU, le polynôme est $x^{-23} \oplus x^{-18} \oplus 1$, où le symbole \oplus renvoie à une addition modulo 2.
- Dans le sens LTU → NTU, le polynôme est $x^{-23} \oplus x^{-5} \oplus 1$.
- Le flux binaire est extrait par le récepteur en utilisant le même polynôme sur les données embrouillées. La Figure 10 représente les organigrammes d'embrouillage et de désembrouillage.

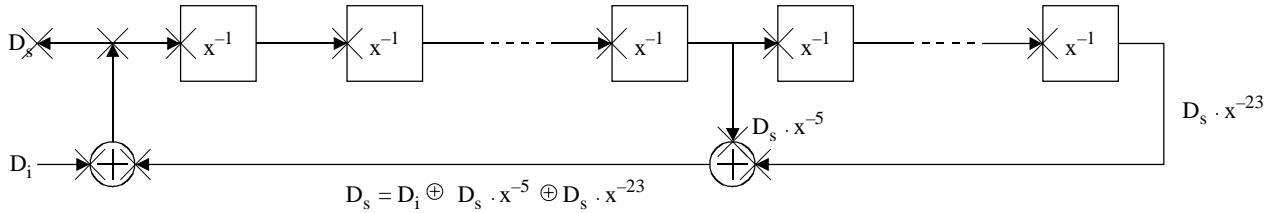
NTU (REG-R)

embrouilleur d'émission (NTU vers LTU)



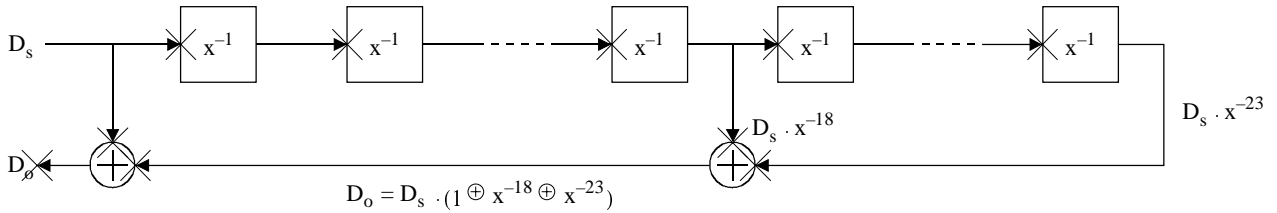
LTU (REG-C)

embrouilleur d'émission (LTU vers NTU)



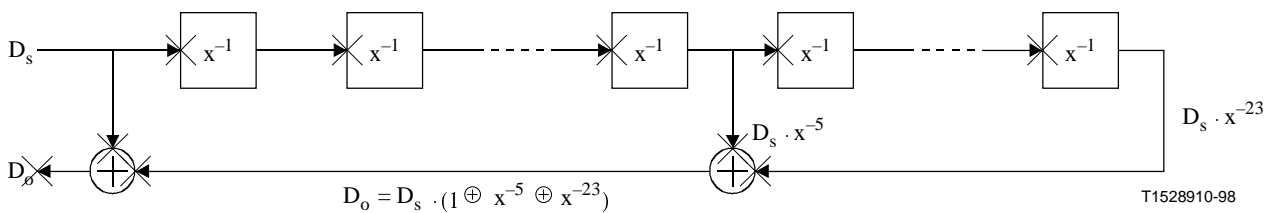
LTU (REG-C)

désembrouilleur de réception (NTU vers LTU)



NTU (REG-R)

désembrouilleur de réception (LTU vers NTU)



T1528910-98

D_s données embrouillées

D_i données d'entrée désembrouillées

D_o données de sortie désembrouillées

X^{-n} retard de n périodes de bits

\oplus ou exclusif logique

\cdot multiplication

Figure 10/G.991.1 – Embrouilleurs et désembrouilleurs

5.5 Voie d'exploitation incorporée HDSL (eoc)

Le présent sous-paragraphe précise les exigences relatives à la voie d'exploitation incorporée (eoc). Treize des 50 bits de service HDSL (HOH) disponibles, tels que définis aux Tableaux 3, 4 et 5,

servent à l'application eoc et présentent une trame eoc complète synchronisée avec la trame HDSL correspondante. La structure des trames eoc est présentée au Tableau 8 et décrite ci-dessous.

Tableau 8/G.991.1 – Structure de trame eoc HDSL

| Position des bits | Nombre de bits | Description | Remarques |
|--|----------------|------------------------------------|--|
| 1, 2 | 2 | Adresse | Possibilité d'indiquer quatre emplacements |
| 3 | 1 | Indicateur données (0)/message (1) | |
| 4 | 1 | Octet impair (1)/pair (0) | Transmission multi-octet |
| 5 | 1 | Non utilisé | |
| 6-13 (Note) | 8 | Champ d'information | 256 codes opérationnels, données 8 bits |
| NOTE – eoc06 contient le MSB et eoc13, le LSB, des codes opérationnels/données décrits aux Tableaux 9, 10 et 11. | | | |

1) *Champ adresse*

les deux premiers bits (eoc01 et eoc02) permettent l'adressage unique de quatre éléments réseaux. La présente Recommandation précise les exigences relatives à trois emplacements, soit les unités NTU et LTU et le régénérateur.

L'adresse de l'unité LTU est "11", et elle peut être considérée comme l'eoc-maîtresse.

Les adresses de l'unité NTU et du régénérateur (le cas échéant) sont "00" et "10" (eoc01, eoc02) respectivement, et elles peuvent être considérées comme des adresses eoc asservies.

L'adresse contenue dans un écho de retour devrait être celle de l'unité qui répond.

2) *Bit indicateur données/message*

le bit indicateur donnée/message doit être mis à 1 quand le champ d'information contient le code opérationnel d'un message eoc HDSL.

Le bit indicateur données/message doit être mis à 0 quand le champ d'information contient des données, binaires ou ASCII.

3) *Octet impair/pair*

le champ "octet impair"/"octet pair" est utilisé comme suit:

pour que le premier octet de données soit lu ou écrit, le bit eoc04 est mis à 1 pour indiquer "octet impair"; pour l'octet suivant, eoc04 est mis à 0 pour indiquer "octet pair", et ainsi de suite, en alternance. Ce champ sert à accélérer la lecture et l'écriture des données en éliminant le besoin d'utiliser des codes intermédiaires pour indiquer à l'extrémité distante que l'octet précédent a bien été reçu.

4) *Bit non utilisé*

mis à 1.

5) *Champ d'information*

jusqu'à 256 messages différents ou huit bits de données binaires ou ASCII peuvent être encodés dans le champ d'information.

5.5.1 Fonctions des eoc HDSL

L'unité LTU (maîtresse) transmet des commandes vers l'unité NTU (asservie) ou le régénérateur (asservi) en vue de l'exécution de certaines fonctions. Certaines de ces fonctions exigent que l'élément asservi active des changements dans les circuits (par exemple pour fins de bouclage ou pour envoyer des bits crc altérés). D'autres fonctions peuvent être invoquées pour lire ou inscrire des données dans un registre de l'élément asservi.

Certaines de ces commandes sont "verrouillées", c'est-à-dire qu'une commande subséquente doit être donnée pour mettre fin à leur action. Plusieurs actions HDSL enclenchées par eoc peuvent ainsi être en cours simultanément. Une commande "retour à la normale" (Return to Normal) distincte, accompagnée de l'adresse appropriée, doit être utilisée pour déverrouiller tous les états verrouillés dans le régénérateur ou l'unité NTU. S'il n'y a pas de message en instance pour l'unité NTU et le régénérateur (état de repos), le message "retour à la normale" doit être émis par l'unité LTU avec l'adresse NTU "00". Si aucun code opérationnel ne doit être transmis pendant un état verrouillé, l'unité LTU peut émettre le message "maintien de l'état" (Hold State).

Si elle n'est pas bien adressée, l'unité NTU doit insérer le message "maintien de l'état" avec l'adresse NTU "00" dans le sens NTU → LTU. Normalement, si le régénérateur est adressé et que son unité eoc fonctionne bien, ce message NTU est écrasé dans le régénérateur. Si l'unité eoc du régénérateur n'est pas en mesure de réagir (en raison d'une fonction fautive), la réception du message "maintien de l'état" de l'unité NTU indique à l'unité LTU que le régénérateur ne fonctionne pas bien, bien que les messages soient acheminés sur l'ensemble de la liaison jusqu'à l'unité NTU.

Le régénérateur est transparent à tous les messages dans le sens LTU → NTU, y compris aux messages adressant le régénérateur lui-même. Dans le sens NTU → LTU, le régénérateur est transparent tant qu'un message l'adressant n'est pas reçu. Dans ce dernier cas, tout message de l'unité NTU acheminé dans le sens NTU → LTU est écrasé en fonction de l'action demandée dans le message eoc pour le régénérateur.

Toutes les commandes sont énumérées au Tableau 9 et décrites au 5.5.5.

Tableau 9/G.991.1 – Messages de codes opérationnels eoc

| Code Hex | Description du code opérationnel |
|-----------------|---|
| 06 | Pas en mesure de se conformer (UTC) |
| 07 | Retour à la normale |
| 08 | Bouclage de la trame d'application à l'unité NTU (Note 1) |
| 10 | Maintien de l'état |
| 19 | Bouclage analogique dans le régénérateur (Note 1 et Note 2) |
| 20 | Demande de codes CRC altérés NTU/REG-R (Note 1 et Note 3) |
| 22 | Demande de codes CRC altérés REG-C (Note 1) |
| 28 | Demande d'interruption des codes CRC altérés NTU/REG-R (Note 3) |
| 29 | Demande d'interruption des codes CRC altérés REG-C |
| 3F | Notification de codes CRC altérés NTU/REG-R (Note 1 et Note 3) |
| 50 | Notification de codes CRC altérés REG-C (Note 1) |
| 5F | Notification d'interruption de codes CRC altérés NTU/REG-R (Note 3) |
| 60 | Notification d'interruption de codes CRC altérés REG-C |
| 9F | Fin des données |
| AF | Prochain octet |

Tableau 9/G.991.1 – Messages de codes opérationnels eoc (*fin*)

| Code Hex | Description du code opérationnel |
|---|---|
| D0-DF | Ecriture de données dans le registre n° (numéro 0 à F) NTU/REG (Note 3) |
| E0-EF | Lecture de données dans le registre n° (numéro 0 à F) NTU/REG (Note 3) |
| F0-F3 | Définis par le fournisseur |
| <p>NOTE 1 – Fonction verrouillante. Un message de libération doit être émis pour annuler la fonction.</p> <p>NOTE 2 – En raison du système de transmission utilisé, des bouclages distincts doivent être établis pour chaque paire dans le régénérateur. L'unité OAM de l'unité LTU doit s'assurer que le bouclage individuel est fermé avant de reconnaître le bon fonctionnement de l'interface d'application.</p> <p>NOTE 3 – Ce code opérationnel est utilisé pour les messages visant l'unité NTU ou le régénérateur. L'adresse contenue dans le message permet de distinguer l'unité NTU du régénérateur.</p> <p>NOTE 4 – Aucun besoin pour les messages 18, 30, 38, 6F et 7F n'a été défini en Europe. Ils peuvent être utilisés par des exploitants de réseaux à l'extérieur de l'Europe, par exemple en Amérique du Nord, conformément au Rapport technique du Comité T1 [B3]. Tous les autres messages sont réservés aux fins d'applications futures.</p> | |

5.5.2 Protocole d'accusé de réception des eoc HDSL

L'unité LTU est l'unité maîtresse des eoc HDSL et émet toujours les commandes. Les éléments asservis répondent aux messages correctement adressés en indiquant à l'unité maîtresse que lesdits messages ont été bien reçus. Ainsi, le protocole eoc HDSL fonctionne en mode commande/réponse, où l'unité maîtresse émet des commandes et les éléments asservis répondent.

Les messages spécifiques à une paire doivent être acheminés et faire l'objet d'un accusé de réception sur la paire adressée uniquement. Du côté des éléments asservis (NTU/REG), l'évaluation et l'accusé de réception se font de façon autonome pour chaque système d'émetteur-récepteur HDSL (sous-système), c'est-à-dire que chaque sous-système fait écho aux messages eoc reçus indépendamment du code sur les autres sous-systèmes.

Ce traitement orienté sous-système du protocole eoc permet la mise en œuvre d'un régénérateur en fonction de modules indépendants pour chaque paire. Ce principe général est également respecté dans l'unité NTU, c'est-à-dire que les messages qui demandent une action sur une seule paire (par exemple toutes les fonctions CRC, la lecture de la marge de bruit) sont exécutés uniquement sur la paire visée, où le message a été reçu correctement.

Les messages généraux, qui n'adressent pas des fonctions sur une seule paire, par exemple une fonction de bouclage à une unité NTU, peuvent être transmis sur toutes les paires en parallèle ou sur une seule paire, selon le choix de l'unité LTU. L'unité NTU évalue le message sur une seule paire, qui peut être choisie par surveillance de l'eoc pour fins de détection de messages généraux valides ou par toute surveillance de la qualité de fonctionnement. Après avoir reçu trois messages valides consécutifs sur la paire choisie, l'unité NTU passe à l'état approprié et exécute la fonction demandée. L'accusé de réception du message reçu doit être transmis sur toutes les paires en parallèle, et l'unité LTU évalue l'accusé de réception sur une seule paire. Les unités LTU et NTU peuvent donc évaluer les messages sur des paires différentes. Dans le régénérateur, il n'y a aucune différence entre les messages généraux et les messages spécifiques à une paire en raison de la mise en œuvre propre à chaque paire. L'unité LTU doit s'assurer que tous les bouclages individuels sont activés avant d'indiquer un bouclage actif 1A.

Les éléments asservis peuvent émettre trois types de réponses; trois états de protocoles sont donc admis sur une eoc HDSL. En tout temps, l'eoc HDSL est dans l'un des trois états de protocole, et elle peut passer d'un état à un autre pendant un message.

Les trois états de protocoles sont les suivants:

- 1) état de protocole message/réponse en écho;
- 2) état de protocole message/réponse UTC (pas en mesure de se conformer [Unable to Comply]);
- 3) état de protocole message/réponse de données.

5.5.2.1 Etat de protocole message/réponse en écho

Pour accuser réception d'un message bien adressé de la LTU, l'élément asservi (NTU ou REG) répond à un message eoc HDSL reçu en renvoyant des trames eoc HDSL identiques vers l'unité LTU. Cette procédure de réponse se nomme "renvoi en écho" du message eoc HDSL. L'envoi d'une trame eoc HDSL par l'unité LTU et le renvoi en écho de cette trame par l'élément asservi composent l'état de protocole message/réponse en écho.

Pour garantir la validité du message, l'élément asservi doit recevoir trois trames eoc HDSL identiques consécutives avant d'activer la fonction demandée. Ainsi, les messages eoc HDSL reçus par l'élément asservi peuvent être considérés comme fort probablement exacts.

Pour confirmer à l'unité LTU la réception correcte du message par l'élément asservi, le message est répété jusqu'à ce que l'unité LTU reçoive trois échos identiques consécutifs. Il s'agit là d'un accusé de réception implicite qui confirme à l'unité LTU que l'élément asservi a bien reçu le message émis et lui donne suite. Cela complète le mode de protocole message/réponse.

En résumé, le protocole eoc HDSL demande que l'unité LTU émette un message de façon continue jusqu'à ce qu'elle reçoive trois échos identiques consécutifs de la trame eoc HDSL qu'elle a initialement émise.

L'unité LTU ne peut pas commencer à émettre un nouveau message vers l'élément asservi tant qu'il n'y a pas eu accusé de réception du message eoc HDSL précédent et que le protocole commande/réponse n'est pas achevé pour ce message. Cette règle de "un message en suspens" élimine automatiquement les problèmes de conflits potentiels entre une unité NTU et un régénérateur.

Un noyau HDSL divise l'information utile entre deux ou trois paires. Les règles énoncées ci-dessus, qui demandent la réception de trois messages ou accusés de réception identiques consécutifs, s'appliquent à une paire unique. C'est-à-dire que le message ou l'accusé de réception doit être reçu de façon identique et consécutive trois fois sur la même paire.

Les exigences ci-dessous s'appliquent:

- 1) en tout temps, un seul message, sous la commande de l'unité LTU, doit être en suspens (non reconnu et confirmé) sur l'eoc HDSL;
- 2) pour produire l'action désirée dans l'élément asservi, l'unité LTU doit continuer d'envoyer le message jusqu'à ce qu'elle reçoive au moins trois trames eoc HDSL identiques consécutives de l'élément asservi sur une même paire. Cela constitue un accusé de réception confirmant à l'unité LTU que l'élément asservi a bien reçu le message émis;
- 3) dans le cas de conditions sans verrouillage, l'unité LTU doit, après réception de trois échos valides, émettre de façon ininterrompue le message d'activation ou, encore, émettre un message "maintien de l'état";

- 4) l'élément asservi doit enclencher l'action demandée uniquement après avoir reçu, sur une même paire, trois trames eoc HDSL identiques, consécutives et bien adressées, qui contiennent un message reconnu par l'élément asservi;
- 5) l'élément asservi doit répondre à tous les messages reçus convenablement adressés. La réponse est un écho émis vers l'unité LTU de la trame eoc HDSL reçue;
- 6) toute réponse ou trame eoc HDSL émise en écho doit être émise dans la prochaine trame eoc HDSL de retour disponible;
- 7) le bouclage (dans les éléments NTU/REG) et les commandes de demande/notification de commandes CRC altérées doivent être "verrouillants" pour permettre l'exécution simultanée de plusieurs actions enclenchées par une eoc HDSL;
- 8) pour déverrouiller toutes les conditions verrouillées, l'unité LTU doit émettre le message "retour à la normale". Quand l'élément asservi reçoit correctement le message "retour à la normale" de l'unité LTU (trois messages identiques et consécutifs), il doit déverrouiller toutes les conditions verrouillées enclenchées par les messages eoc HDSL précédents;
- 9) l'élément asservi ne doit pas émettre de messages autonomes.

5.5.2.2 Mode de fonctionnement UTC (pas en mesure de se conformer)

Quand l'élément asservi ne prend pas en charge un message correctement adressé qu'il a reçu trois fois de façon identique et consécutive sur la paire active, il émet le message de réponse eoc HDSL UTC (pas en mesure de se conformer) plutôt qu'un troisième écho identique consécutif. L'élément asservi doit ensuite passer à l'état de protocole message/réponse UTC.

L'élément asservi passe également à l'état de commande message/réponse UTC suite à la réception d'un message qui ne s'applique pas à l'état en cours du mode de fonctionnement commande/réponse, par exemple si un message "prochain octet" (Next Byte) est détecté et qu'il n'y pas eu réception du code opérationnel "lecture de données dans le registre" (Read Data Register).

Une erreur de transmission peut altérer la réponse UTC. L'unité LTU pourrait alors conclure que le message était correct et a fait l'objet d'un accusé de réception. Pour minimiser ce risque, le code UTC est choisi de sorte qu'il y ait une distance de Hamming d'au moins 2 entre celui-ci et tous les autres codes, à l'exception du code de repos.

Les exigences ci-dessous s'appliquent:

- 1) si les éléments NTU/REG ne prennent pas en charge le message d'une trame eoc HDSL correctement adressée, ils renvoient le message UTC avec leur propre adresse plutôt qu'un écho à la troisième réception, et à toute réception consécutive subséquente, de cette même trame eoc HDSL correctement adressée;
- 2) l'envoi par les éléments NTU/REG, et la réception subséquente par l'unité LTU, de trois messages UTC identiques, consécutifs et correctement adressés constituent la notification de l'unité LTU que les éléments NTU/REG ne prennent pas en charge la fonction demandée; l'unité LTU peut alors abandonner cette demande.

L'unité LTU peut bien sûr abandonner sa demande en tout temps avant la réception d'un message UTC (par exemple, si le message "retour à la normale" ou "maintien de l'état" est émis par l'unité LTU);

- 3) les éléments NTU/REG quittent le mode de fonctionnement UTC uniquement après avoir reçu trois messages "retour à la normale" consécutifs de l'unité LTU.

5.5.3 Mode eoc HDSL de lecture/écriture de données

Aux fins de la transmission de données, les bits 3 et 4 sont utilisés de concert. Le bit 3 est mis à données (0) uniquement quand des données (plutôt que des codes opérationnels) sont transmises. Le bit 4 rend plus efficace la transmission de données multioctets. Il indique si l'octet de données émis est un "octet impair" ou un "octet pair". Conformément au sous-paragraphe ci-dessous, cette procédure comporte un état de message/réponse en écho pour l'accès au registre; par la suite, un octet de données peut être transféré pour chaque état de message/réponse de données. L'unité LTU peut soit écrire, soit lire des données dans la mémoire NTU/REG.

5.5.3.1 Protocole de lecture de données

Si l'unité LTU lit des données des éléments NTU/REG, elle émet un message de code opérationnel de lecture approprié aux éléments NTU/REG pour préciser le registre qui doit être lu. Après avoir reçu trois accusés de réception consécutifs identiques, l'unité LTU demande l'envoi du premier octet des éléments NTU/REG au moyen de messages "prochain octet", où le bit 4 est mis à 1 pour indiquer une demande d'un "octet impair". Les éléments NTU/REG répondent à ces messages "prochain octet" en les renvoyant en écho jusqu'à ce qu'ils aient reçu trois messages identiques et consécutifs. A compter de la troisième réception du message, les éléments NTU/REG répondent en émettant le premier octet du registre dans une trame de données eoc HDSL, où le bit 4 est mis à 1 pour indiquer un "octet impair". (On distingue une trame de données qui contient des données dans les champs d'information d'une trame contenant un code opérationnel en mettant le bit 3 à 0.) L'unité LTU continue d'émettre le message "prochain octet", où le bit 4 est mis à "octet impair", et les éléments NTU/REG continuent de répondre en émettant une trame de données contenant le premier octet de données, où le bit 4 est mis à "octet impair", jusqu'à ce que l'unité LTU ait reçu trois trames de données identiques consécutives, où le bit 4 est mis à "octet impair".

S'il y a d'autres données à lire, l'unité LTU demande l'envoi du second octet de données au moyen de messages "prochain octet", où le bit 4 est mis à 0 pour indiquer une demande d'un "octet pair". Les éléments NTU/REG répondent à ces messages "prochain octet" en les renvoyant en écho jusqu'à ce qu'ils aient reçu trois messages identiques et consécutifs. A compter de la troisième réception du message, les éléments NTU/REG répondent en émettant le second octet du registre dans une trame de données eoc HDSL, où le bit 4 est mis à 0 pour indiquer un "octet pair". L'unité LTU continue d'émettre le message "prochain octet", où le bit 4 est mis à "octet pair", et les éléments NTU/REG continuent de répondre en émettant une trame de données contenant le second octet de données, où le bit 4 est mis à "octet pair", jusqu'à ce que l'unité LTU ait reçu trois trames de données identiques consécutives, où le bit 4 est mis à "octet pair". Il faut noter que, une fois que les éléments NTU/REG sont passés au mode "lecture de données", l'unité LTU qui désire continuer à lire des données ne peut émettre que le message "prochain octet", en faisant basculer la valeur du bit 4.

Quand l'unité LTU désire mettre fin au mode "lecture de données" (de façon normale ou anormale), elle doit émettre le message "maintien de l'état" ou "retour à la normale" selon qu'elle veut ou non maintenir tout état verrouillé. Si les éléments NTU/REG reçoivent tout autre message, trois fois de façon identique et consécutive, ils doivent passer au mode UTC.

Le processus est répété pour le troisième octet et tous les octets subséquents, en faisant basculer la valeur du bit 4 de "octet impair" à "octet pair", et vice versa, pour les octets successifs. Chaque fois que le bit 4 change d'état, les éléments NTU/REG renvoient en écho deux trames correctes, puis commencent à envoyer la trame de données à la réception de la troisième trame identique consécutive. Le processus ne prend fin que quand toutes les données du registre ont été lues. Si l'unité LTU continue d'émettre le message "prochain octet", où le bit 4 change d'état en alternance, les éléments NTU/REG émettent un message "fin des données". On suppose que l'unité LTU sait combien d'octets de données elle doit recevoir, mais le message "fin des données" (End of Data) constitue une mesure de protection pour mettre fin au processus. Ainsi, chaque fois qu'un octet de

données est bien reçu par l'unité LTU, l'unité LTU émet un code "prochain octet", où le bit 4 est mis à la valeur appropriée, jusqu'à ce qu'elle soit assurée d'avoir reçu tous les octets, ou jusqu'à ce qu'elle ait reçu trois messages "fin des données" identiques consécutifs, où le bit 3 est mis à 1 pour indiquer un code opérationnel. Il est ainsi possible de traiter des données composées de beaucoup d'octets.

Le mode "lecture de données" prend fin, et les éléments NTU/REG libèrent le registre, quand l'unité LTU passe à un état connu avec le message "maintien de l'état" ou "retour à la normale", selon qu'elle désire ou non le maintien des conditions verrouillées.

5.5.3.2 Exigences du mode eoc HDSL de lecture de données

La séquence d'états de protocole du mode de lecture de données est la suivante:

- 1) *état de protocole message/réponse en écho*
 - a) l'eoc HDSL passe au mode de fonctionnement "lecture de données" quand l'unité LTU émet un message "lecture de données" (Read Data) visant un registre précis;
 - b) la réponse à ce message est une réponse en écho.
- 2) *état de protocole message/réponse de données*
 - a) après avoir reçu trois réponses en écho identiques consécutives au message "lecture de données" visant un registre précis, l'unité LTU émet le message "prochain octet". Le bit 3 est alors mis à 1 pour indiquer un message de code opérationnel, et le bit 4 est mis à 1 pour indiquer un "octet impair";
 - b) à la réception du message "prochain octet", les éléments NTU/REG le renvoient en écho jusqu'à ce qu'ils l'aient reçu trois fois de façon identique et consécutive. A la troisième réception identique et consécutive, la réponse NTU/REG passe d'une réponse en écho à une trame de données eoc HDSL contenant l'octet de données demandé. Dans cette trame, le bit 3 est mis à 0 pour indiquer que le champ d'information contient des données, et le bit 4 est mis à 1;
 - c) quand les données demandées par l'unité LTU sont extraites d'un registre à un octet, et que l'unité LTU a reçu trois trames de données eoc HDSL identiques et consécutives contenant l'octet de données, le message "retour à la normale" ou "maintien de l'état" met fin au mode de lecture de données;
 - d) quand les données demandées par l'unité LTU sont extraites d'un registre contenant deux octets ou plus, l'unité LTU doit enclencher des états de protocole eoc HDSL supplémentaires. Elle doit continuer à émettre des messages "prochain octet", où le bit 3 est mis à 1; mais la valeur du bit 4 alternera entre 0 et 1 à mesure que chaque octet de données est bien reçu (trois échos identiques consécutifs). Chaque fois que le bit 4 change d'état, les éléments NTU/REG commencent à faire écho au message, tout en restant dans le mode de lecture de données. A la troisième réception identique consécutive, les éléments NTU/REG commencent à émettre une trame de données contenant le prochain octet de données dans le champ d'information;
- 3) *état de protocole message/réponse en écho*

quand l'unité LTU a satisfait à ses exigences de lecture de données, elle commence à émettre le message "maintien de l'état" ou "retour à la normale" pour mettre fin au mode de lecture de données.

5.5.3.3 Protocole d'écriture de données

Si l'unité LTU veut écrire des données dans la mémoire NTU/REG, elle émet un message "écriture de données" (Write Data) vers les éléments NTU/REG, qui indique le registre qui doit recevoir les données. Quand les éléments NTU/REG accusent réception au moyen d'un message en écho, répété

trois fois de façon identique et consécutive, l'unité LTU envoie le premier octet de données. Les éléments NTU/REG accusent réception de l'octet en renvoyant un écho du message. Après avoir reçu trois échos identiques consécutifs, l'unité LTU commence à émettre le second octet de données. Chaque fois qu'elle a reçu trois échos identiques consécutifs, l'unité LTU commence à émettre l'octet de données suivant. Elle fait également basculer la valeur du bit 4 (impair/pair) en conséquence. Il n'est pas nécessaire d'émettre le message "prochain octet" en mode d'écriture. L'unité LTU met fin au mode d'écriture au moyen du message "fin des données" pour demander aux éléments NTU/REG de libérer le registre et de mettre fin au mode d'écriture de données.

Le contenu du registre NTU/REG adressé n'est écrasé que si le nombre d'octets émis correspond à la taille du registre adressé et que le mode d'écriture de données a été convenablement fermé au moyen d'un message "fin des données" émis par l'unité LTU.

Dans tous les autres cas, c'est-à-dire si le nombre d'octets émis est supérieur ou inférieur à la valeur définie ou si le mode d'écriture de données est incorrectement fermé, les éléments NTU/REG passent au mode UTC et le contenu du registre visé demeure inchangé.

Si l'unité LTU veut mettre fin de façon anormale au mode d'écriture de données, elle doit émettre le message "maintien de l'état" ou "retour à la normale" selon qu'elle veut ou non maintenir tout état verrouillé. Si les éléments NTU/REG reçoivent tout autre message, trois fois de façon identique et consécutive, ils doivent passer au mode UTC.

5.5.3.4 Exigences du mode eoc HDSL d'écriture de données

L'état de protocole du mode d'écriture de données est toujours celui de message/réponse en écho. Le champ message peut contenir une commande ou des données.

- 1) *état de protocole message (commande)/réponse en écho (commande)*
 - a) l'eoc HDSL passe au mode de fonctionnement "écriture de données" quand l'unité LTU émet un message "écriture de données" (Write Data) visant un registre précis;
 - b) la réponse des éléments NTU/REG à ce message est une réponse en écho;
 - c) cet état de protocole doit être répété jusqu'à ce que l'unité LTU reçoive trois trames eoc HDSL identiques, consécutives et contenant la réponse en écho appropriée.
- 2) *état de protocole message (données)/réponse en écho (données)*
 - a) après avoir reçu trois réponses en écho identiques consécutives au message "écriture de données" visant un registre précis, l'unité LTU émet une trame de données contenant le premier octet de données, où le bit 3 est mis à 0 (pour indiquer que le champ d'information contient des données), et le bit 4 est mis à 1 pour indiquer un "octet impair";
 - b) les éléments NTU/REG répondent à cette transmission en renvoyant son écho;
 - c) les éléments NTU/REG écrivent l'octet de données après l'avoir reçu trois fois de façon identique et consécutive;
 - d) cet état de protocole doit être répété jusqu'à ce que l'unité LTU reçoive trois trames eoc HDSL identiques, consécutives et contenant la réponse en écho appropriée;
 - e) si l'unité LTU écrit dans un registre à un octet, le mode d'écriture de données prend fin quand l'unité LTU a reçu trois échos identiques et consécutifs de l'octet de données qu'elle a émis;
 - f) si l'unité LTU écrit dans un registre à plusieurs octets, elle continue d'émettre des octets de données supplémentaires, en faisant basculer la valeur du bit 4 après chaque octet de données émis avec succès;

- g) quand l'unité LTU n'a plus d'octets de données à écrire, elle émet un message "fin des données" pour libérer les éléments NTU/REG de l'état de protocole d'écriture de données.

5.5.4 Liste des messages eoc HDSL

Le protocole eoc HDSL utilise différents messages, énumérés au Tableau 9, pour activer différentes fonctions des éléments NTU/REG. Les commandes "lecture de données" et "écriture de données" peuvent chacune prendre en charge un maximum de 16 registres. Les commandes et le codage correspondants utilisés dans la présente Recommandation sont présentés aux Tableaux 10 et 11. Le registre visé par un message "lecture de données" ou "écriture de données" est précisé dans un sous-champ du code opérationnel "lecture de données" ou "écriture de données". Des codes opérationnels de message supplémentaires ont été réservés pour fins de normalisation future.

Certaines actions enclenchées dans les éléments NTU/REG par les messages eoc HDSL, par exemple le bouclage et les commandes d'altération intentionnelle de codes CRC, sont "verrouillantes", ce qui signifie qu'un autre message doit être émis pour annuler la fonction. Cela permet à une eoc HDSL d'enclencher l'exécution simultanée de plusieurs actions, malgré la règle de "un seul message en instance". Toutes les fonctions verrouillées peuvent être déverrouillées au moyen du message eoc HDSL "retour à la normale". Le message "retour à la normale" demande aux éléments NTU/REG de reprendre un état connu. La répétition de ce message maintient les éléments NTU/REG dans cet état connu. Le message "retour à la normale" est également défini comme étant le "code de repos" des éléments NTU/REG. Par contre, pour maintenir toutes les fonctions verrouillées à l'état verrouillé, la commande "maintien de l'état" est émise.

- 1) l'unité LTU doit continuer à émettre le message d'activation après la réception de trois échos valides, ou elle peut émettre un message "maintien de l'état" si elle veut maintenir des conditions verrouillées;
- 2) les commandes "bouclage" (Loopback) et "demande/notification de codes CRC altérés" (Request/Notify corrupted CRC) doivent être verrouillantes, pour permettre l'exécution simultanée de plusieurs actions enclenchées par des eoc HDSL;
- 3) pour libérer toutes les conditions verrouillées, un message "retour à la normale" distinct doit être émis par l'unité LTU. Quand les éléments NTU/REG ont bien reçu le message "retour à la normale" de l'unité LTU (trois fois de façon identique et consécutive), ils doivent libérer toutes les conditions verrouillées enclenchées par des messages eoc HDSL antérieurs.

5.5.5 Exigences de l'ensemble de messages eoc HDSL

L'ensemble de messages eoc HDSL est présenté au Tableau 9. Les actions exécutées par les éléments NTU/REG et par l'unité LTU en réponse à des messages eoc HDSL correctement reçus sont les suivantes:

- 1) *pas en mesure de se conformer (UTC) (Unable to Comply)*
Les éléments NTU/REG doivent émettre ce message quand ils reçoivent un message eoc HDSL (trois fois de façon consécutive et identique) qu'ils ne peuvent pas exécuter, soit parce qu'ils ne reconnaissent pas la commande ou ne l'ont pas mise en œuvre, soit parce que la commande est inattendue en raison de l'état en cours des opérations eoc HDSL (par exemple la commande indique que le champ d'information contient des données, mais elle n'a pas été précédée d'une commande "écriture de données");
- 2) *retour à la normale (Return to Normal)*
Ce message libère toutes les conditions verrouillées en suspens aux éléments NTU/REG, enclenchées par des messages eoc HDSL antérieurs. La fonction demandée par le message "retour à la normale" peut servir de fonction eoc de réinitialisation des éléments NTU/REG.

En conséquence, l'évaluation correcte de ce message dans un sous-système NTU/REG donné produit une réinitialisation de toutes les fonctions en instance dans ce sous-système. Ce code, avec l'adresse NTU "00", doit également être émis pendant les états de repos;

- 3) *bouclage de la trame d'application à l'unité NTU (Loopback of application frame at NTU)*
Ce message demande à l'unité NTU de boucler le flux binaire de l'application vers l'unité LTU. Le bouclage doit être maintenu tant qu'il n'est pas annulé par un message "retour à la normale";
- 4) *maintien de l'état (Hold State)*
Ce message est émis par l'unité LTU pour maintenir à l'état en cours le processeur eoc HDSL NTU/REG et toutes les opérations actives commandées par une eoc HDSL;
- 5) *bouclage analogique IA dans le régénérateur (Analogue Loopback IA in REG)*
Ce message demande au régénérateur de boucler le flux binaire d'utilisateur vers l'unité LTU. Il s'agit d'un bouclage transparent. Etant donné qu'il s'agit d'une fonction exécutée de façon indépendante par chaque sous-système REG, l'unité LTU doit s'assurer que le message est bien reçu (réception accusée) par chacun des sous-systèmes;
- 6) *demande de codes CRC altérés (Request Corrupted CRC) (Note 1)*
Parfois, la transmission peut sembler se faire sans erreurs quand le circuit CRC ne fonctionne pas correctement. Par conséquent, si l'on soupçonne que le circuit de surveillance de la qualité de fonctionnement est défectueux, des codes CRC altérés peuvent être émis pour tester la logique CRC et les circuits qui recueillent, traitent et stockent les données sur la qualité de fonctionnement;
- 6a) *demande de codes CRC altérés NTU (Request Corrupted CRC NTU) (Note 2)*
 - *pas de REG (No REG Present)*
Ce message demande à l'unité NTU d'émettre des codes CRC altérés pour tester le circuit de vérification CRC de l'unité LTU jusqu'à son annulation par un message "demande d'interruption des codes CRC altérés NTU";
 - *REG présent (REG Present)*
Ce message demande à l'unité NTU d'émettre des codes CRC altérés pour tester le circuit de vérification CRC du régénérateur REG-C jusqu'à son annulation par un message "demande d'interruption des codes CRC altérés NTU". Ce message produit l'envoi d'un bit rcbe actif par le régénérateur vers les unités LTU et NTU dès que les codes CRC altérés sont détectés;
- 6b) *demande de codes CRC altérés REG-R (Request Corrupted CRC REG-R) (Note 2)*
Ce message demande au régénérateur d'émettre des codes CRC altérés vers l'unité LTU pour tester le circuit de vérification CRC de l'unité LTU jusqu'à son annulation par un message "demande d'interruption des codes CRC altérés REG-R";
- 6c) *demande de codes CRC altérés REG-C (Request Corrupted CRC REG-C)*
Ce message demande au régénérateur d'émettre des codes CRC altérés vers l'unité NTU pour tester le circuit de vérification CRC de l'unité NTU jusqu'à son annulation par un message "demande d'interruption des codes CRC altérés REG-C". Ce message produit l'envoi d'un bit febe actif par l'unité NTU vers l'unité LTU dès que les codes CRC altérés sont détectés;
- 7a) *demande d'interruption des codes CRC altérés NTU (Request End of Corrupted CRC NTU) (Note 2)*
Ce message demande à l'unité NTU de cesser d'émettre des codes CRC altérés vers le régénérateur ou vers l'unité LTU, selon le cas;

- 7b) *demande d'interruption des codes CRC altérés REG-R (Request End of Corrupted CRC REG-R) (Note 2)*
Ce message demande au régénérateur de cesser d'émettre des codes CRC altérés vers l'unité LTU;
- 7c) *demande d'interruption des codes CRC altérés REG-C (Request End of Corrupted CRC REG-C)*
Ce message demande au régénérateur de cesser d'émettre des codes CRC altérés vers l'unité NTU;
- 8a) *notification de codes CRC altérés NTU (Notify Corrupted CRC NTU) (Note 2)*
– *pas de REG*
Ce message notifie l'unité NTU que des codes CRC intentionnellement altérés seront émis vers l'unité NTU par l'unité LTU. Ce message doit invalider tout circuit d'indication d'alarme dans l'unité NTU, activé par la détection de codes CRC altérés. Le bit febe en direction de l'unité LTU doit toutefois demeurer actif;
– *REG présent*
Ce message notifie l'unité NTU que des codes CRC intentionnellement altérés seront émis vers l'unité NTU par le régénérateur. Ce message doit invalider tout circuit d'indication d'alarme dans l'unité NTU, activé par la détection de codes CRC altérés. Le bit febe en direction de l'unité LTU doit toutefois demeurer actif;
- 8b) *notification de codes CRC altérés REG-R (Notify Corrupted CRC REG-R) (Note 2)*
Ce message notifie le régénérateur que des codes CRC intentionnellement altérés seront émis vers le régénérateur par l'unité LTU. Ce message doit invalider l'émission d'un bit rrb active vers l'unité NTU, émis dès la détection de codes CRC altérés en provenance de l'unité LTU. Le bit rrb active en direction de l'unité LTU doit toutefois demeurer actif;
- 8c) *notification de codes CRC altérés REG-C (Notify Corrupted CRC REG-C)*
Ce message notifie le régénérateur que des codes CRC intentionnellement altérés seront émis vers le régénérateur par l'unité NTU. Ce message doit invalider l'émission d'un bit rrb active vers l'unité NTU, émis dès la détection de codes CRC altérés en provenance de l'unité NTU. Le bit rrb active en direction de l'unité LTU doit toutefois demeurer actif;
- 9a) *notification d'interruption de codes CRC altérés NTU (Notify End of Corrupted CRC NTU) (Note 2)*
Ce message notifie l'unité NTU que l'unité LTU ou le régénérateur a cessé d'émettre des codes CRC intentionnellement altérés et que l'unité NTU peut revalider tout circuit d'alarme de détection de codes CRC altérés;
- 9b) *notification d'interruption de codes CRC altérés REG-R (Notify End of Corrupted CRC REG-R) (Note 2)*
Ce message notifie le régénérateur que l'unité LTU a cessé d'émettre des codes CRC intentionnellement altérés et que le régénérateur peut revalider l'émission d'un bit rrb valide vers l'unité NTU en cas de détection de codes CRC altérés en provenance de l'unité LTU;
- 9c) *notification d'interruption de codes CRC altérés REG-C (Notify End of Corrupted CRC REG-C)*
Ce message notifie le régénérateur que l'unité NTU a cessé d'émettre des codes CRC intentionnellement altérés et que le régénérateur peut revalider l'émission d'un bit rrb valide vers l'unité NTU en cas de détection de codes CRC altérés en provenance de l'unité NTU;

10) *fin des données (End of Data)*

Ce message est émis par l'unité LTU quand elle a écrit tous les octets de données dans les éléments NTU/REG, et par les éléments NTU/REG quand l'unité LTU demande plus d'octets que les octets disponibles dans le registre NTU/REG pendant une procédure de lecture de données;

11) *prochain octet (Next Byte)*

Ce message est émis par l'unité LTU en mode de lecture de données après que les éléments NTU/REG ont accusé réception de la commande "lecture de données" émise antérieurement. Ce message doit être émis de façon continue par l'unité LTU quand elle est en mode de lecture de données, jusqu'à ce que toutes les données aient été lues. Ce message, de concert avec l'alternance de la valeur du bit 4, permet la lecture de données multioctets;

12) *écriture de données (registre n°) [Write Data (Register No.)]*

Ce message est émis par l'unité LTU pour mettre les éléments NTU/REG en mode de réception des données dans le registre précisé. Le numéro du registre NTU/REG qui doit recevoir les données est codé dans la commande elle-même. Après avoir bien reçu ce message, les éléments NTU/REG passent au mode d'écriture de données, et ils sont prêts à recevoir les données contenues dans les messages de données à venir et à stocker ces données dans le registre dont le numéro est codé dans la commande;

13) *lecture de données (registre n°) [Read Data (Register No.)]*

Ce message est émis par l'unité LTU pour mettre les éléments NTU/REG en mode de lecture des données dans le registre précisé. Le numéro du registre NTU/REG dont les données doivent être lues est codé dans la commande elle-même. Après avoir bien reçu ce message, les éléments NTU/REG passent au mode de lecture de données, et ils émettent les données du registre dont le numéro est codé dans la commande, un octet à la fois, en réponse aux messages "prochain octet" successifs (avec basculement de la valeur du bit 4) émis par l'unité LTU.

NOTE 1 – Aucun algorithme spécifique d'altération ne sera défini.

NOTE 2 – Dans le cas des messages désignés par les lettres a) et b), le même code opérationnel est utilisé. Le matériel visé est indiqué par l'adresse contenue dans le message.

5.5.6 Registres de données dans l'unité NTU et dans les régénérateurs

L'unité NTU et le régénérateur contiennent chacun 16 registres. Ces registres peuvent servir à des opérations de lecture seulement ou de lecture et d'écriture. Les registres utilisés en Europe sont définis dans les Tableaux 10 et 11. Les registres 1 à 9 peuvent être utilisés par des exploitants de réseaux à l'extérieur de l'Europe, par exemple en Amérique du Nord, conformément au Rapport technique du Comité T1 [B3]. Le registre F n'est pas utilisé actuellement. Seuls le registre E de l'unité NTU et les registres C, D et E du régénérateur sont particuliers à chaque émetteur-récepteur d'un système à deux ou trois paires. Tous les autres registres contiennent des données concernant le matériel et sont disponibles sur toutes les paires en parallèle. Les registres individuels (registre D) de régénérateur sont nécessaires pour fins d'identification du matériel quand des régénérateurs distincts sont utilisés pour chaque paire.

Tableau 10/G.991.1 – Registres de données eoc pour l'unité NTU

| Reg. n° (Hex) | Utilisation | Longueur | Nom | Description |
|---|-------------|----------|----------------------------|----------------------------------|
| A | R | Note | Etat NTU | Bits d'information d'état de NTU |
| B | R/W | Note | Configuration NTU | Bits de configuration de NTU |
| D | R | Note | Identification de matériel | |
| E | R | 1 octet | Marge de bruit | |
| R lecture de données (<i>read data</i>) W écriture de données (<i>write data</i>) NOTE – Le nombre d'octets et le contenu du registre, ainsi que le codage des différents bits, peuvent être établis par chaque exploitant de réseau. | | | | |

Tableau 11/G.991.1 – Registres de données eoc pour les régénérateurs

| Reg. n° (Hex) | Utilisation | Longueur | Nom | Description |
|---|-------------|----------|----------------------------|----------------------------------|
| A | R | Note | Etat REG | Bits d'information d'état de REG |
| C | R | 1 octet | Marge de bruit REG-C | |
| D | R | Note | Identification de matériel | |
| E | R | 1 octet | Marge de bruit REG-R | |
| NOTE – Le nombre d'octets et le contenu du registre, ainsi que le codage des différents bits, peuvent être établis par chaque exploitant de réseau. | | | | |

5.5.7 Marge de bruit

5.5.7.1 Généralités

Aux fins de l'évaluation de la marge de bruit, on suppose un bruit gaussien. La valeur du bruit est calculée en fonction d'échantillons prélevés chaque seconde sur chaque paire individuelle. La plage d'évaluation se situe entre +27 dB et -5 dB, où 0 dB indique la marge de bruit pour laquelle on prévoit un BER de 10^{-7} pour chaque paire. Les valeurs doivent être exactes à ± 1 dB près dans la plage comprise entre +5 dB et -5 dB.

5.5.7.2 Codage des valeurs de marge de bruit

Le codage doit faire appel à une loi logarithmique avec une incrémentation de 0,5 dB. Il utilise un octet dont le premier bit (MSB) et le second bit sont identiques et indiquent le signe. Les six autres bits indiquent la valeur de la marge de bruit, conformément au Tableau 12.

Tableau 12/G.991.1 – Codage des valeurs de marge de bruit

| Marge de bruit | MSB LSB 1234 5678 | Remarques |
|-----------------------|------------------------------|------------------------------|
| +31,5 dB | 0011 1111 | Non pertinent |
| +27,5 dB | 0011 0111 | |
| +27,0 dB | 0011 0110 | BER prévu < 10 ⁻⁷ |
| +0,5 dB | 0000 0001 | |
| 0 dB | 0000 0000 | BER prévu = 10 ⁻⁷ |
| -0,5 dB | 1111 1111 | BER prévu > 10 ⁻⁷ |
| -5,0 dB | 1111 0110 | |
| -5,5 dB | 1111 0101 | Non pertinent |
| -31,5 dB | 1100 0001 | |

5.6 Procédure de déclenchement

5.6.1 Généralités

5.6.1.1 Déclenchement

La procédure de déclenchement est une procédure locale pour chaque paire. Il s'agit d'un processus caractérisé par une séquence de signaux produits par les unités NTU et LTU et par le régénérateur. Le déclenchement entraîne l'établissement d'une liaison bidirectionnelle (si possible) entre les interfaces d'application, c'est-à-dire la synchronisation des récepteurs, le conditionnement des annuleurs d'écho et le conditionnement des égaliseurs de façon à satisfaire aux exigences de communications fiables. En outre, l'inversion de polarité tête-queue et les échanges de paires sont automatiquement détectés et compensés par l'unité NTU. Le bloc d'exploitation et de maintenance doit détecter quand la procédure de déclenchement de toutes les paires est achevée et initialiser la transmission transparente des données d'utilisateur.

5.6.1.2 Activation des paires d'émetteurs-récepteurs HDSL

L'activation est le processus d'établissement de communications duplex sur une même paire. Les liaisons sont établies entre les émetteurs-récepteurs HDSL des unités LTU et NTU, ou entre l'unité LTU et le REG-R et entre le REG-C et l'unité NTU respectivement.

5.6.1.3 Transparence

Avant l'achèvement de l'activation, la transmission n'est pas transparente et les signaux présents aux interfaces de lignes des émetteurs-récepteurs HDSL constituent des motifs de déclenchement spéciaux générés par les émetteurs-récepteurs HDSL. Chacun des émetteurs-récepteurs HDSL doit assurer la transmission transparente des données vers la fonction de base après l'achèvement de chaque procédure d'activation individuelle. Les bits du signal de sortie des récepteurs qui ne sont pas encore passés à l'état récepteur actif, tel que défini aux 5.6.5 et 5.6.6, doivent tous être mis à 1.

L'état opérationnel est déterminé par l'application.

NOTE – Les émetteurs-récepteurs d'un régénérateur ne sont jamais totalement transparents dans la mesure où certains bits HOH sont écrasés.

5.6.1.4 Marge de bruit

La marge de bruit est estimée aux récepteurs des unités LTU et NTU et des régénérateurs (s'ils sont présents). Cette valeur sert à estimer le taux d'erreur sur les bits (BER, *bit error ratio*) des données reçues.

Aux fins des applications visées par la présente Recommandation, la marge de bruit est comparée à une valeur de -5 dB lors de la procédure de déclenchement.

NOTE – Cette valeur ne permet pas la transmission de données. Elle est choisie pour fins de compatibilité avec le matériel existant qui utilise la marge de bruit comme critère de déclenchement.

5.6.2 Signaux de commande et d'état

Les signaux de commande et d'état virtuels ci-dessous sont utilisés dans la procédure d'activation. Ils se rapportent au fonctionnement de chacun des émetteurs-récepteurs HDSL.

5.6.2.1 Signaux de commande

5.6.2.1.1 QUIET

Quand le signal QUIET (mise au repos) = 1 est émis, l'émetteur-récepteur HDSL passe de tout état (sauf l'état inactif) à l'état désactivé, où aucune énergie, autre que l'alimentation à distance, n'est transmise à la ligne. La commande QUIET = 1 ne produit aucun changement si l'émetteur-récepteur HDSL est à l'état inactif.

5.6.2.1.2 ACTREQ

Le signal de demande d'activation (ACTREQ) (Activation Request) prend par défaut la valeur 1 à la mise sous tension. L'émetteur-récepteur HDSL de l'unité LTU ne lance le processus d'activation que si ACTREQ = 1.

5.6.2.2 Signaux d'état

Tous les signaux d'état ci-dessous sont définis par paire.

5.6.2.2.1 LOSW

L'absence du signal perte du mot de synchronisation (LOSW = 0) (Loss of Sync Word) indique que la synchronisation de la trame HDSL est achevée. Quand LOSW = 1, le récepteur n'a pas acquis ou a perdu la synchronisation de trame (voir les Figures 13, 14 et 15).

5.6.2.2.2 LOSWT

Le signal LOSWT mis à 1 indique que la synchronisation de trame a été perdue pendant plus de 2 secondes.

5.6.2.2.3 LOS

Dans l'unité NTU, le signal perte de signal (LOS, *loss of signal*) mis à 1 indique qu'aucun signal n'est détecté sur la ligne de l'unité LTU. Le signal LOS mis à 0 indique qu'un signal de l'unité LTU a été détecté.

5.6.2.2.4 LOST

Dans l'unité LTU, le signal LOST mis à 1 indique qu'aucun signal n'est détecté sur la ligne de l'unité NTU pendant plus d'une seconde.

5.6.2.2.5 INDC

Quand un émetteur-récepteur HDSL de l'unité LTU est prêt à recevoir des données, l'indicateur INDC est mis à 1. La condition pour INDC = 1 est la suivante:

[($LOSW = 0$) et (marge de bruit > -5 dB)] ou [($LOSW = 0$) et (T-Act expiré)]

En raison de la faible marge de bruit définie au regard des applications visées par la présente Recommandation, la condition de marge de bruit est satisfaite dans tous les cas, ce qui donne la simple condition suivante:

INDC = 1 est effectivement identique à $LOSW = 0$

La condition multiple ci-dessus est conservée pour assurer la compatibilité avec les circuits existants.

5.6.2.2.6 INDR

Quand un émetteur-récepteur HDSL de l'unité NTU est prêt à recevoir des données, l'indicateur INDR est mis à 1. La condition pour INDR = 1 est la suivante:

[($LOSW = 0$) et (marge de bruit > -5 dB)] ou [($LOSW = 0$) et (T-Act expiré)]

En raison de la faible marge de bruit définie au regard des applications visées par la présente Recommandation, la condition de marge de bruit est satisfaite dans tous les cas, ce qui donne la simple condition suivante:

INDR = 1 est effectivement identique à $LOSW = 0$

La condition multiple ci-dessus est conservée pour assurer la compatibilité avec les circuits existants.

NOTE – Les indicateurs d'états internes INDC et INDR sont différents des bits *indc* et *indr* de la voie de service définis aux Tableaux 3, 4 et 5.

5.6.3 Signaux émis

La description des signaux émis pendant l'activation est présentée ci-dessous.

5.6.3.1 Silence

Aucun signal n'est transmis à la ligne.

5.6.3.2 Signal S0

Le signal S0 est un signal à deux niveaux comportant le mot de synchronisation et des symboles de bourrage. La polarité des quats de bourrage est arbitraire. La séquence des étapes de bourrage est également arbitraire. Cependant, on ne doit pas utiliser plus de quatre trames consécutives avec le même (plus ou moins) bourrage. Le reste du signal à deux niveaux est dérivé de l'embrouillage d'une séquence entièrement composée de 1, et seul le bit de signe est utilisé pour sélectionner le niveau du signal. L'embrouilleur fonctionne au débit de la ligne et est invalidé pendant la transmission du mot de synchronisation et des bits de bourrage de la trame HDSL. Les niveaux d'émission de tous les symboles (y compris les bits de bourrage) du signal S0 sont +3 et -3.

5.6.3.3 Signal S1

Le signal S1 est un signal à quatre niveaux tramé et embrouillé. La trame est composée du mot de synchronisation de trame HDSL, de bits de bourrage, des HOH et des blocs d'information utile. Les blocs d'information utile doivent contenir un signal entièrement composé de 1, qui remplace le bit Z et l'information utile. L'embrouilleur fonctionne au débit maximal et est invalidé pendant la transmission du mot de synchronisation et des bits de bourrage. Les niveaux d'émission sont +3, +1, -1 et -3. Tous les bits HOH transmis par les unités LTU et NTU sont valides. Les régénérateurs ne

doivent insérer que les bits HOH qu'ils ont eux-mêmes produits; tous les autres bits HOH doivent être mis à 1 jusqu'à ce que le REG-R passe à l'état actif R ou que le REG-C passe à l'état actif C, tel que défini au 5.6.6. Cependant, tant que les régénérateurs sont à l'état actif R ou à l'état actif C, ils sont transparents pour ces bits HOH.

5.6.3.4 Données 2B1Q

Le signal de données 2B1Q est un signal à quatre niveaux tramé et embrouillé. La trame est composée du mot de synchronisation de trame HDSL, de bits de bourrage, des bits HOH valides et des blocs d'information utile. Les blocs d'information utile doivent contenir des bits Z valides et l'information utile, qui est toutefois dépendante de l'application et de l'implémentation tant que la procédure de déclenchement n'a pas été achevée pour toutes les paires d'émetteurs-récepteurs utilisées et que la procédure d'identification des paires n'a pas été achevée. L'embrouilleur fonctionne au débit maximal et est invalidé pendant la transmission du mot de synchronisation et des bits de bourrage. Les niveaux d'émission sont +3, +1, -1 et -3.

5.6.4 Temporisations

Les temporisations ci-dessous sont utilisées dans la procédure d'activation des émetteurs-récepteurs HDSL. La séquence temporelle de l'activation est présentée à la Figure 11 et les valeurs de temporisation sont données au Tableau 13. Le rôle exact des temporisations dans la procédure de déclenchement est décrit au 5.6.5.

5.6.4.1 T1

T1 est la période pendant laquelle l'émetteur-récepteur HDSL de l'unité LTU continue d'émettre un signal S0 après avoir détecté un signal S0 de l'unité NTU.

5.6.4.2 T2

T2 est l'intervalle entre le moment où l'émetteur-récepteur HDSL de l'unité NTU détecte un signal de l'émetteur-récepteur HDSL de l'unité LTU et le moment où il commence à émettre le signal S0.

5.6.4.3 T3

T3 est l'intervalle entre le moment où l'émetteur-récepteur HDSL de l'unité NTU détecte un signal S1 de l'émetteur-récepteur HDSL de l'unité LTU et le moment où il commence à émettre le signal S1.

5.6.4.4 T4

T4 est l'intervalle entre le moment où l'émetteur-récepteur HDSL de l'unité NTU commence à émettre le signal S0 et le moment où une base de temps stable garantie est établie.

5.6.4.5 T-Act

La durée d'activation de l'émetteur-récepteur HDSL (T-Act) est la période pendant laquelle la procédure d'activation des émetteurs-récepteurs HDSL de l'unité LTU ou NTU ou du régénérateur doit être achevée avec succès, à compter du moment où l'émetteur-récepteur HDSL de l'unité LTU ou NTU ou du régénérateur commence à émettre le signal S0.

5.6.4.6 Valeurs de temporisation

Les valeurs de temporisation sont données au Tableau 13.

Tableau 13/G.991.1 – Valeurs de temporisation

| Limite inférieure | | Temporisation | | Limite supérieure |
|-------------------|---|---------------|---|-------------------|
| 5 s | ≤ | T1 | ≤ | 10 s |
| 1,9 s | ≤ | T2 | ≤ | 2,1 s |
| | | T3 | ≤ | 4 s |
| | | T4 | ≤ | 4 s |
| 27 | ≤ | T-Act | ≤ | 31 s |

5.6.5 Diagrammes d'état d'activation

Les sous-paragraphes suivants décrivent la séquence temporelle de l'activation, voir la Figure 11, et les diagrammes d'état des émetteurs-récepteurs HDSL à l'unité LTU et à l'unité NTU, voir les Figures 13 et 14, respectivement. Le chronogramme de la Figure 12 décrit la séquence complète de déclenchement de la liaison entre l'unité LTU et l'unité NTU sans régénérateur.

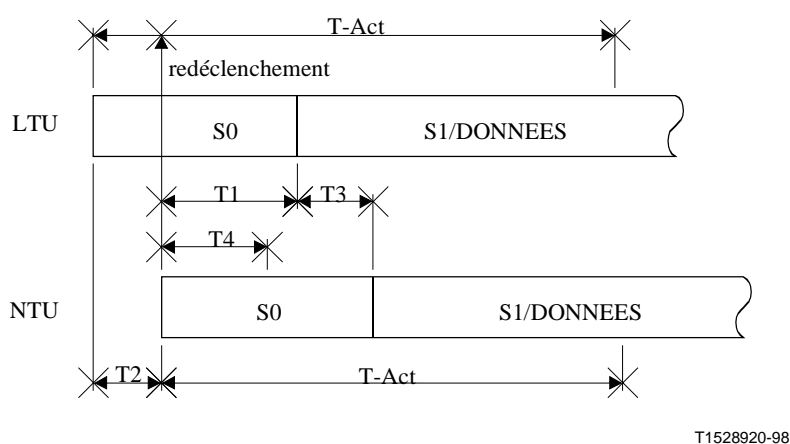
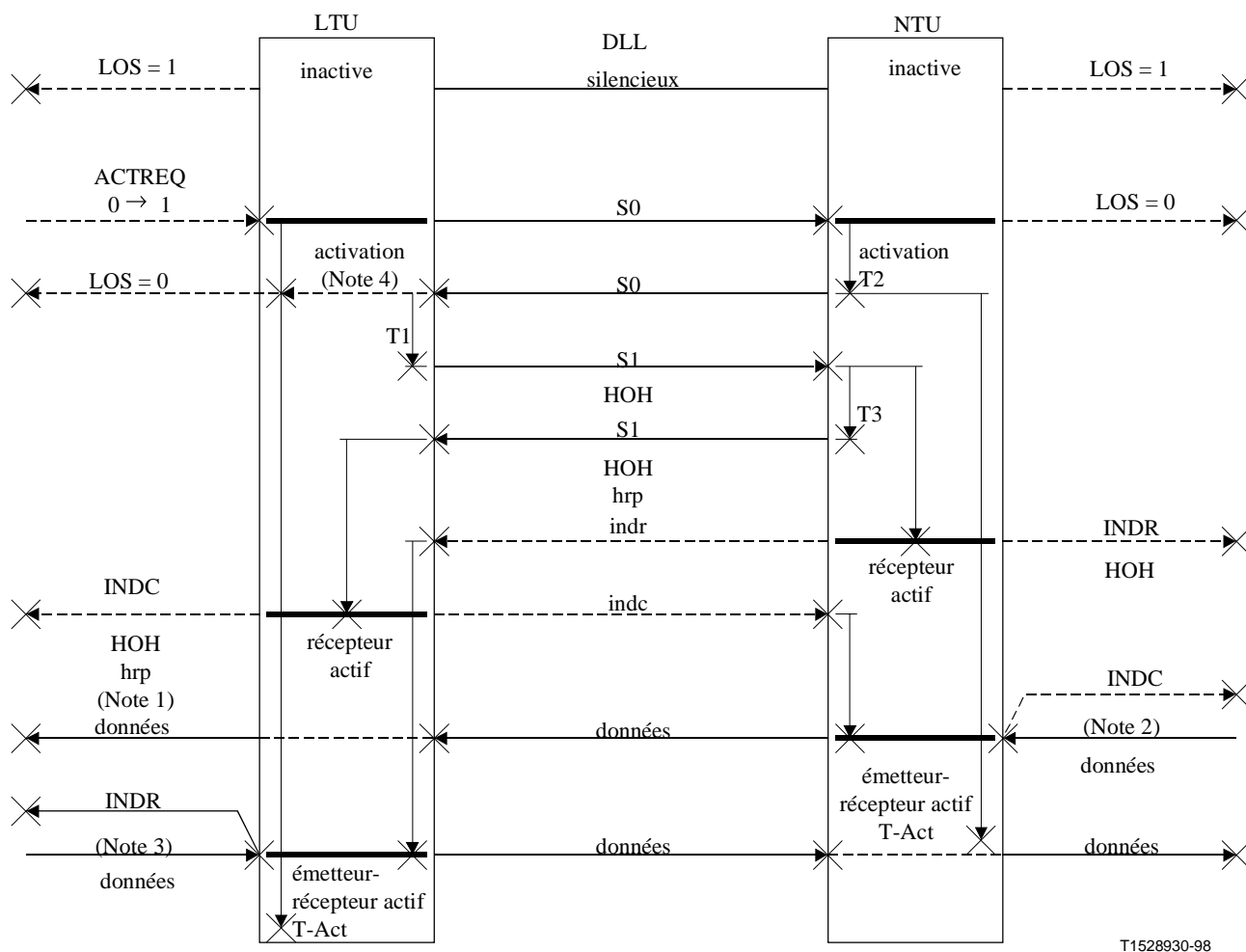


Figure 11/G.991.1 – Séquence temporelle d'activation



T1528930-98

— nouvel état

NOTE 1 – Après avoir détecté l'indicateur d'état INDC, l'unité LTU commence à évaluer les bits indr et hrp. Si un bit hrp mis à 1 est reçu, aucun régénérateur n'est présent.

NOTE 2 – Si un indc de valeur 0 a été reçu six fois consécutives, l'unité NTU devient transparente pour les blocs d'information utile.

NOTE 3 – Si un indr de valeur 0 a été reçu six fois consécutives, l'unité LTU devient transparente pour les blocs d'information utile.

NOTE 4 – La base de temps T-Act est redéclenchée après réception d'un signal S0 de l'unité NTU.

NOTE 5 – La base de temps T4 est une base de temps interne de l'unité NTU et elle n'est donc pas montrée dans cette figure.

Figure 12/G.991.1 – Chronogramme du déclenchement

5.6.5.1 États de l'émetteur-récepteur HDSL à l'unité NTU

La Figure 13 est un diagramme d'états portant sur l'activation de l'unité NTU. A sa mise sous tension, l'unité NTU est initialement dans l'état inactif, où l'émetteur est silencieux. Lorsque de la puissance de signal provenant de l'unité LTU est détectée, l'unité NTU passe à l'état d'activation et elle suit la séquence de la Figure 11.

Elle attend le temps $T_2 = 2$ s sans émettre de signal, puis elle déclenche la base de temps T-Act et l'émission de S0 et elle surveille le signal reçu en vue de détecter S1. Avant T4 secondes à partir du début de l'émission, la base de temps dans l'unité NTU doit être stabilisée. Lorsque l'unité NTU détecte un signal de données à quatre niveaux tramé valide, elle met LOSW à 0, arrête la base de temps T-Act et déclenche la base de temps T3. Avant l'expiration de T3, elle doit commencer l'émission du signal S1. Si la base de temps T-Act expire avant que la synchronisation ne soit établie, l'unité cesse l'émission et passe à l'état désactivé.

Lorsque le récepteur dans l'unité NTU est prêt à accepter des données 2B1Q, il met l'indicateur INDR à 1 et passe à l'état récepteur actif. La condition requise pour que l'indicateur INDR soit à 1 est, tel qu'indiqué au 5.6.2.2.6, que la synchronisation soit établie (LOSW doit être à 0), car la condition relative à la marge de bruit doit être satisfaite dans tous les cas en vue des applications conformes à la présente Recommandation, en raison de la faible valeur de -5 dB définie comme seuil de bruit.

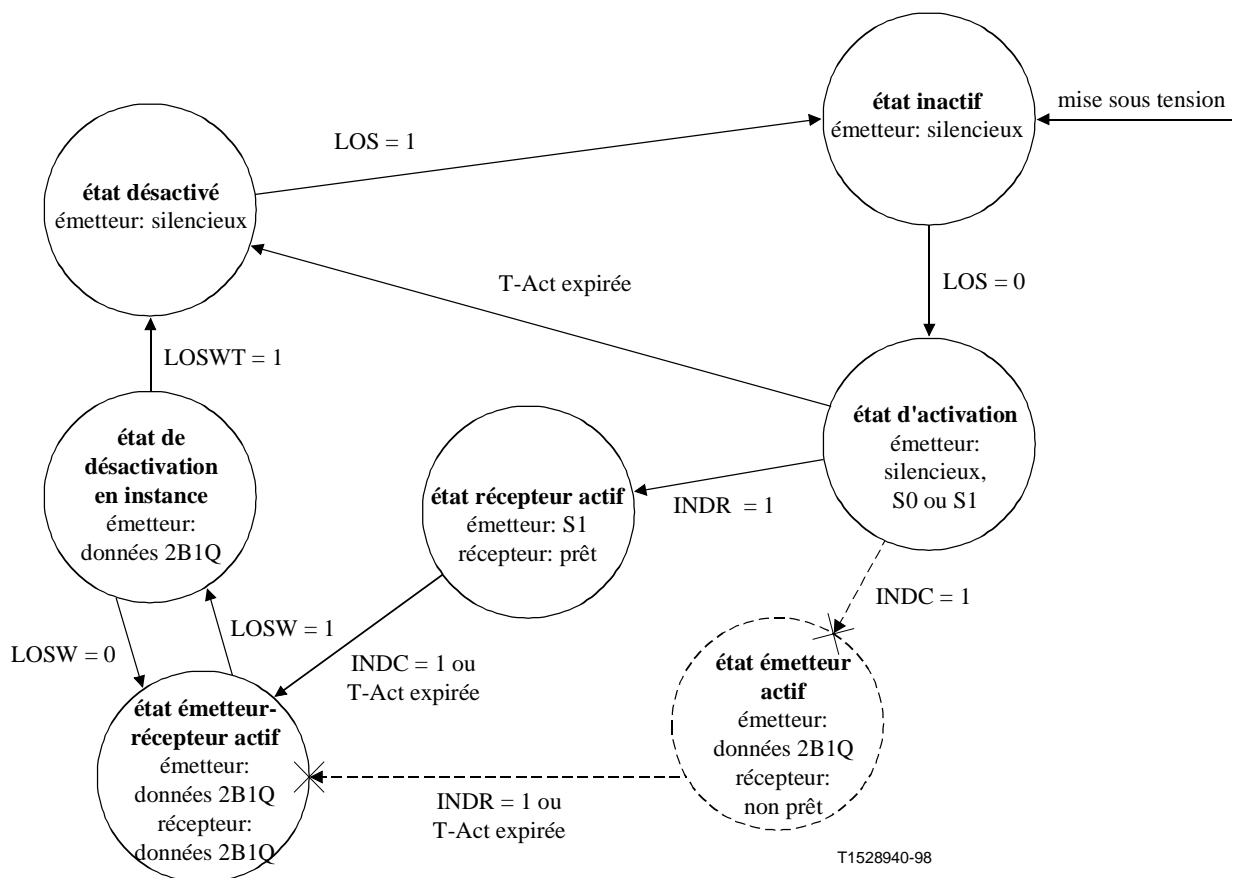


Figure 13/G.991.1 – Schéma des états d'activation de l'unité NTU

Lorsque la voie de service du signal S1 émis devient disponible au cours de la procédure de déclenchement précédente, l'état INDR à 1 est communiqué à l'unité LTU en mettant le bit indicateur *indr* à 0. Dans l'unité LTU, un processus identique se produit et un *indc* de valeur 0 est reçu par l'unité NTU dans la voie de service si l'unité LTU a atteint l'état récepteur actif et est prête à recevoir des données 2B1Q. Après la réception de six indicateurs *indc* consécutifs de valeur 0, l'indicateur d'état INDC est mis à 1 et l'unité NTU passe à l'état émetteur-récepteur actif, dans lequel elle est pleinement active, en émettant et en recevant des données 2B1Q.

Si elle ne détecte pas d'INDC à 1 avant l'expiration de la base de temps T-Act, elle passe à l'état émetteur-récepteur actif de toute manière, état dans lequel la synchronisation peut être maintenue ou non. Si l'unité NTU a perdu la synchronisation et que LOSW est à 1, le système passe à l'état de désactivation en instance. D'autre part, si la synchronisation est présente aux deux extrémités, que l'unité LTU a respecté la séquence temporelle et qu'elle n'a pas atteint l'état de désactivation, la base de temps à l'unité LTU met rapidement cette unité à l'état émetteur-récepteur actif et met INDC à 1. Lorsque INDC à 1 est détecté à l'unité NTU, le système fonctionne à l'état émetteur-récepteur actif. Si l'unité LTU n'est pas synchronisée, elle passe à l'état de désactivation en instance et, finalement, à l'état désactivé, où elle devient silencieuse. A ce point, l'unité NTU perd la synchronisation et passe à l'état de désactivation en instance.

Lorsqu'elle atteint l'état émetteur-récepteur actif, l'unité demeure dans cet état à moins d'une perte de synchronisation ou que l'unité reçoive le signal de mise au repos QUIET ou soit mise hors tension. Si l'unité reçoit le signal de mise au repos, elle passe à l'état désactivé. Si la synchronisation est perdue (LOSW à 1), l'unité passe à l'état de désactivation en instance. A l'état de désactivation en instance, l'unité essaie de rétablir la synchronisation pendant une période nominale de 2 s. Si la synchronisation est rétablie pendant cette période (LOSW à 0), l'unité retourne à l'état émetteur-récepteur actif. Sinon, LOSWT est mis à 1 et l'unité passe à l'état désactivé.

Après être passé à l'état désactivé, soit en raison de la perte d'un mot de synchronisation (LOSW à 1), soit en raison de l'expiration de la base de temps T-Act, l'émetteur de l'unité NTU devient silencieux et l'unité NTU commence à vérifier s'il y a perte de puissance du signal de l'unité LTU. Lorsqu'une perte de signal (LOS à 1) est détectée, l'unité passe immédiatement à l'état inactif. Lorsque de la puissance de signal en provenance de l'unité LTU est détectée (LOS à 0), l'unité passe à nouveau à l'état d'activation, où il y a une nouvelle tentative d'exécution du processus de déclenchement.

Pour les applications qui ne sont pas visées par la présente Recommandation, et qui feront appel à une marge de bruit plus faible pendant la procédure de déclenchement, une procédure plus complexe sera nécessaire, mais elle sera tout de même compatible avec la méthode simplifiée décrite dans la présente Recommandation.

L'unité peut d'abord mettre INDR à 1, même si la marge de bruit définie n'est pas respectée, lorsqu'elle est synchronisée et que la base de temps T-Act a expiré. Le motif pour lequel cette condition est utilisée est simple. Les unités indiqueront que les récepteurs sont prêts pour la transmission de données lorsqu'elles seront synchronisées et que les bases de temps de déclenchement auront expiré, afin de permettre aux unités de transmettre le mieux possible des données, même lorsque les limites de fiabilité normalement souhaitées ne sont pas atteintes, en vue de la prise en charge des applications qui peuvent utiliser une voie moins fiable et en vue de l'exécution des diagnostics. (La voie de service contient une indication de la marge du système, ce qui a pour effet qu'une application particulière peut déterminer si la marge atteinte est adéquate ou non à ses propres fins.)

Par ailleurs, une voie parallèle représentée dans la Figure 13 par des traits pointillés peut atteindre l'état émetteur-récepteur actif. Si l'unité NTU détecte INDC à 1 provenant de l'unité LTU avant de mettre l'indicateur INDR à 1, elle passe à l'état émetteur actif. Dans cet état, son récepteur n'est pas prêt à recevoir des données, mais elle commence à émettre des données 2B1Q en direction de

l'unité LTU, qui est prête à les recevoir. Lorsque l'unité NTU met l'indicateur INDR à 1, elle passe de l'état émetteur actif à l'état émetteur-récepteur actif. Lorsqu'elle est à l'état émetteur actif, la seule condition qui empêche l'unité NTU de mettre INDR à 1 est la perte de synchronisation mais, dans ce cas, l'expiration de la base de temps T-Act la force à passer à l'état émetteur-récepteur actif de toute manière et, LOSW étant à 1, l'unité NTU passe immédiatement à l'état de désactivation en instance.

5.6.5.2 Etats de l'émetteur-récepteur HDSL à l'unité LTU

La Figure 14 est un diagramme d'état représentant l'activation de l'unité LTU. Lorsqu'elle est mise sous tension, l'unité LTU est initialement à l'état inactif, état dans lequel son émetteur est silencieux. Si le signal de demande d'activation ACTREQ est mis à 1, ce qui est normalement sa valeur par défaut à la mise sous tension, l'unité LTU passe immédiatement à l'état d'activation et exécute la séquence temporelle de la Figure 11.

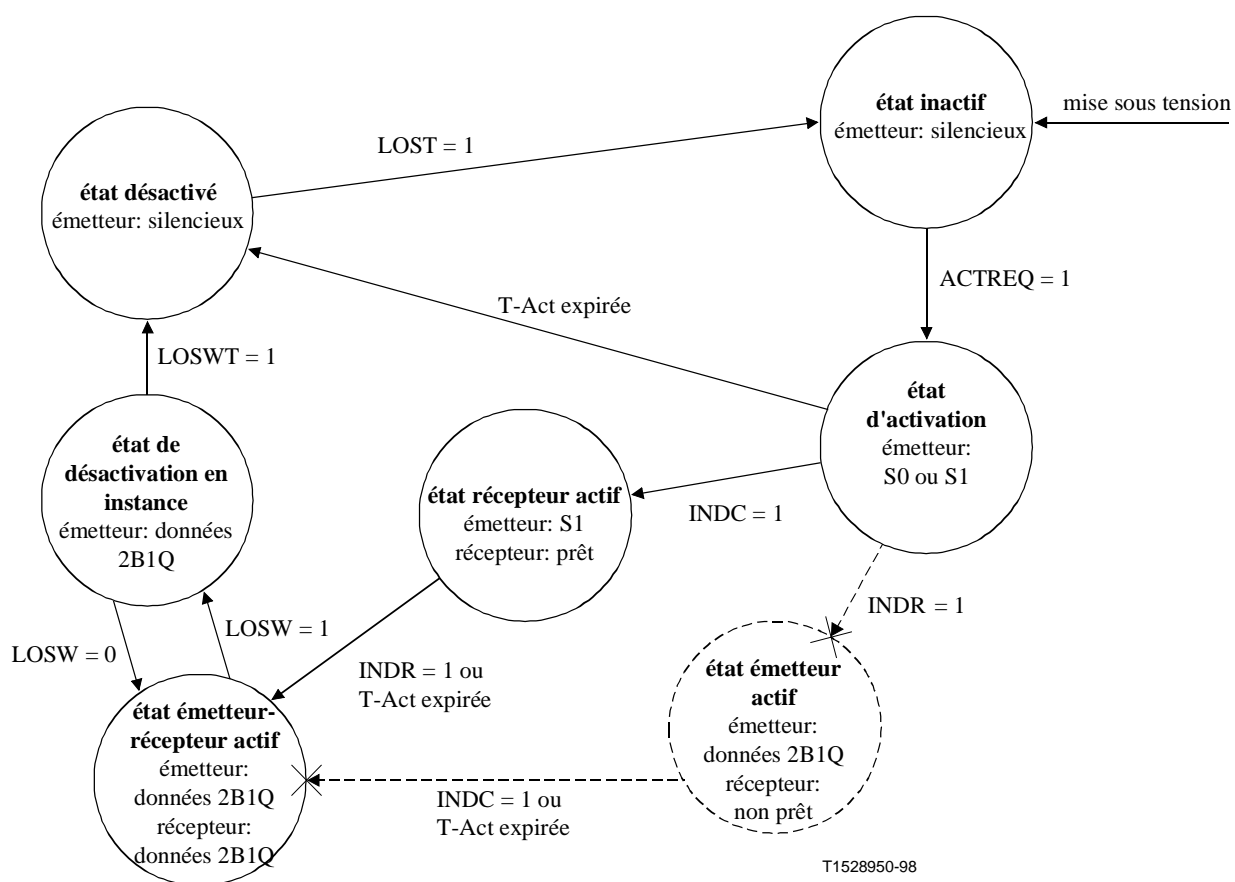


Figure 14/G.991.1 – Schéma des états d'activation de l'unité LTU

Elle déclenche la base de temps T-Act et l'émission du signal S0, et elle surveille la ligne de réception pour détecter de la puissance de signal de l'unité NTU. Lorsqu'elle détecte de la puissance de signal, elle déclenche la base de temps T1 et redéclenche la base de temps T-Act. A l'expiration de T1, elle commence à émettre S1 et à attendre le signal à quatre niveaux tramé S1 provenant de l'unité NTU afin d'établir la synchronisation. Si la synchronisation est détectée, LOSW est mis à 0. Si la base de temps T-Act expire avant que la synchronisation ne soit établie, LOSW est mis à 1 et l'unité passe à l'état désactivé et cesse l'émission. La NTU est donc aussi mise à l'état désactivé, tel qu'indiqué plus haut, l'indicateur LOST à 1 apparaît après un délai de 1 s, et elle passe à l'état inactif. Si ACTREQ demeure à 1, la procédure de déclenchement est réinitialisée.

Lorsque le récepteur dans l'unité LTU est prêt à accepter des données 2B1Q, il met l'indicateur INDC à 1 et passe à l'état récepteur actif. La condition requise pour que l'indicateur INDC soit à 1 est, tel qu'indiqué au 5.6.2.2.5, que la synchronisation soit établie (LOSW doit être à 0), car la condition relative à la marge de bruit doit être satisfaite dans tous les cas en vue des applications conformes à la présente Recommandation, en raison de la faible valeur de -5 dB définie comme seuil de bruit.

Lorsque la voie de service du signal S1 émis devient disponible dans la procédure de déclenchement précédente, l'état INDC à 1 est communiqué à l'unité NTU en mettant le bit indicateur *indc* à 0. Dans l'unité NTU, un processus identique se produit, tel qu'indiqué plus haut, et un indicateur *indr* de valeur 0 est reçu par l'unité LTU dans la voie de service si l'unité NTU a atteint l'état récepteur actif et est prête à recevoir des données 2B1Q. Après la réception de six bits indicateurs *indr* consécutifs de valeur 0, l'indicateur d'état INDR est mis à 1 et l'unité LTU passe à l'état émetteur-récepteur actif, dans lequel elle est pleinement active, émettant et recevant des données 2B1Q.

Si elle ne détecte pas d'INDR à 1 avant l'expiration de la base de temps T-Act, elle passe à état émetteur-récepteur actif de toute manière, état dans lequel la synchronisation peut être maintenue ou non. Si l'unité LTU a perdu la synchronisation et que LOSW est à 1, le système passe à l'état de désactivation en instance. D'autre part, si la synchronisation est présente aux deux extrémités, que l'unité NTU a respecté la séquence temporelle et qu'elle n'a pas atteint l'état désactivé, la base de temps à l'unité NTU met rapidement cette unité à l'état émetteur-récepteur actif et INDR à 1. Lorsque INDR à 1 est détecté à l'unité LTU, le système fonctionne à l'état émetteur-récepteur actif. Si l'unité NTU n'est pas synchronisée, elle passe à l'état de désactivation en instance et, finalement, à l'état désactivé, où elle devient silencieuse. A ce point, l'unité LTU perd la synchronisation et passe à l'état de désactivation en instance.

Lorsqu'elle atteint l'état émetteur-récepteur actif, l'unité demeure dans cet état à moins d'une perte de synchronisation ou que l'unité reçoive le signal de mise au repos QUIET ou soit mise hors tension. Si l'unité reçoit le signal de mise au repos, elle passe à l'état désactivé. Si la synchronisation est perdue (LOSW à 1), l'unité passe à l'état de désactivation en instance. A l'état de désactivation en instance, l'unité essaie de rétablir la synchronisation pendant une période nominale de 2 s. Si la synchronisation est rétablie pendant cette période (LOSW à 0), l'unité retourne à l'état émetteur-récepteur actif. Sinon, LOSWT est mis à 1 et l'unité passe à l'état désactivé.

Après être passé à l'état désactivé, soit en raison de la perte d'un mot de synchronisation (LOSW à 1), soit en raison de l'expiration de la base de temps T-Act, l'émetteur de l'unité LTU devient silencieux et l'unité LTU commence à vérifier s'il y a perte de puissance du signal de l'unité NTU. Lorsqu'une perte de signal (LOS à 1) est détectée pendant 1 s, LOST est mis à 1 et l'unité passe immédiatement à l'état inactif. Lorsque ACTREQ est à nouveau mis à 1, l'unité passe à nouveau à l'état d'activation, où une nouvelle tentative d'exécution du processus de déclenchement est effectuée.

Pour les applications qui ne sont pas visées par la présente Recommandation et qui feront appel à une marge de bruit plus faible pendant la procédure de déclenchement, une procédure plus complexe sera nécessaire, mais elle sera tout de même compatible avec la méthode simplifiée décrite dans la présente Recommandation.

L'unité peut d'abord mettre INDC à 1 même si la marge de bruit définie n'est pas respectée, lorsqu'elle est synchronisée et que la base de temps T-Act a expiré. Le motif pour lequel cette condition est utilisée est simple. Les unités indiqueront que les récepteurs sont prêts pour la transmission de données lorsqu'elles seront synchronisées et que les bases de temps de déclenchement auront expiré, afin de permettre aux unités de transmettre le mieux possible des données, même lorsque les limites de fiabilité normalement souhaitées ne sont pas atteintes, en vue de la prise en charge des applications qui peuvent utiliser une voie moins fiable et en vue de l'exécution des diagnostics. (La voie de service contient une indication de la marge du système, ce

qui a pour effet qu'une application particulière peut déterminer si la marge atteinte est adéquate ou non à ses propres fins.)

Par ailleurs, une voie parallèle représentée dans la Figure 14 par des traits pointillés peut atteindre l'état émetteur-récepteur actif. Si l'unité LTU détecte un INDR à 1 provenant de l'unité NTU avant de mettre INDC à 1, elle passe à l'état émetteur actif. Dans cet état, son récepteur n'est pas prêt à recevoir des données, mais elle commence à émettre des données 2B1Q en direction de l'unité NTU, qui est prête à les recevoir. Lorsque l'unité LTU met INDC à 1, elle passe de l'état émetteur actif à l'état émetteur-récepteur actif. Lorsqu'elle est à l'état émetteur actif, la seule condition qui empêche l'unité LTU de mettre INDR à 1 est la perte de synchronisation mais, dans ce cas, l'expiration de la base de temps T-Act la force à passer à l'état émetteur-récepteur actif de toute manière et, LOSW étant à 1, l'unité LTU passe immédiatement à l'état de désactivation en instance.

5.6.5.3 Automate à états de synchronisation HDSL

La Figure 15 illustre l'automate à états de synchronisation HDSL. Lorsque l'émetteur-récepteur HDSL est mis sous tension et qu'il détecte pour la première fois le signal S0 ou qu'il perd la synchronisation pendant l'un des états émetteur-récepteur actif des Figures 13 et 14, il passe à l'état non synchronisé. Dans cet état, il met LOSW à 1 et cherche le mot de synchronisation dans le signal reçu. S'il détecte le mot de synchronisation pour la première fois, il passe à l'état 0. Si le mot de synchronisation est trouvé à nouveau dans la trame suivante à la position appropriée, l'émetteur-récepteur HDSL est considéré comme étant synchronisé, il passe à l'état synchronisé et LOSW est mis à 0; sinon l'émetteur-récepteur HDSL retourne à l'état non synchronisé.

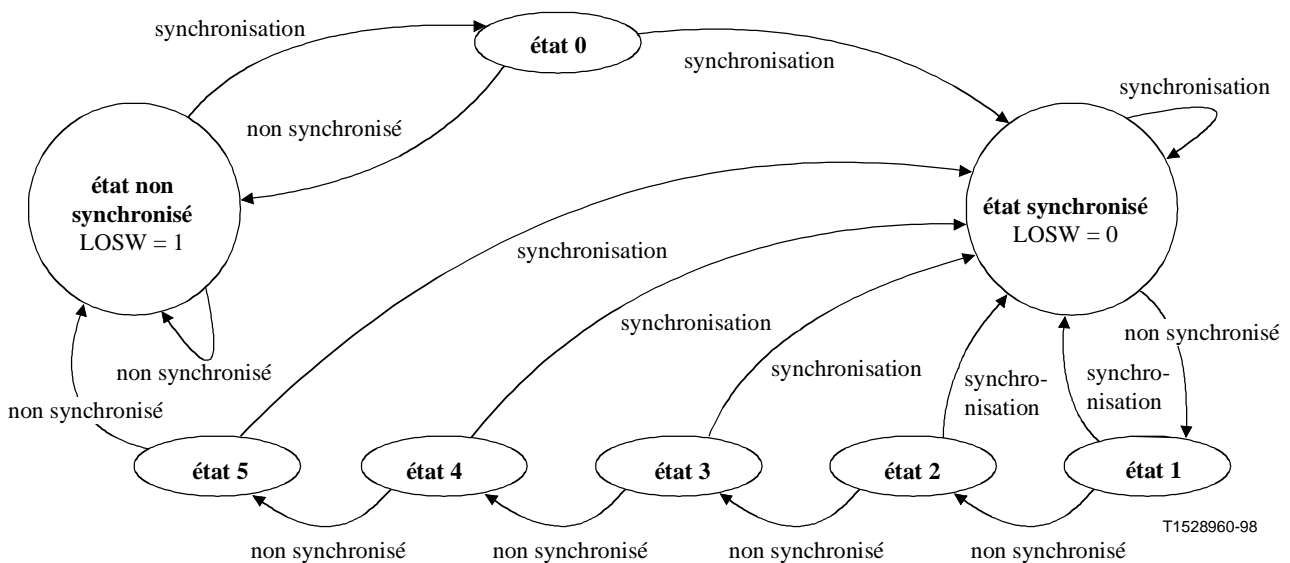


Figure 15/G.991.1 – Automate à états de synchronisation HDSL

Lorsqu'il passe de l'état synchronisé à l'état non synchronisé, l'émetteur-récepteur HDSL doit passer par cinq états intermédiaires, nommés état 1 à état 5. La transmission à l'état de nombre supérieur se produit si le mot de synchronisation n'est pas découvert à nouveau dans une trame suivante. Il faut donc que le mot soit absent six fois de suite avant qu'il y ait constat de perte de synchronisation et que l'état non synchronisé soit atteint. Toutefois, si le mot de synchronisation est découvert dans l'un des cinq états intermédiaires, l'émetteur-récepteur HDSL retourne immédiatement à l'état synchronisé.

5.6.6 Procédures associées au régénérateur

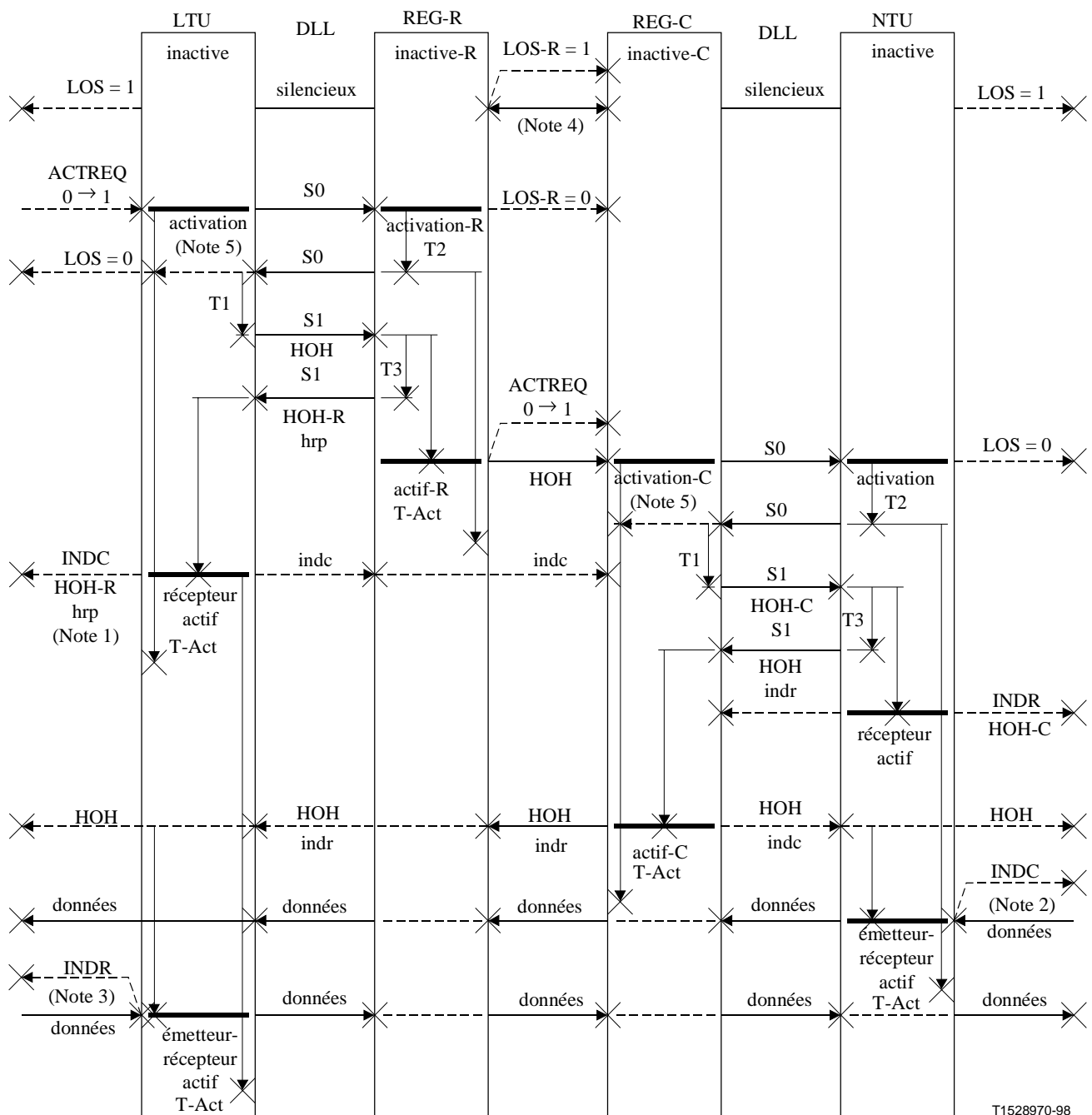
La présence d'un régénérateur (REG) est essentielle à la réalisation de transmissions de données sur des distances supérieures à celles qui peuvent être atteintes par un seul système HDSL.

Un régénérateur distinct doit être fourni pour chaque paire. Le régénérateur se compose de deux parties, le REG-R pour l'interface avec l'unité LTU, et le REG-C pour l'interface avec l'unité NTU. Une liaison interne entre le REG-R et le REG-C assure la communication entre les deux parties au déclenchement et pendant le fonctionnement normal.

Une connexion qui utilise un régénérateur comporte deux liaisons HDSL distinctes qui suivent à peu près les principes de déclenchement décrits précédemment pour la procédure de déclenchement des unités LTU/NTU. La différence est que le régénérateur n'effectue pas d'évaluation, n'insère pas les bits *indc* ou *indr* et n'exécute pas la procédure d'identification de trajet basée sur les bits *Z*.

La liaison entre l'unité LTU et le régénérateur est la première activée. Lorsque la procédure de déclenchement de cette liaison se termine, la deuxième liaison, entre le régénérateur et l'unité NTU, est activée.

Le chronogramme de la Figure 16 et le schéma des états d'activation du régénérateur de la Figure 17 expliquent les séquences complètes de déclenchement de la liaison comportant un régénérateur entre l'unité LTU et l'unité NTU.



— nouvel état

NOTE 1 – Après avoir détecté l'indicateur d'état INDC, l'unité LTU commence à vérifier la valeur des bits indr et hrp. Si un bit hrp mis à 1 est reçu, aucun régénérateur n'est présent.

NOTE 2 – Si l'indc de valeur 0 a été reçu six fois consécutives, l'unité NTU devient transparente aux blocs d'information utile.

NOTE 3 – Si l'indr de valeur 0 a été reçu six fois consécutives, l'unité LTU devient transparente aux blocs d'information utile.

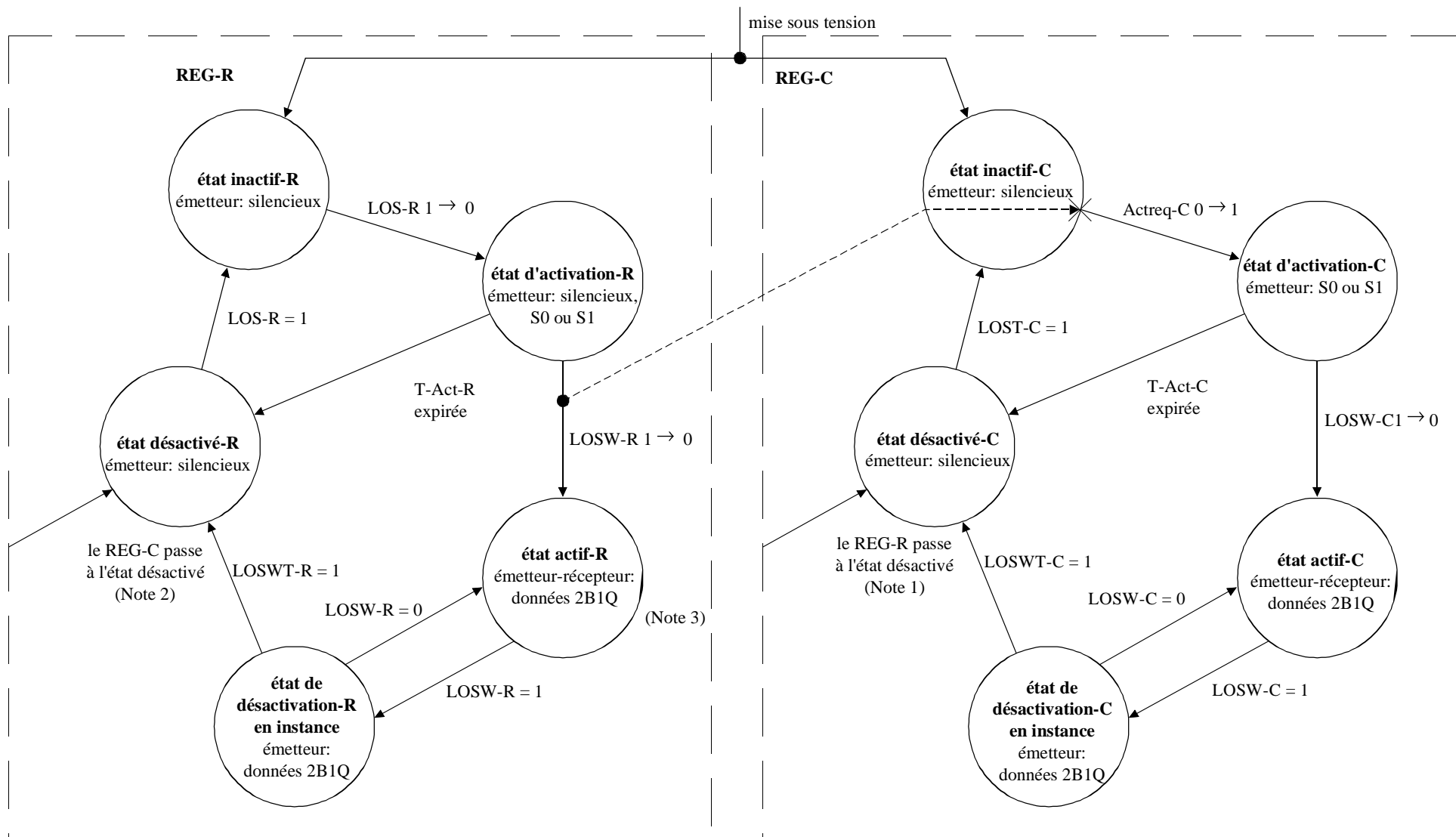
NOTE 4 – Les émetteurs-récepteurs fournissent un signal entièrement composé de 1 dans le bloc de données utiles et HOH au circuit suivant aussi longtemps que les récepteurs ne sont pas à l'état actif.

NOTE 5 – La base de temps T-Act est redéclenchée après réception du signal S0 de l'unité NTU, ou du REG-R, respectivement.

NOTE 6 – La base de temps T4 est une base de temps interne NTU/REG et elle ne figure donc pas dans ce diagramme.

NOTE 7 – HOH indique que tous les bits HOH sont actifs, alors que HOH-R et HOH-C indiquent que seuls ces bits HOH sont actifs, produits par le REG-R ou le REG-C respectivement, tous les autres bits étant mis à 1.

Figure 16/G.991.1 – Chronogramme du déclenchement en présence d'un régénérateur



NOTE 1 – Le REG-R qui passe à l'état désactivé-R fait passer le REG-C à l'état désactivé-C, si le REG-C est dans un des états activation-C, actif-C ou désactivation-C en instance.

NOTE 2 – Le REG-C qui passe à l'état désactivé-C fait passer le REG-R à l'état désactivé-R, si le REG-R est dans un des états activation-R, actif-R ou désactivation-R en instance.

NOTE 3 – Tant que l'émetteur-récepteur du REG-C n'est pas à l'état actif-C, seuls les bits de service propres au régénérateur sont transmis à l'unité LTU. Tous les autres bits émis sont à 1.

T1528980-98

Figure 17/G.991.1 – Schéma des états d'activation du régénérateur

5.6.6.1 Schéma des états d'activation du régénérateur

Les procédures d'activation avec régénérateurs suivent les mêmes principes que les unités LTU et NTU seules. Comme les bits *indc* et *indr* indiquent seulement l'état du récepteur des unités LTU et NTU, l'évaluation et l'insertion de ces bits ne sont pas nécessaires dans le régénérateur. Il en résulte un diagramme d'état moins complexe pour les côtés REG-C et REG-R du régénérateur, comme le montre la Figure 17. Lorsque le système est mis sous tension, le REG-C ainsi que le REG-R passent à leur état inactif, après l'exécution des auto-essais.

5.6.6.1.1 Etats de l'émetteur-récepteur HDSL au REG-R

Dans l'état inactif-R, l'émetteur-récepteur HDSL au REG-R est silencieux, *LOSW-R* est à 1 et *LOS-R* est à 1. Au moment de la détection d'un signal provenant de l'émetteur-récepteur HDSL à l'unité LTU (*LOS-R* est à 0), il passe à l'état d'activation-R et suit la séquence temporelle de la Figure 11 pour l'unité NTU.

Il attend le temps $T2 = 2$ s sans émettre de signal, puis il déclenche la base de temps T-Act et l'émission du signal *S0*, et il vérifie le signal reçu afin de détecter le signal *S1*. Lorsque le REG-R détecte un signal de données à quatre niveaux tramé valide de l'unité LTU, il met *LOSW-R* à 0, déclenche la base de temps *T3* et passe à l'état actif-R. Si la synchronisation n'est pas maintenue, c'est-à-dire si T-Act expire avant que *LOSW-R* soit à 0, le REG-R passe à l'état désactivé-R, cesse l'émission et met le REG-C à l'état désactivé-C. La suite est décrite ci-dessous.

A l'expiration de *T3*, le REG-R commence l'émission du signal *S1*.

Au passage à l'état actif-R, la base de temps T-Act est désactivée et un signal de demande d'activation *ACTREQ* à 1 est envoyé au REG-C. Dans cet état, le récepteur est entièrement synchronisé et, dans la direction régénérateur → LTU, les bits de service (*eoc*, *rrbe*, *rega*, *hrp*, *crs*) propres au régénérateur sont actifs, tous les autres bits de service, ainsi que les données utiles, sont transférés en transparence. Cela a pour résultat qu'il y a émission transparente des bits de service et des données utiles dans le REG-R, dans les sens REG-R → REG-C et REG-R → LTU, sauf en ce qui concerne les bits de service propres au régénérateur, qui sont traités tel qu'indiqué au 5.7.

Si le REG-R perd la synchronisation (*LOSW-R* passe à 1), il déclenche une base de temps de 2 s et passe à l'état de désactivation-R en instance, état dans lequel le signal reçu de l'émetteur-récepteur du REG-C est émis. Si la synchronisation est rétablie avant l'expiration de la base de temps de 2 secondes, *LOSW-R* est mis à 0 et l'émetteur-récepteur HDSL au REG-R retourne à l'état actif-R. Toutefois, si la base de temps de 2 s expire, *LOSWT-R* est mis à 1 et l'émetteur-récepteur HDSL au REG-R passe à l'état désactivé-R.

Dans l'état désactivé-R, l'émetteur-récepteur HDSL au REG-R est silencieux et cherche à détecter de la puissance de signal émise par l'émetteur-récepteur HDSL à l'unité LTU. Lorsqu'aucune puissance n'est détectée (*LOS-R* est à 1), il passe à l'état inactif. S'il passe à l'état désactivé-R, le REG-C est mis à l'état désactivé-C si le REG-C est dans un des états activation-C, actif-C ou désactivation-C en instance.

5.6.6.1.2 Etats de l'émetteur-récepteur HDSL au REG-C

A l'état inactif-C, l'émetteur-récepteur HDSL au REG-C est silencieux et *LOSW-C* est à 1. Si la commande *ACTREQ* à 1 provenant de l'émetteur-récepteur du REG-R indique que le REG-R a atteint l'état actif-R, il passe à l'état d'activation-C et suit la séquence temporelle de la Figure 11 pour l'unité LTU.

Lorsque l'émetteur-récepteur HDSL au REG-C passe à cet état à partir de l'état inactif-C, il déclenche la base de temps T-Act et l'émission du signal *S0*. Pendant l'émission du signal *S0*, lorsqu'il détecte

de la puissance de signal provenant de l'émetteur-récepteur HDSL à l'unité NTU, il déclenche la base de temps T1 et redéclenche la base de temps T-Act. Lorsque la base de temps T1 expire, l'émetteur-récepteur HDSL au REG-C commence à émettre le signal S1. Les données utiles transmises et les bits de service à l'état d'activation-C sont à 1, dans les deux sens, REG-C → NTU et REG-C → REG-R. Pendant l'émission du signal S1, il attend le signal tramé S1 afin d'établir la synchronisation. Si la synchronisation de trame HDSL est détectée, LOSW-C est à 0 et le REG-C passe à l'état actif-C et désactive la base de temps T-Act. Si la base de temps T-Act expire avant que LOSW-C passe à 0, l'émetteur-récepteur HDSL au REG-C passe à l'état désactivé-C, cesse l'émission et force le REG-R à passer à l'état désactivé-R. Le comportement ultérieur du régénérateur est décrit ci-dessous.

A l'état actif-C, les éléments de service et les données utiles sont émis en transparence dans les deux sens REG-C → NTU et REG-C → REG-R, sauf les bits de service propres au régénérateur, qui sont traités dans le régénérateur. Si la synchronisation de trame HDSL est perdue, LOSW-C est mis à 1 et l'émetteur-récepteur HDSL au REG-C passe à l'état de désactivation-C en instance et une base de temps de 2 s est déclenchée.

A l'état de désactivation-C en instance, le signal émis est identique à celui qui est reçu du REG-R. Si la synchronisation est rétablie, LOSW-C est mis à 0 et l'émetteur-récepteur HDSL au REG-C retourne à l'état actif-C. Si la base de temps de 2 secondes expire sans qu'il y ait synchronisation, LOSWT-C est mis à 1 et l'émetteur-récepteur HDSL au REG-C passe à l'état désactivé-C.

A l'état désactivé-C, l'émetteur-récepteur HDSL au REG-C est silencieux et cherche à détecter de la puissance de signal en provenance de l'émetteur-récepteur HDSL à l'unité NTU. Le passage à l'état désactivé-C a pour effet que le REG-R est forcé à passer à l'état désactivé-R. Lorsque aucune puissance n'est détectée (LOS-C est à 1), une base de temps de 1 s est déclenchée et, après l'expiration de cette base de temps (LOST-C est à 1), l'émetteur-récepteur HDSL au REG-C passe à l'état inactif-C.

5.7 Exploitation et maintenance

Le présent sous-paragraphe traite de l'exploitation et de la maintenance des systèmes de transmission qui mettent en œuvre la technique HDSL. Les aspects OAM de ces systèmes sont répartis en fonctions OAM du noyau HDSL et en fonctions prises en charge par les applications.

Les sous-paragraphe suivants correspondent aux applications prises en charge. Les commandes et les réponses du système peuvent être transmises par les interfaces d'application ou par des interfaces OAM externes aux points de référence de maintenance des unités NTU et LTU, selon le cas. Seule la fonctionnalité de ces points de référence OAM sera spécifiée dans la présente Recommandation.

La prise en charge d'un fonctionnement partiel en cas de défaillance et d'installation réduite doit être une option possible.

5.7.1 Fonctions au point de référence externe OAM de l'unité LTU

Les fonctions OAM demandées par une entité OAM externe proviennent de l'intérieur du bloc fonctionnel OAM (maintenance) à l'unité LTU. Les éléments du réseau touchés par ces commandes sont identifiés dans le Tableau 14.

Tableau 14/G.991.1 – Fonctions de commande à l'interface OAM externe

| Fonction | Paire d'émetteurs-récepteurs HDSL | Elément visé du réseau (Note 2) |
|---|-----------------------------------|---|
| Commande de bouclage | Toutes | LTU/REG |
| Commande de bouclage de trame d'application | Note 5 | NTU (Note 3) |
| Commande de déclenchement | Toutes | LTU |
| Commande de réinitialisation | Toutes | LTU/NTU/REG |
| Signalisation des erreurs CRC sur chaque paire | Toutes | LTU/NTU/REG (Note 1) |
| Définition de CRC altéré pour chaque paire | Toutes | LTU/NTU/REG |
| Réponse de chaque paire à un CRC altéré | Toutes | LTU/NTU/REG |
| Demande de qualité de transmission pour chaque paire (Note 7) | Toutes | LTU/NTU/REG |
| Réponse de qualité de transmission pour chaque paire (Note 7) | Toutes | LTU/NTU/REG |
| Définition de la configuration | Note 5 | LTU/NTU (bloc d'interface) |
| Lecture de la configuration | Note 5 | LTU/NTU (bloc d'interface) |
| Rapport d'état | Note 6 | LTU/NTU/REG |
| Rapport d'erreur excessif sur chaque paire | Toutes | LTU/NTU/REG (bloc d'interface) (Note 4) |
| Identification de l'équipement | Note 5 | LTU/NTU/REG |
| Autres indications de défaillance | Toutes | LTU/NTU/REG |

NOTE 1 – Le calcul de ces paramètres est basé sur la procédure CRC-6 dans chaque sous-système.
 NOTE 2 – L'utilisation d'un régénérateur est facultative.
 NOTE 3 – L'emplacement du bouclage de la trame d'application doit être aussi proche que possible de l'interface d'application. Le bouclage doit être complet.
 NOTE 4 – Une indication de taux d'erreur excessif peut être mise à 1 si 150 trames erronées sont détectées sur 166 trames (en 1 seconde).
 NOTE 5 – Cette fonction est transportée en transparence à travers le noyau HDSL. Cette note ne s'applique pas si cela s'adresse à un régénérateur.
 NOTE 6 – Le rapport d'état des éléments du réseau dans la section numérique d'accès doit représenter l'état du noyau HDSL et de l'application.
 NOTE 7 – La qualité de transmission est représentée par la marge de bruit définie au 5.5.7 ou selon la qualité de signal définie à l'Annexe B.

5.7.2 Fonctions au point de référence externe OAM de l'unité NTU

L'implémentation du point de référence externe OAM de l'unité NTU est facultative et elle n'est pas entièrement spécifiée dans la présente Recommandation.

Seule l'utilisation d'indications sensibles acheminées au client est traitée. L'utilisation d'une interface de données en vue de la signalisation vers le client ou en provenance de ce dernier n'est pas prévue. L'accès au réseau RGT des opérateurs ne devra pas être possible par l'intermédiaire de ce point de référence.

Voici des exemples de signalisation en direction du client à l'unité NTU:

- indication d'alimentation;
- indication de pannes graves;
- indication d'essais à partir du côté réseau.

5.7.3 Messages et fonctions OAM prises en charge par le noyau HDSL

Le présent paragraphe décrit des messages transportés à l'intérieur de la trame HDSL à des fins d'OAM. En outre, des fonctions OAM qui doivent se situer dans le noyau HDSL sont définies. Ces messages et fonctions sont énumérés dans le Tableau 15.

Tableau 15/G.991.1 – Messages et fonctions OAM pris en charge par le noyau HDSL

| Messages/Fonctions | Noyau OAM | Local | Fonction associée au noyau | Disponible sur chaque paire | Bit HOH [bits OH additionnels dans les données utiles] | Message eoc | Élément adressé | | |
|--|-----------|-------|----------------------------|-----------------------------|--|-------------|-----------------|-------------|-------------|
| | | | | | | | L T U | R E G | N T U |
| Commande de réinitialisation | → | * | o | n | | | * | | |
| Commande de déclenchement | → | * | o | n | | | * | | |
| Détection d'identification de paire | ← | * | o | o | | | * | | * |
| Commande de bouclage pour le côté ligne de la LTU | → | * | o | n | | | * | | |
| Commande de bouclage pour le régénérateur | → | | o | n | | * | | * | |
| Commande de bouclage pour la trame d'application | → | | n | n | | * | | | * |
| Erreur CRC détectée à l'unité LTU | ← | * | o | o | | | * | | |
| Erreur CRC détectée au REG-R | ← | | o | o | rrbe | | | * | |
| Erreur CRC détectée au REG-C | ← | | o | o | rcbe | | | * | |
| Erreur CRC détectée à l'unité NTU | ← | | o | o | febe | | | | * |
| CRC altéré détecté à l'unité LTU | → | * | o | o | | | * | | |
| CRC altéré détecté au REG-R | → | | o | o | | * | | * | |
| CRC altéré détecté au REG-C | → | | o | o | | * | | * | |
| CRC altéré détecté à l'unité NTU | → | | o | o | | * | | | * |
| LOS/LFA du côté ligne de la LTU (Note 1) | ← | * | o | o | | | * | | |
| LOS/LFA au REG-R (Note 1) | ← | | o | o | | | | * | |
| LOS/LFA au REG-C (Note 1) | ← | | o | o | | | | * | |
| LOS/LFA côté ligne de la NTU (Note 1) | ← | | o | o | | | | | * |
| Identification de paire pour les systèmes à deux paires et les systèmes à trois paires | → | | o | o | [Z11... Z33] [Z11... Z22] | | * | | |
| Demande de qualité de transmission – unité LTU | → | * | o | o | | | * | | |
| Demande de qualité de transmission – REG-R (REG-C) | → | | o | o | | * | | * | |

Tableau 15/G.991.1 – Messages et fonctions OAM pris en charge par le noyau HDSL (suite)

| Messages/Fonctions | Noyau OAM | Local | Fonction associée au noyau | Disponible sur chaque paire | Bit HOH [bits OH additionnels dans les données utiles] | Message eoc | Élément adressé | | |
|---|-----------|-------|----------------------------|-----------------------------|--|-------------|-----------------|-------|-------|
| | | | | | | | L T U | R E G | N T U |
| Demande de qualité de transmission – unité NTU | → | | o | o | | * | | | * |
| Qualité de transmission – LTU | ← | * | o | o | | | * | | |
| Qualité de transmission – REG-R (REG-C) | ← | | o | o | | * | | * | |
| Qualité de transmission – NTU | ← | | o | o | | * | | | * |
| Demande d'état – régénérateur | → | | o | o | | * | | * | |
| Demande d'état – NTU | → | | o | n | | * | | | * |
| Etat régénérateur (Note 2) | ← | | o | o | | * | | * | |
| Etat unité NTU (Note 2) | ← | | o | n | | * | | | * |
| Lecture de configuration NTU (Note 3) | → | | n | n | | * | | | * |
| Ecriture de configuration NTU (Note 3) | → | | n | n | | * | | | * |
| Configuration d'unité NTU | ← | | n | n | | * | | | * |
| Demande d'identification d'équipement – régénérateur | → | | o | o | | * | | * | |
| Demande d'identification d'équipement – unité NTU | → | | n | n | | * | | | * |
| Identification d'équipement – régénérateur | ← | | n | o | | * | | * | |
| Identification d'équipement – unité NTU | ← | | n | n | | * | | | * |
| Alarme interne dans la NTU (Note 4) | ← | | o | n | rta | | | | * |
| Alarme interne dans un régénérateur (Note 4) | ← | | o | o | rega | | | * | |
| LOS à l'interface application de l'unité LTU (Note 5) | → | | n | n | losd (LTU →NTU) | | * | | |
| LOS à l'interface application de l'unité NTU (Note 5) | ← | | n | n | losd (NTU →LTU) | | | | * |

Tableau 15/G.991.1 – Messages et fonctions OAM pris en charge par le noyau HDSL (fin)

| Messages/Fonctions | Noyau OAM | Local | Fonction associée au noyau | Disponible sur chaque paire | Bit HOH [bits OH additionnels dans les données utiles] | Message eoc | Élément adressé | | |
|---|-----------|-------|----------------------------|-----------------------------|--|-------------|-----------------|-------------|-------------|
| | | | | | | | L T U | R E G | N T U |
| Violation de bipolarité à l'interface application de l'unité LTU (Note 6) | → | | n | n | bpv (LTU →NTU) | | * | | |
| Violation de bipolarité à l'interface application de l'unité NTU (Note 6) | ← | | n | n | bpv (NTU →LTU) | | | | * |

NOTE 1 – La présence de LOS ou LFA sur le côté ligne de l'unité LTU, de l'unité NTU ou du régénérateur entraîne la désactivation du trajet correspondant après 2 s. Elle a donc toujours pour conséquence l'envoi d'un message LOS du noyau HDSL au bloc fonctionnel OAM dans l'unité LTU. L'unité OAM de la LTU ne peut donc pas localiser la défaillance.

NOTE 2 – Le registre d'état contient des bits individuels représentant l'état courant de l'équipement. Cette information peut être utilisée pour obtenir de l'information détaillée, par exemple après réception des bits d'alarme internes rta ou rega.

NOTE 3 – Le registre de configuration de l'unité NTU contient des bits réservés qui permettent la configuration à distance de l'équipement par l'unité LTU. Le mode transparent ou non transparent, le masquage des alarmes, le comportement de l'équipement en cas de défaillance (par exemple, l'émission du signal AIS) en sont des exemples.

NOTE 4 – Les bits d'alarme internes sont utilisés afin de signaler les défaillances internes de l'équipement de signalisation qui ne sont pas traitées par des bits indicateurs distincts. Événements possibles:

- pertes de sources internes de signaux d'horloge;
- différences maximales de retard entre paires dépassées;
- résultat négatif à l'essai de mémoires mortes ou de mémoires vives.

NOTE 5 – L'utilisation de cette fonction est fonction de l'application.

NOTE 6 – Le besoin généralisé de cette fonction n'a pas été relevé. Il incombe aux opérateurs de réseaux de demander cette fonction pour des applications particulières.

5.7.4 Fonctions OAM associées à l'alimentation

Tableau 16/G.991.1 – Fonctions associées à l'alimentation

| Fonction | OAM/ alimentation | Local | Bits HOH | Messages eoc | Emplacement LTU REG NTU |
|---|-------------------|-------|----------|--------------|----------------------------|
| Défaillance de la source d'alimentation 1 de la NTU | ← | | ps1 | | |
| Défaillance de la source d'alimentation 2 de la NTU | ← | | ps2 | | |

5.7.5 Comportement du régénérateur

5.7.5.1 Réponse aux messages LOS/LFA

Un régénérateur doit répondre aux messages LOS/LFA. Lorsqu'un message LOS ou LFA est reconnu, le régénérateur doit avoir le comportement suivant:

les deux côtés du régénérateur doivent être désactivés de manière autonome par le régénérateur lorsque le message LOS ou LFA est détecté sur toute interface de ligne HDSL. Les conditions de détection du message LOS ou LFA sont décrites au 5.6.

NOTE – Cela aura pour résultat final que le sous-système sera désactivé après détection du message LOS ou LFA à tout endroit dans le système et que les unités LTU et NTU identifieront le message LOS ou LFA pour ce sous-système. La détection du message LOS ou LFA est une fonction des émetteurs-récepteurs HDSL individuels.

5.7.5.2 Fonctionnement du bouclage 1A

L'activation du bouclage 1A dans tout sous-système de l'émetteur-récepteur est amorcée par l'unité LTU en présence du message eoc approprié, tel qu'indiqué au 5.5. La demande de bouclage peut être déclenchée simultanément avec le commencement de la procédure de déclenchement ou pendant que toute liaison HDSL est déjà active.

Dans le premier cas, la demande de bouclage peut être émise vers le régénérateur dès que le signal S1 conforme au 5.6 est émis dans le sens LTU → NTU. Après détection du message eoc dans le régénérateur, la boucle est fermée conséquemment.

Dans le deuxième cas, soit celui d'une liaison déjà active, l'unité de commande du régénérateur ferme la boucle dès que le message eoc a été détecté. La procédure détaillée permettant d'atteindre l'état de bouclage synchrone dépend du vendeur. (Il peut être nécessaire de réinitialiser l'émetteur-récepteur du régénérateur-C, afin que les coefficients d'égaliseur et de supprimeur d'échos puissent converger dans les conditions de bouclage.)

Une boucle fermée avec succès peut être détectée dans l'unité LTU en évaluant les bits Z valides reçus et utilisés pour l'identification de trajet. Le bouclage est transparent, c'est-à-dire que le signal bouclé est aussi émis vers l'unité NTU.

Pendant un bouclage actif 1A, les bits de service HDSL doivent produire les effets suivants:

- la voie eoc n'est pas bouclée mais elle est entièrement fonctionnelle entre l'unité LTU et le régénérateur, tel qu'indiqué au 5.5, à la condition que les messages envoyés par l'unité LTU contiennent l'adresse "10". Lorsque toute autre adresse est détectée, le régénérateur introduit le message "maintien de l'état" (Hold State) avec sa propre adresse dans le sens régénérateur → LTU;
- tous les bits d'indicateur, sauf ceux qui sont propres au régénérateur, hrp, rega, rrbe et rcbe qui ont un fonctionnement normal, sont bouclés.

Pour désactiver le bouclage 1A, l'unité LTU émet le message "retour à la normale" (Return to Normal) avec l'adresse "10" dans la voie eoc. Après avoir détecté ce message, l'unité de commande du régénérateur désactive de manière autonome l'émetteur-récepteur du REG-C et annule le bouclage.

Si la liaison HDSL entre l'unité LTU et le régénérateur demeure active, l'unité de commande du régénérateur commence immédiatement à activer la liaison entre le régénérateur et l'unité NTU tel qu'indiqué au 5.6. La réussite de la procédure de déclenchement peut être détectée par l'unité LTU en évaluant les bits Z utilisés pour l'identification de trajet.

5.8 Caractéristiques électriques d'un émetteur-récepteur 2B1Q simple

5.8.1 Généralités

Le présent sous-paragraphe décrit les caractéristiques électriques d'un émetteur-récepteur HDSL simple.

Les caractéristiques électriques d'un émetteur-récepteur HDSL doivent permettre le respect des exigences de qualité de fonctionnement pour certaines applications (dont des exemples sont donnés à l'Appendice I). En outre, les caractéristiques électriques particulières suivantes doivent être respectées.

Des moyens doivent être fournis afin de permettre la vérification des caractéristiques électriques d'un émetteur-récepteur 2B1Q simple.

5.8.2 Impédance et affaiblissement d'adaptation de l'émetteur-récepteur

L'impédance nominale au point d'excitation du côté ligne d'un émetteur-récepteur HDSL doit être 135 ohms.

L'affaiblissement d'adaptation minimal à 135 ohms dans une bande de fréquences de 1 kHz à 1 MHz doit être:

- 16 dB de 40 kHz à 196 kHz, comme le montre la Figure 18, pour les systèmes à 392 kbauds;
- 16 dB de 40 kHz à 292 kHz, comme le montre la Figure 19, pour les systèmes à 584 kbauds;
- 16 dB de 80 kHz à 485 kHz, comme le montre la Figure 20, pour les systèmes à 1160 kbauds;

avec une pente de 20 dB/décade sous la fréquence inférieure et au-dessus de la fréquence supérieure de ces bandes de fréquences.

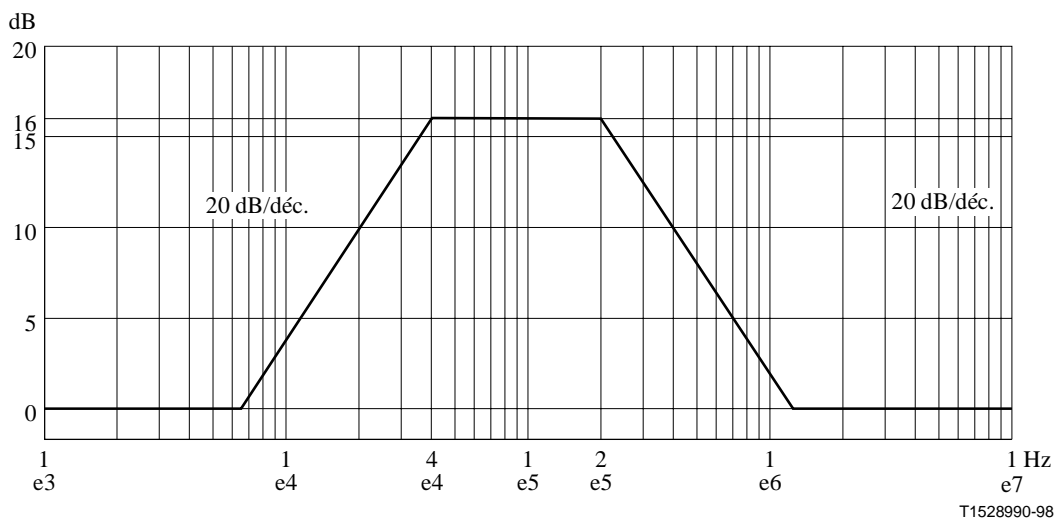


Figure 18/G.991.1 – Affaiblissement d'adaptation minimal d'un système à 392 kbauds

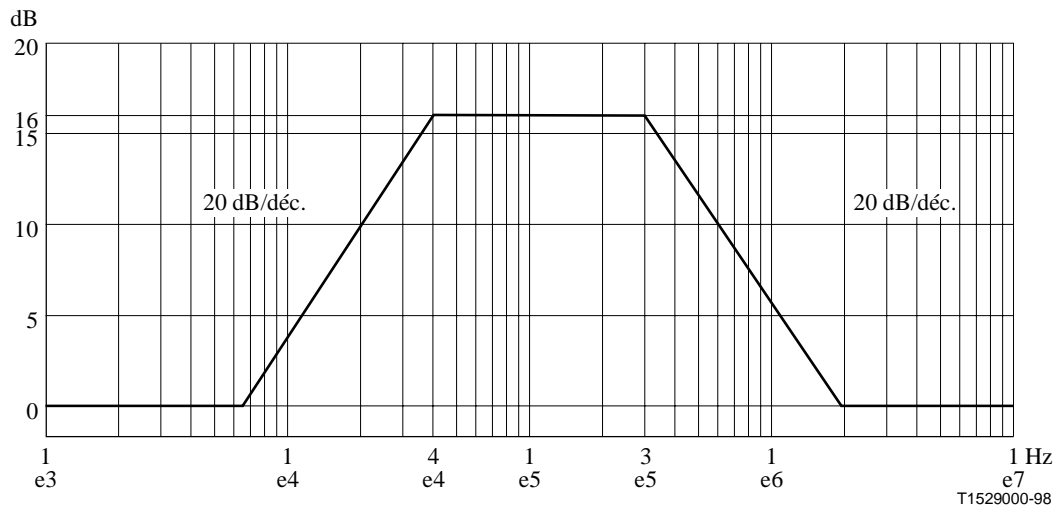


Figure 19/G.991.1 – Affaiblissement d'adaptation minimal d'un système à 584 kbauds

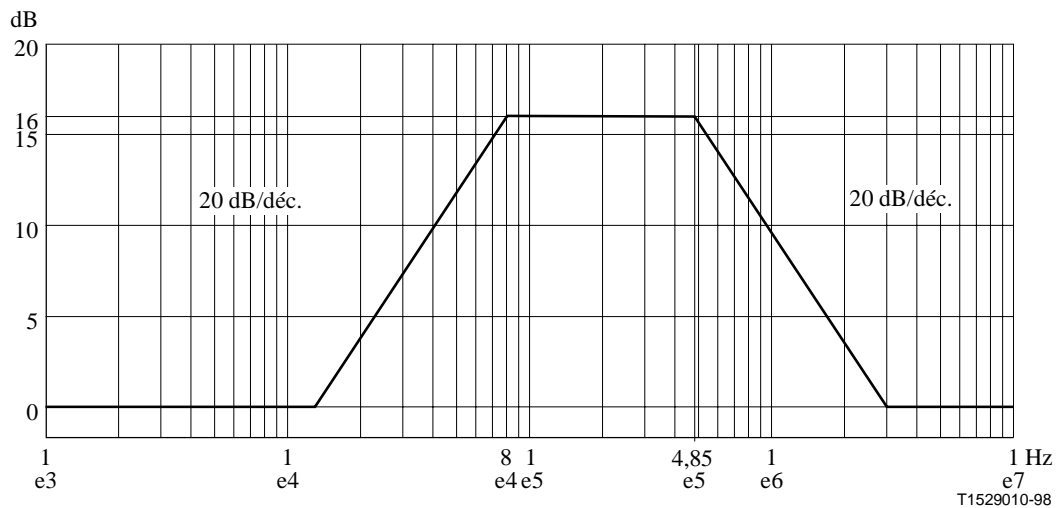


Figure 20/G.991.1 – Affaiblissement d'adaptation minimal d'un système à 1160 kbauds

5.8.3 Horloge de référence de l'émetteur-récepteur

La fréquence de l'horloge de référence doit être:

- pour une paire: 2320 kHz \pm 32 ppm;
- pour deux paires: 1168 kHz \pm 32 ppm;
- pour trois paires: 784 kHz \pm 32 ppm.

5.8.4 Caractéristiques de sortie de l'émetteur

A moins d'indication contraire, la spécification suivante s'applique en présence d'une impédance de charge résistive de valeur nominale.

5.8.4.1 Amplitude de l'impulsion

La crête nominale de la plus grande impulsion doit se trouver à 2,64 V pour les systèmes à deux paires et à trois paires, et à 2,50 V pour le système à une paire.

5.8.4.2 Forme de l'impulsion

L'impulsion émise doit avoir la forme précisée dans la Figure 21 pour les systèmes à deux paires et à trois paires et la forme précisée dans la Figure 22 pour le système à une paire.

Le masque d'impulsion pour les quatre symboles quaternaires doit être obtenu en multipliant le masque d'impulsion normalisé de la Figure 21 par 2,64 V, 0,88 V, -0,88 V ou -2,64 V, et de la Figure 22 par 2,50 V, 0,833 V, -0,833 V et -2,50 V.

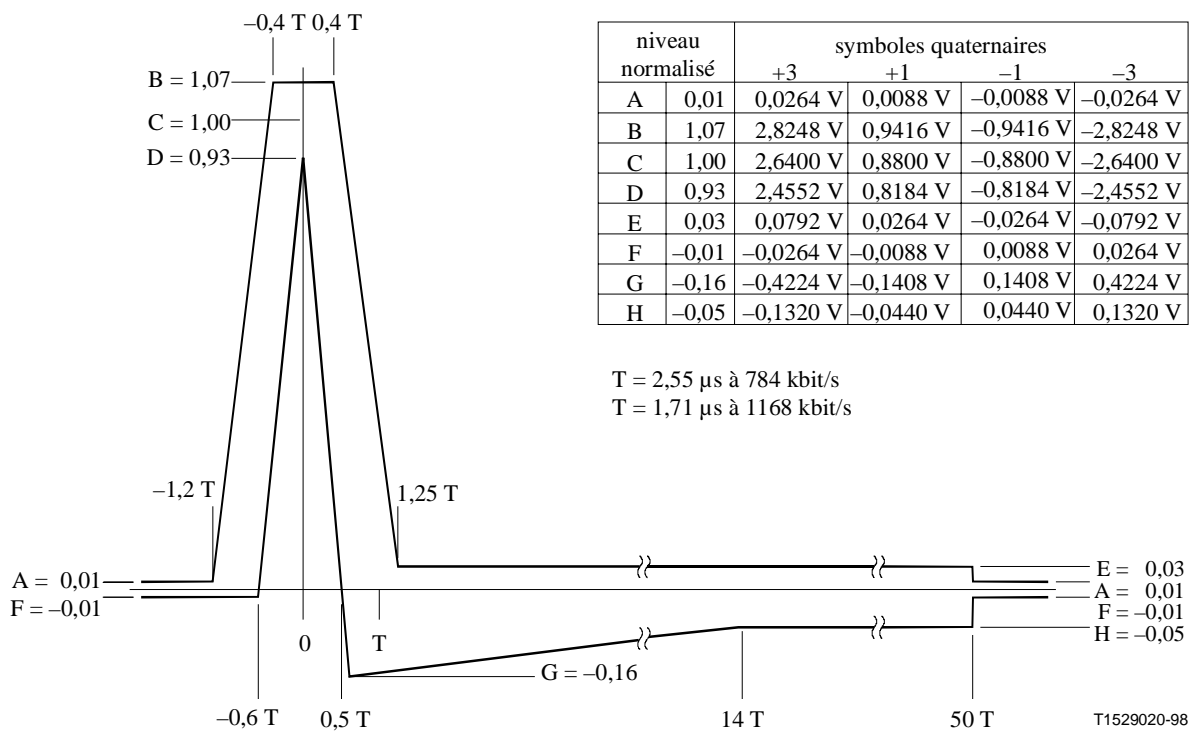


Figure 21/G.991.1 – Impulsion d'émission pour les systèmes à deux paires et à trois paires; avec masque d'impulsion normalisé

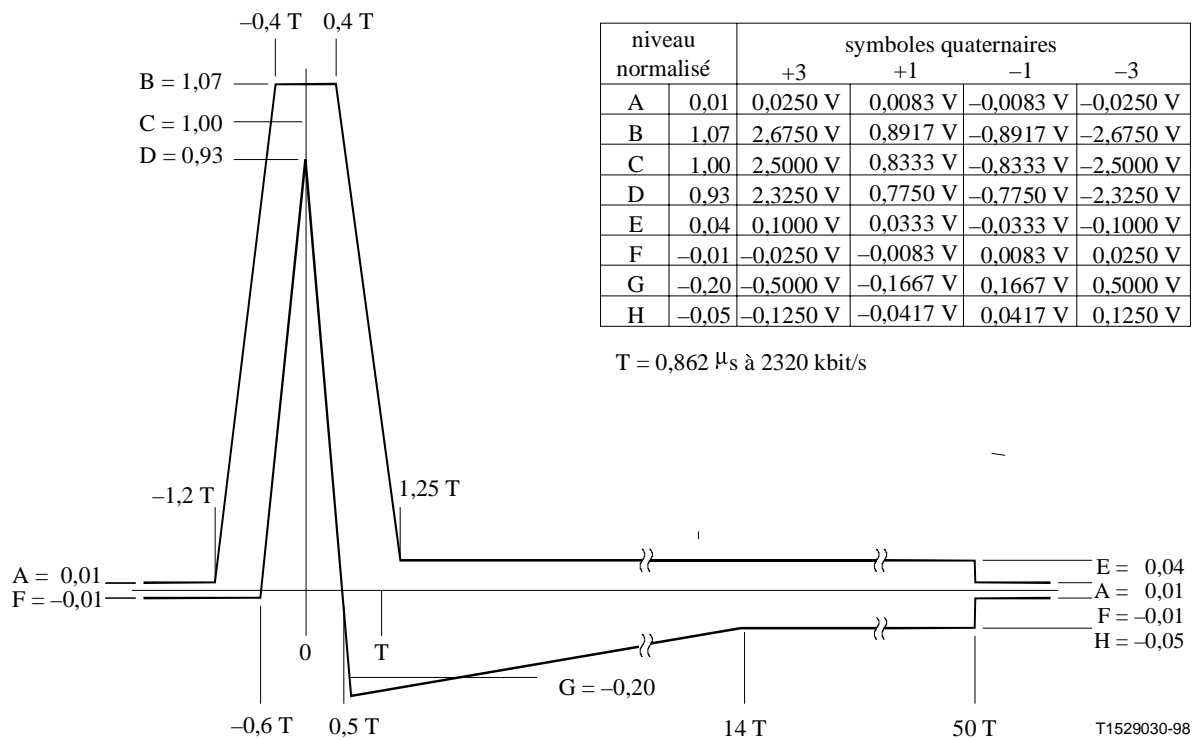


Figure 22/G.991.1 – Impulsion d'émission pour un système à une paire; avec masque d'impulsion normalisé

5.8.4.3 Densité spectrale de puissance

5.8.4.3.1 Densité spectrale de puissance pour les systèmes à 392 kbauds

La limite supérieure de la densité spectrale de puissance moyenne du signal émis par l'émetteur HDSL doit être celle qui est indiquée dans la Figure 23.

- -37 dBm/Hz de 0 Hz à 196 kHz;
- -80 dB/décade, chute de -37 dBm/Hz à 196 kHz jusqu'à -117 dBm/Hz à 1,96 MHz;
- -117 dBm/Hz au-dessus de 1,96 MHz.

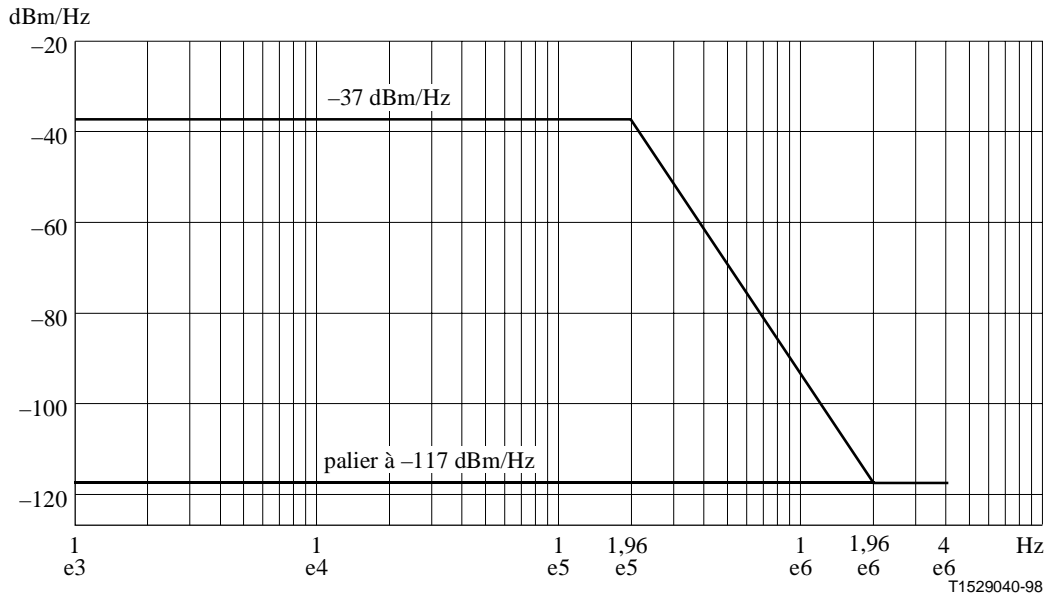


Figure 23/G.991.1 – Limite supérieure de la densité spectrale de puissance moyenne d'un système à 392 kbauds

5.8.4.3.2 Densité spectrale de puissance pour les systèmes à 584 kbauds

La limite supérieure de la densité spectrale de puissance moyenne du signal émis par l'émetteur HDSL doit être celle qui est indiquée dans la Figure 24.

- -39 dBm/Hz de 0 Hz à 292 kHz;
- -80 dB/décade, chute de -39 dBm/Hz à 292 kHz jusqu'à -119 dBm/Hz à 2,92 MHz;
- -119 dBm/Hz au-dessus de 2,92 MHz.

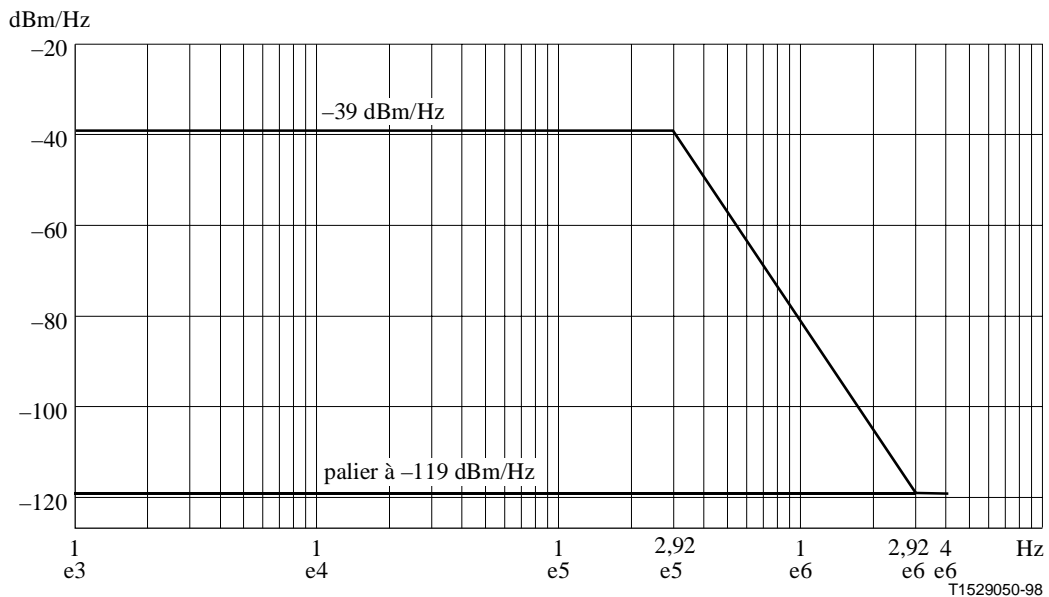


Figure 24/G.991.1 – Limite supérieure de la densité spectrale de puissance moyenne d'un système à 584 kbauds

5.8.4.3 Densité spectrale de puissance pour les systèmes à 1160 kbauds

La limite supérieure de la densité spectrale de puissance moyenne du signal émis par l'émetteur HDSL doit être celle qui est indiquée dans la Figure 25.

- -41,5 dBm/Hz de 0 Hz à 485 kHz;
- -80 dB/décade, chute de -41,5 dBm/Hz à 485 kHz jusqu'à -121,5 dBm/Hz à 4,85 MHz;
- -121,5 dBm/Hz au-dessus de 4,85 MHz.

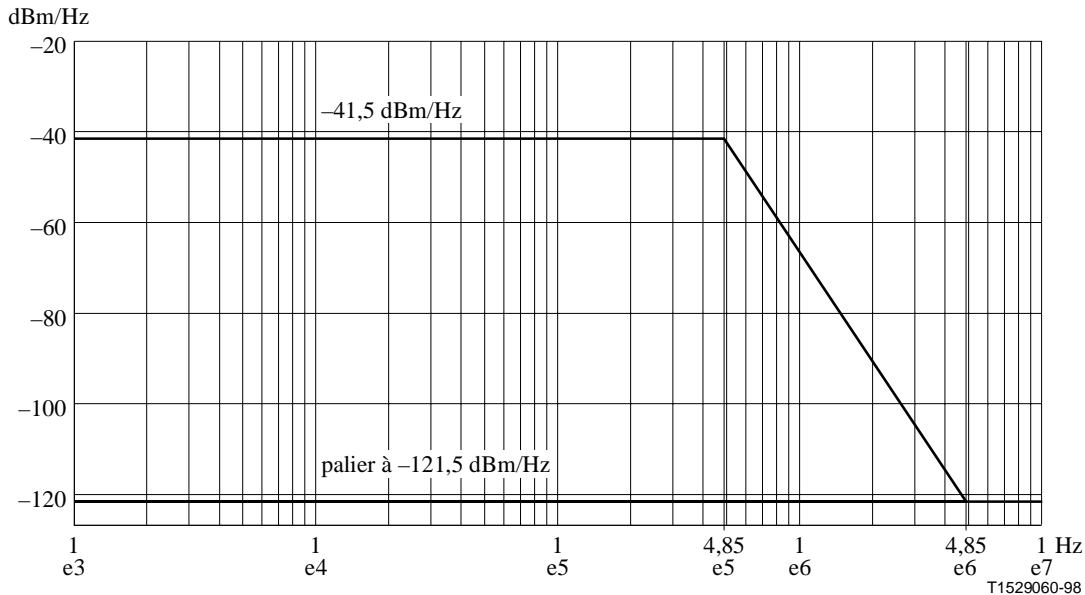


Figure 25/G.991.1 – Limite supérieure de la densité spectrale de puissance moyenne d'un système à 1160 kbauds

5.8.4.4 Puissance totale

La puissance moyenne d'un signal – à l'exclusion de l'alimentation à distance – composé d'une séquence tramée de symboles avec un mot de trame et de symboles équiprobables à toutes les autres positions doit se situer entre 13,0 dBm et 14,0 dBm dans la bande de fréquences de 0 Hz à 784 kHz pour les systèmes à 392 kbauds, de 0 Hz à 1168 kHz pour les systèmes à 584 kbauds et de 0 Hz à 2320 kHz pour les systèmes à 1160 kbauds.

5.8.5 Dissymétrie d'impédance par rapport à la terre

5.8.5.1 Affaiblissement de conversion longitudinale

L'affaiblissement de conversion longitudinale (LCL, *longitudinal conversion loss*) est donné par la formule:

$$\text{LCL} = 20 \log (e_1/e_m) \text{ [en dB]}$$

où e_1 est la tension longitudinale appliquée référencée à la terre d'un immeuble et e_m est la tension métallique résultante présente aux bornes d'une terminaison de 135 ohms.

L'affaiblissement de conversion longitudinale du système doit être conforme aux exigences suivantes:

- 50 dB entre 5 kHz et 196 kHz pour un système à 392 kbauds, comme dans la Figure 26;
- 50 dB entre 5 kHz et 292 kHz pour un système à 584 kbauds, comme dans la Figure 27;
- 50 dB entre 5 kHz et 485 kHz pour un système à 1160 kbauds, comme dans la Figure 28.

Cela garantit que le LCL global n'est pas excessivement supérieur à celui des DLL seules.

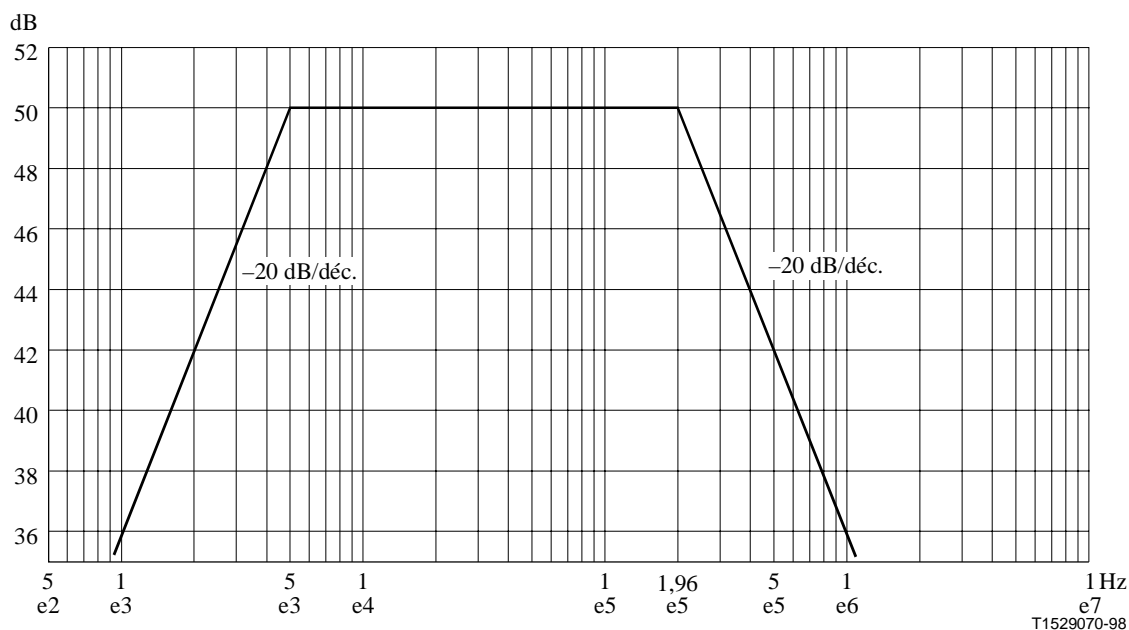


Figure 26/G.991.1 – Affaiblissement de conversion longitudinale minimal pour un système à 392 kbauds

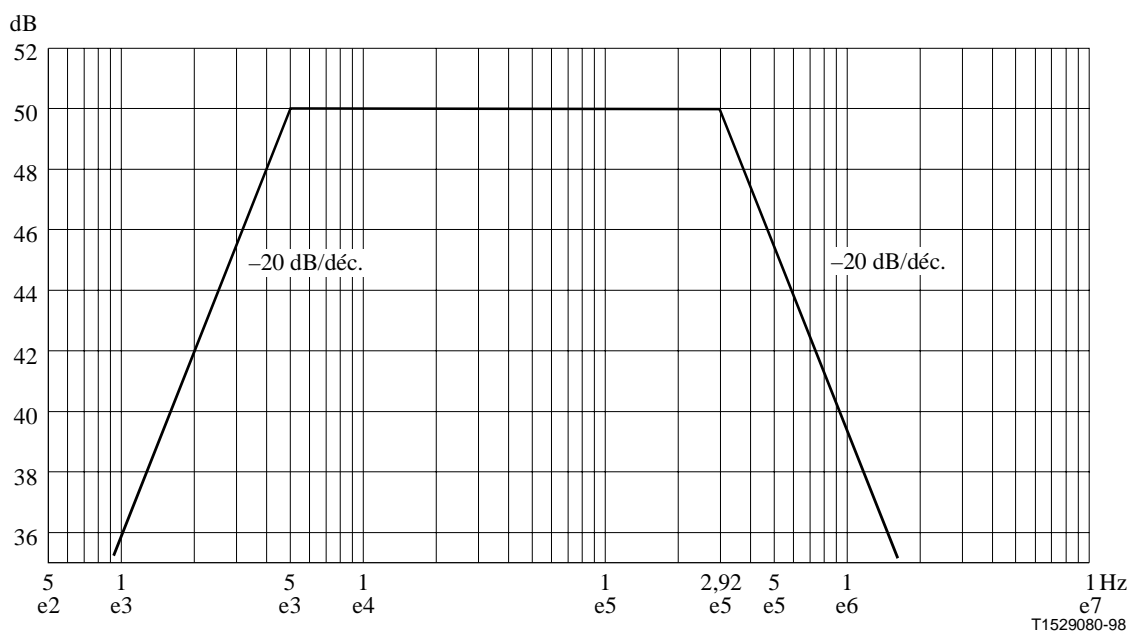


Figure 27/G.991.1 – Affaiblissement de conversion longitudinale minimal pour un système à 584 kbauds

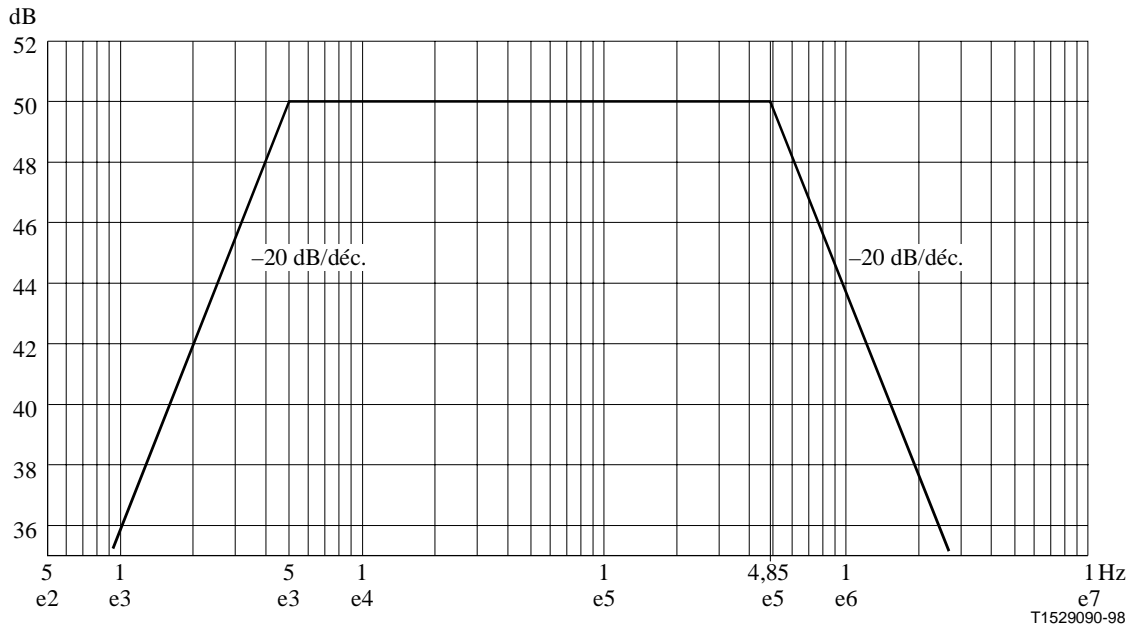
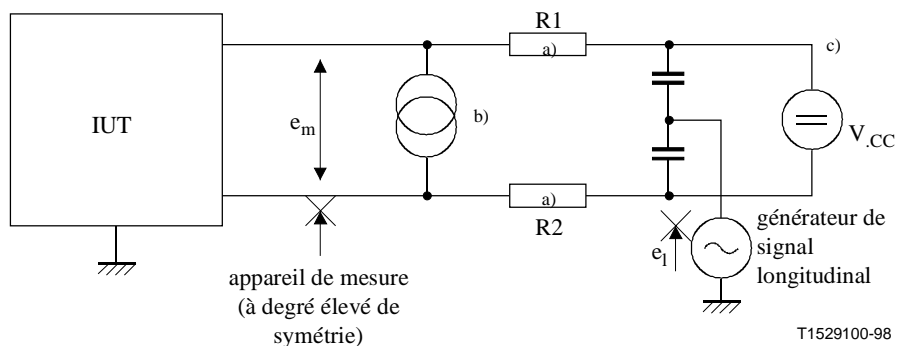


Figure 28/G.991.1 – Affaiblissement de conversion longitudinale minimal pour un système à 1160 kbauds

La Figure 29 définit une méthode de mesure de l'affaiblissement de conversion longitudinale. En cas d'utilisation directe de ce montage, la mesure doit être effectuée alors que l'élément à l'essai (IUT, *item under test*) est sous tension mais inactif (aucun signal transmis, excitation à 0 V).



- a) Ces résistances doivent être appariées: $R1 = R2 = 135/2$ ohms et $R1/R2 = 1 \pm 0,1\%$.
- b) Pour l'essai de l'unité LTU seulement si une alimentation à distance est fournie.
- c) Pour l'essai de l'unité NTU seulement si une alimentation à distance est requise.

NOTE – Pendant l'essai du régénérateur (lorsque c'est nécessaire), chacun des fils du côté qui n'est pas soumis à l'essai doit être connecté à la terre par l'intermédiaire d'une impédance de terminaison ayant une valeur de $135/2$ ohms en série avec une capacité de $0,33 \mu\text{F}$.

Figure 29/G.991.1 – Méthode de mesure de l'affaiblissement de conversion longitudinale

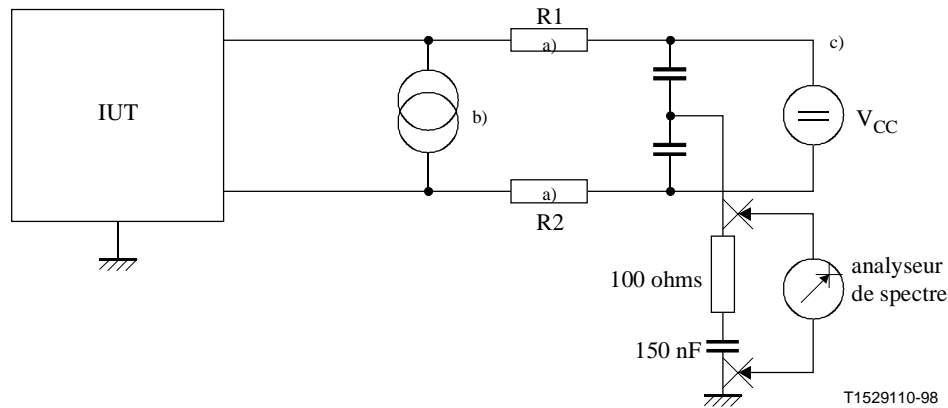
5.8.5.2 Tension longitudinale de sortie

La composante longitudinale du signal de sortie doit avoir, dans toute bande de fréquences de 4 kHz équivalente, une tension efficace dont la moyenne est calculée pour toute période de 1 seconde et qui est inférieure à -50 dBV, dans la plage de fréquences de 100 Hz à 400 kHz. Cette limite doit être respectée en présence d'une terminaison longitudinale ayant une impédance de 100 ohms en série

avec une capacité nominale de 0,15 μF . Il est à remarquer que les exigences en matière de EMC énoncées au 9.4 doivent aussi être respectées.

La Figure 30 définit une méthode de mesure de la tension longitudinale de sortie. L'utilisation directe de cette configuration d'essai exige que l'IUT soit en mesure de produire un signal en l'absence de signal provenant de l'extrémité distante.

Le niveau de terre de référence pour ces mesures doit être le niveau de terre de l'immeuble.



- a) Ces résistances doivent être appariées: $R1 = R2 = 135/2$ ohms et $R1/R2 = 1 \pm 0,1\%$.
- b) Pour l'essai de l'unité LTU seulement si une alimentation à distance est fournie.
- c) Pour l'essai de l'unité NTU seulement si une alimentation à distance est requise.

NOTE – Pendant l'essai du régénérateur (lorsque c'est nécessaire), chacun des fils du côté qui n'est pas soumis à l'essai doit être connecté à la terre par l'intermédiaire d'une impédance de terminaison ayant une valeur de $135/2$ ohms en série avec une capacité de $0,33 \mu\text{F}$.

Figure 30/G.991.1 – Méthode de mesure de la tension longitudinale de sortie

5.9 Qualité de fonctionnement des émetteurs-récepteurs HDSL individuels

5.9.1 Exigences relatives à la qualité de fonctionnement

Les limites minimales définissant la qualité de fonctionnement de l'ensemble du système sont définies pour certaines applications spécifiques, dont des exemples sont donnés à l'Appendice I. La qualité de fonctionnement des émetteurs-récepteurs HDSL individuels doit être suffisante pour que ces limites de qualité globale soient respectées. Comme le signal binaire des émetteurs-récepteurs individuels n'est pas disponible à une interface externe à des fins d'essais, il n'est pas considéré comme faisable de vérifier la qualité de fonctionnement des émetteurs-récepteurs HDSL individuels. A des fins de conformité, il est requis que chaque système HDSL présente une qualité de fonctionnement telle que la qualité de fonctionnement globale pour les applications soit suffisante, pour l'application appropriée.

5.9.2 Modèles physiques de lignes locales numériques (DLL, *digital local line*) (boucles d'essai)

La Figure 32 définit quelques modèles représentatifs de DLL (boucles d'essai) en vue de l'évaluation de la qualité de fonctionnement des émetteurs-récepteurs de systèmes de transmission.

5.9.3 Gigue et dérapage

5.9.3.1 Généralités

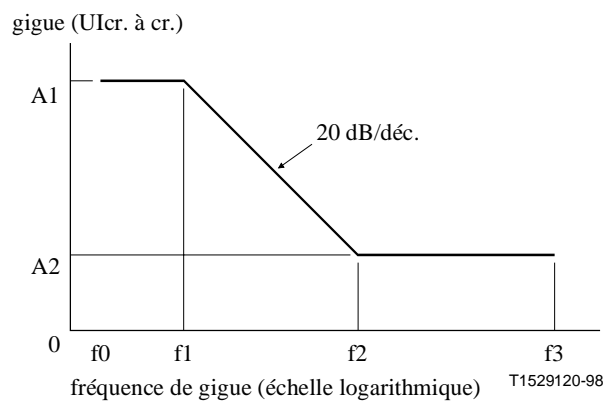
Les limites de gigue des systèmes de transmission HDSL individuels doivent être conformes aux limites de gigue et de qualité de fonctionnement spécifiées pour certaines applications (voir l'Appendice D). Toutefois, en raison de la transmission dans les deux sens par les lignes à deux fils et au brouillage intersymbole marqué, le signal transmis sur deux fils ne présente pas de transition de signal bien définie. Il est donc nécessaire de fournir des interfaces d'horloge pour permettre la vérification des exigences suivantes. Les limites de gigue données ci-dessous doivent être respectées quelles que soient la longueur de la ligne locale et l'inclusion de régénérateurs, sous réserve qu'ils soient couverts par les caractéristiques du support de transmission du 6.3. Les limites doivent être respectées quel que soit le signal transmis. Dans le présent sous-paragraphe, la gigue est définie en termes d'intervalles unitaires (UI, *unit interval*) de la rapidité nominale, soit 392 kbauds (2,55 μ s) pour le système à trois paires et 584 kbauds (1,71 μ s) pour le système à deux paires et 1160 kbauds (0,862 μ s) pour le système à une paire.

5.9.3.2 Tolérance de la gigue d'entrée à l'émetteur-récepteur HDSL à l'unité NTU

L'unité NTU doit respecter les objectifs de qualité de fonctionnement énoncés pour certaines applications (voir l'Appendice D), les caractéristiques sinusoïdales de dérapage/gigue étant indiquées dans la Figure 31, et leur valeur étant définie dans le Tableau 17 ci-dessous pour les fréquences de gigue individuelles dans la plage 0,1 Hz à 100 kHz, superposées à la source d'horloge d'essai, les variations de la rapidité du signal d'essai restant dans les limites de ± 32 ppm.

Tableau 17/G.991.1 – Valeurs caractéristiques du dérapage/gigue

| A1 | A2 | f0 | f1 | f2 | f3 |
|------------------|-------------------|--------|--------|------|---------|
| 0,15 UIcr. à cr. | 0,015 UIcr. à cr. | 0,1 Hz | 0,5 Hz | 5 Hz | 100 kHz |



NOTE – Intervalle unitaire (UI) = 2,55 μ s pour les systèmes à 392 kbauds
– Intervalle unitaire (UI) = 1,71 μ s pour les systèmes à 584 kbauds
– Intervalle unitaire (UI) = 0,862 μ s pour les systèmes à 1160 kbauds

Figure 31/G.991.1 – Plage de la gigue sinusoïdale d'entrée admissible

5.9.3.3 Limites de la gigue de sortie à l'émetteur-récepteur HDSL à l'unité NTU

La gigue du signal 2B1Q transmis de l'unité NTU vers l'unité LTU en l'absence de gigue d'entrée doit être inférieure à A2, cette valeur étant mesurée avec un filtre passe-bande présentant une courbe de diminution de 20 dB/décade, avec des fréquences de coupure à f2 et f3.

Le déphasage maximal (de crête) du signal de sortie par rapport à sa phase moyenne mesurée pendant 1/f0 seconde ne doit pas dépasser A1.

5.9.3.4 Tolérance de la gigue d'entrée à l'émetteur-récepteur HDSL à l'unité LTU

L'unité LTU doit respecter les objectifs de qualité de fonctionnement énoncés pour certaines applications (voir l'Appendice I), la limite de dérapage/de gigue étant à A2 pour les fréquences de gigue individuelles dans la plage de f0 à f3, superposées à la source d'horloge d'essai, les variations de la rapidité du signal d'essai restant dans les limites de ± 32 ppm.

5.9.3.5 Limites de la gigue de sortie à l'émetteur-récepteur HDSL à l'unité LTU

La gigue du signal 2B1Q transmis de l'unité LTU vers l'unité NTU doit être inférieure à A2, cette valeur étant mesurée avec un filtre passe-bande présentant une courbe de diminution de 20 dB/décade, avec des fréquences de coupure à f2 et f3.

6 Spécifications des circuits communs

6.1 Tampon de différence de retard

Afin de compenser toute différence dans le temps total de transmission des trames HDSL sur différentes paires, qui provient de la différence entre les paires décrite au 5.2.4.2 ainsi que des retards dus au traitement des signaux dans les émetteurs-récepteurs HDSL des unités LTU et NTU et peut-être du REG, un tampon de différence de retard doit être implémenté aux circuits communs. Ce tampon de différence de retard a pour fonction d'aligner les trames HDSL de façon que les trames de base puissent être correctement rassemblées. Ce tampon doit pouvoir absorber une différence de retard maximale de 60 μ s.

6.2 Mécanisme d'identification des paires

La procédure d'identification des paires fournit l'information correcte de l'unité NTU sur les numéros des paires sélectionnées par l'unité LTU dans un système à deux ou à trois paires. Elle repose sur l'utilisation des bits Z et n'est donc utilisable que pour les applications à 2048 kbit/s. On trouvera ci-dessous la définition d'un mécanisme d'identification des paires mis en œuvre séparément pour chaque paire installée et conforme aux procédures locales d'activation. La procédure d'identification des paires est exécutée seulement entre les unités LTU et NTU, le REG optionnel transférant l'information connexe de façon transparente.

6.2.1 Valeurs initiales d'identification des paires

Au début de la procédure de déclenchement, un numéro d'identification de paire, soit 1, 2 ou 3 dans le cas des systèmes à trois paires ou 1 ou 2 dans le cas des systèmes à deux paires, est assigné à chaque émetteur-récepteur de l'unité LTU. Les émetteurs-récepteurs HDSL de l'unité NTU ne sont pas assignés, mais ils sont définis par les bits Z reçus conformément aux Tableaux 18 et 19. Lorsqu'un émetteur-récepteur HDSL de l'unité LTU atteint l'état émetteur-récepteur actif dans la procédure d'activation, de la façon décrite au 5.6.5, les circuits communs remettent à 1 les bits indicateurs Z_{m1} , Z_{m2} et Z_{m3} dans les systèmes à trois paires ou Z_{m1} et Z_{m2} dans les systèmes à deux

paires, conformément aux Tableaux 18 et 19 et selon le numéro d'identification de paire qui a été assigné.

Tableau 18/G.991.1 – Assignment des bits d'identification de paire dans un système à trois paires

| Numéro de paire [m] | Z_{m1} | Z_{m2} | Z_{m3} |
|---------------------|--------------|--------------|--------------|
| 1 | $Z_{11} = 1$ | $Z_{12} = 0$ | $Z_{13} = 0$ |
| 2 | $Z_{21} = 0$ | $Z_{22} = 1$ | $Z_{23} = 0$ |
| 3 | $Z_{31} = 0$ | $Z_{32} = 0$ | $Z_{33} = 1$ |

Tableau 19/G.991.1 – Assignment des bits d'identification de paire dans un système à deux paires

| Numéro de paire [m] | Z_{m1} | Z_{m2} |
|---------------------|--------------|--------------|
| 1 | $Z_{11} = 1$ | $Z_{12} = 0$ |
| 2 | $Z_{21} = 0$ | $Z_{22} = 1$ |

6.2.2 Identification de paire à l'unité NTU

Avant la fin du processus d'évaluation de la paire en question, les bits Z transmis sont remis à 1. Lorsque l'émetteur-récepteur HDSL de l'unité NTU passe à l'état émetteur-récepteur actif, les circuits communs commencent à examiner les bits Z. S'ils détectent un motif valide respectivement conforme au Tableau 18 ou 19 dans six trames HDSL consécutives et que le même motif n'a pas été détecté sur une autre paire auparavant, le processus d'évaluation s'exécute alors correctement pour la paire en question et les bits Z sortants d'identification de paire sont remis à des niveaux égaux aux bits Z reconnus pour l'ensemble de la période effective d'activation. Lorsque les circuits communs détectent une matrice valide complète conforme au Tableau 18 ou 19, ils peuvent réaliser une affectation de données correcte et deviennent transparents aux données de la trame de base.

6.2.3 Identification des paires à l'unité LTU

Après avoir entrepris la transmission des bits Z, les circuits communs commencent à examiner les bits Z reçus. Au début, ils doivent détecter que l'ensemble des bits Z d'identification de paire sont à 1. Lorsque l'émetteur-récepteur HDSL de l'unité NTU reflète les bits Z reçus, les circuits communs de l'unité LTU détecteront le numéro d'identification de paire. Lorsqu'elle trouve son propre motif valide dans six trames HDSL consécutives, l'unité NTU accuse réception de l'identification de la paire en question. Si les bits Z de toutes les paires installées font l'objet d'un accusé de réception, les circuits communs deviennent transparents aux données de la trame de base.

La procédure d'identification introduit un retard d'au moins 12 trames (72 ms) entre la transition à l'état émetteur-récepteur actif et le transfert de données transparent, étant donné que des motifs valides sont requis pour six trames consécutives à chaque extrémité.

6.3 Mesures de qualité de fonctionnement en laboratoire

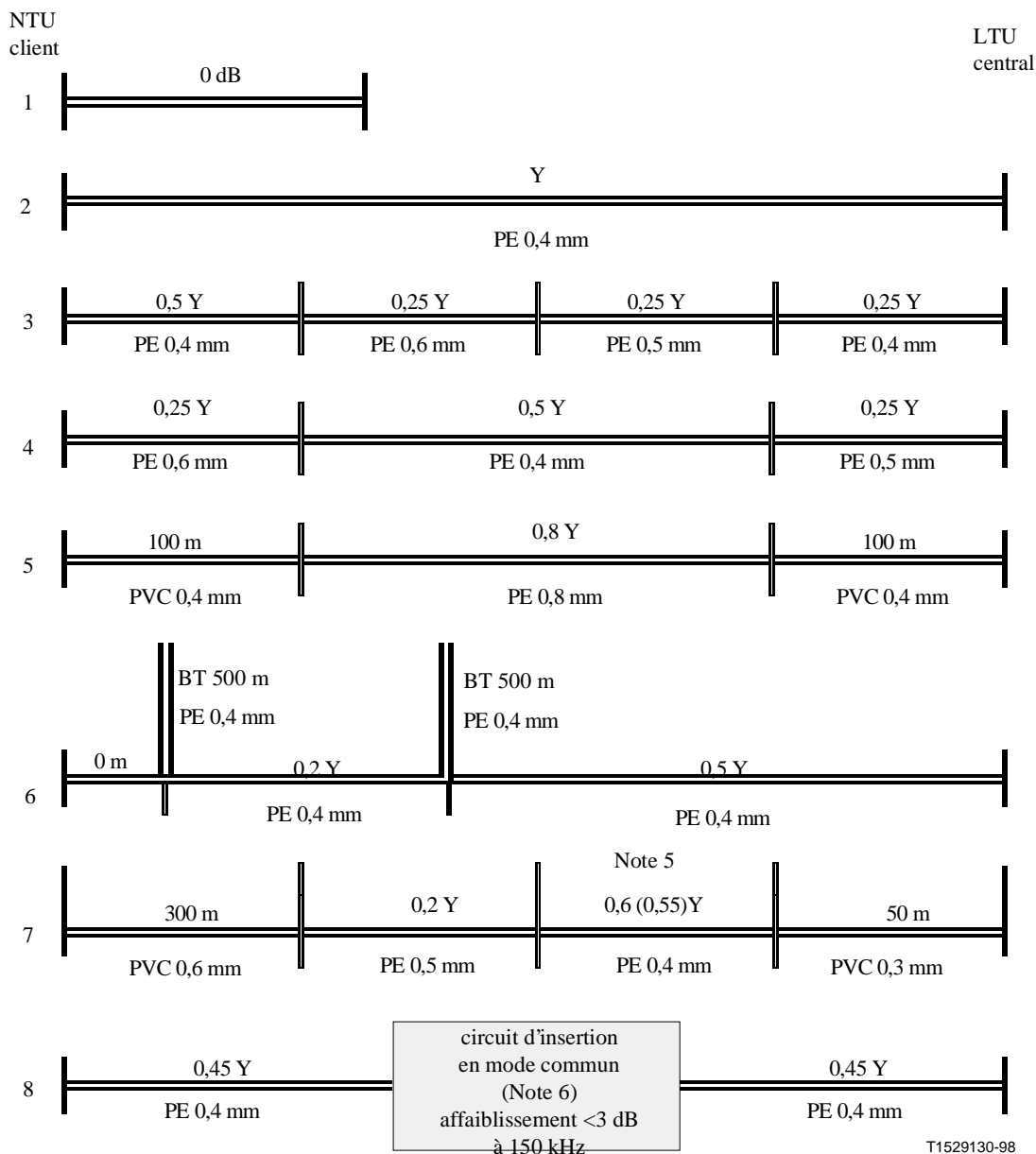
6.3.1 Généralités

Les exigences de qualité de fonctionnement ont été spécifiées pour que les émetteurs-récepteurs HDSL tolèrent la paradiaphonie, le bruit impulsif et le bruit mis en forme, et qu'ils ne soient pas optimisés pour une seule condition de fonctionnement.

La mesure de qualité de fonctionnement en laboratoire d'un système de transmission HDSL particulier exige les préparatifs suivants:

- définition d'un certain nombre de modèles DLL représentant les caractéristiques physiques et électriques qui se retrouvent dans les réseaux de distribution à lignes locales.
- simulation de l'environnement électrique créé par le bruit impulsif et l'affaiblissement de couplage diaphonique fini vers d'autres paires du même câble.
- spécification des essais de qualité de fonctionnement en laboratoire visant à vérifier que les limites de qualité de fonctionnement nécessaires aux différentes applications seront atteintes.

Certains modèles représentatifs de DLL (boucles d'essai) servant à évaluer la qualité de fonctionnement des émetteurs-récepteurs dans les systèmes de transmission sont définis sur la Figure 32, alors que les caractéristiques de base des câbles d'essai sont données à l'Appendice II.



NOTE 1 – La valeur de Y (affaiblissement d'insertion en dB à 150 kHz) est indiquée au Tableau 20.

NOTE 2 – En raison des désadaptations et des terminaisons en T (BT, *bridged tap*), l'atténuation totale des DLL diffère de la somme de l'atténuation des parties. L'Appendice II indique les valeurs théoriques des paramètres de transmission des boucles ci-dessus.

NOTE 3 – L'atténuation des différentes sections se mesure à l'aide d'une terminaison de 135 ohms.

NOTE 4 – Ces paramètres des boucles d'essai et des câbles artificiels comprennent des exemples de pire cas ainsi que des exemples plus typiques d'un réseau local. Ils sont choisis pour offrir la large gamme des différents échos et distorsions qui peuvent se trouver dans des réseaux européens.

NOTE 5 – La valeur entre parenthèses est valide pour les systèmes à une paire seulement. La réduction est nécessaire pour compenser l'atténuation plus élevée des sections fixes.

NOTE 6 – Voir la Figure 33.

Figure 32/G.991.1 – Modèles physiques de DLL pour essais en laboratoire

6.3.2 Configuration d'essai

Il est supposé que les diverses applications doivent fonctionner sur un certain nombre de paires connectées chacune à un système de transmission HDSL duplex particulier 2B1Q fonctionnant à 784 kbit/s, 1168 kbit/s ou 2320 kbit/s. Pour diverses applications et divers débits, un nombre de

paires différent peut être nécessaire. Les exigences de qualité de fonctionnement doivent être reliées à l'intégrité des données au niveau de l'interface d'application alors que les différents systèmes de transmission sont soumis à des dégradations synthétisées. De cette façon, il n'est pas nécessaire d'accéder aux données brutes transportées par les différents émetteurs-récepteurs. Les erreurs dans les données peuvent donc se mesurer à l'interface des applications, ce qui élimine la nécessité de vérifier l'accès aux différentes voies de données.

La Figure 34 illustre un montage d'essai représentatif.

Le mesureur du taux d'erreur sur les bits (BERTS, *bit error ratio test set*) applique à l'émetteur un signal d'essai à séquence binaire pseudo-aléatoire (PRBS, *pseudo-random bit sequence*) $2^{15}-1$, dans le sens à l'essai et au débit requis par l'interface des applications. Des dégradations (lorsqu'elles sont requises par l'essai) sont injectées à l'entrée des émetteurs-récepteurs HDSL appropriés à l'extrémité récepteur du trajet, après quoi les données reconstituées sont retournées au BERTS. L'émetteur dans le sens opposé doit recevoir un signal PRBS semblable, bien qu'il ne soit pas nécessaire de surveiller le signal reconstitué sur ce trajet.

La qualité de fonctionnement d'essai de l'émetteur-récepteur HDSL doit être telle que le taux d'erreur sur les bits (BER) du système dégradé est inférieur à (10^{-7} divisé par le nombre de paires) durant la transmission d'une séquence binaire pseudo-aléatoire. Le taux doit être mesuré après qu'au moins 10^9 bits ont été transmis.

Les essais sont effectués avec une marge zéro, aucune atténuation supplémentaire n'étant alors ajoutée aux paires d'essai. On s'attend à ce que les opérateurs de réseau calculent leurs propres marges pour les fins de la planification, d'après la connaissance de la relation entre cet appareil d'essai normalisé et leurs caractéristiques de réseau.

On considère qu'il suffit d'utiliser une combinaison représentative de paires d'essai pour vérifier la qualité de fonctionnement. Les paires d'essai doivent être réglées pour produire l'affaiblissement d'insertion requis de l'onde sinusoïdale dans les différentes sections, la mesure étant effectuée à 150 kHz. (Il n'est pas jugé fiable de mesurer l'atténuation globale de l'onde sinusoïdale, car des irrégularités d'impédance peuvent occasionner des effets non linéaires dans la réponse en fréquence de certaines paires.)

Deux classes distinctes de perturbations ajoutées sont injectées: le bruit d'essai mis en forme (spécifications au 6.3.3) et les impulsions (définition au 6.3.4). Un autre essai (spécifications au 6.3.5) vérifie la capacité de réjection en mode commun du système à l'essai, et un essai visant à déterminer la sensibilité aux micro-interruptions est décrit au 6.3.6.

Le Tableau 20 décrit les séquences d'essai.

Tableau 20/G.991.1 – Séquence d'essai de la qualité de fonctionnement

| n° | Trajet d'essai | Direction | Commentaires |
|----|------------------|-----------|---|
| 1 | n° 1 (Note 1) | Avant | Y = 0 dB; bruit d'essai de 6.3.3 pour N1 = 300 $\mu\text{V}/\sqrt{\text{Hz}}$ et N2 = 30 $\mu\text{V}/\sqrt{\text{Hz}}$ |
| 2 | n° 2 | Avant | Y = Y1 (Note 2); bruit d'essai de 6.3.3 pour N1 = 100 $\mu\text{V}/\sqrt{\text{Hz}}$ et N2 = 10 $\mu\text{V}/\sqrt{\text{Hz}}$; |
| 3 | n° 3 | Avant | Y = Y1; bruit d'essai de 6.3.3 pour N1 = 100 $\mu\text{V}/\sqrt{\text{Hz}}$ et N2 = 10 $\mu\text{V}/\sqrt{\text{Hz}}$; |
| 4 | n° 3 | Arrière | Y = Y1; bruit d'essai de 6.3.3 pour N1 = 100 $\mu\text{V}/\sqrt{\text{Hz}}$ et N2 = 10 $\mu\text{V}/\sqrt{\text{Hz}}$; |
| 5 | n° 4 | Avant | Y = Y1; bruit d'essai de 6.3.3 pour N1 = 100 $\mu\text{V}/\sqrt{\text{Hz}}$ et N2 = 10 $\mu\text{V}/\sqrt{\text{Hz}}$; |

Tableau 20/G.991.1 – Séquence d'essai de la qualité de fonctionnement (fin)

| n° | Trajet d'essai | Direction | Commentaires |
|----|----------------|------------------|---|
| 6 | n° 4 | Arrière | Y = Y1; bruit d'essai de 6.3.3 pour N1 = 100 $\mu\text{V}/\sqrt{\text{Hz}}$ et N2 = 10 $\mu\text{V}/\sqrt{\text{Hz}}$; |
| 7 | n° 5 | Avant | Y = Y1; bruit d'essai de 6.3.3 pour N1 = 100 $\mu\text{V}/\sqrt{\text{Hz}}$ et N2 = 10 $\mu\text{V}/\sqrt{\text{Hz}}$; |
| 8 | n° 6 | Avant | Y = Y1; bruit d'essai de 6.3.3 pour N1 = 100 $\mu\text{V}/\sqrt{\text{Hz}}$ et N2 = 10 $\mu\text{V}/\sqrt{\text{Hz}}$; |
| 9 | n° 6 | Arrière | Y = Y1; bruit d'essai de 6.3.3 pour N1 = 100 $\mu\text{V}/\sqrt{\text{Hz}}$ et N2 = 10 $\mu\text{V}/\sqrt{\text{Hz}}$; |
| 10 | n° 7 | Avant | Y = Y1; bruit d'essai de 6.3.3 pour N1 = 100 $\mu\text{V}/\sqrt{\text{Hz}}$ et N2 = 10 $\mu\text{V}/\sqrt{\text{Hz}}$; |
| 11 | n° 7 | Arrière | Y = Y1; bruit d'essai de 6.3.3 pour N1 = 100 $\mu\text{V}/\sqrt{\text{Hz}}$ et N2 = 10 $\mu\text{V}/\sqrt{\text{Hz}}$; |
| 12 | n° 8 | Avant | Y = Y1; essai de réjection en mode commun de 6.3.5 |
| 13 | Note 3 | Avant et arrière | Y = Y2; bruit d'essai de 6.3.3 pour N1 = 300 $\mu\text{V}/\sqrt{\text{Hz}}$ et N2 = 30 $\mu\text{V}/\sqrt{\text{Hz}}$; pire trajet des essais 1 à 11 |
| 14 | Note 3 | Note 3 | Y = Y3 ; aucune dégradation ajoutée; pire trajet des essais 1 à 11, BER < 10 ⁻⁸ |
| 15 | n° 2 | Avant | Y = Y1 ; essai d'impulsion décrit au 6.3.4 |
| 16 | Comme 6.3.6 | Avant | Essai de micro-interruption décrit au 6.3.6 |

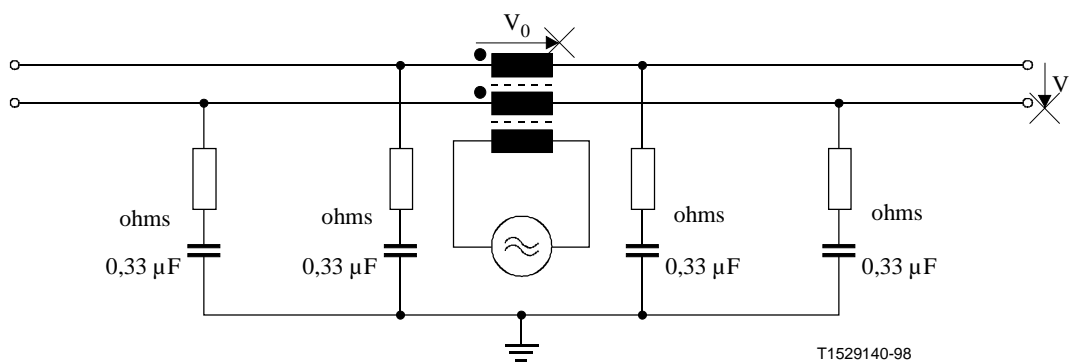
NOTE 1 – Trajet d'essai = n° 1 signifie que le trajet à l'essai doit être relié à la boucle d'essai n° 1, conformément à la définition de la Figure 32. Les trajets qui ne sont pas à l'essai doivent être reliés par une boucle fictive, normalement la boucle n° 1.

NOTE 2 – Y1 = 22 dB pour le système à une paire, 27 dB pour le système à deux paires et 31 dB pour le système à trois paires.

Y2 = Y1 – 10 dB et Y3 = Y1 + 3 dB.

NOTE 3 – Les essais sont effectués sur le pire trajet et dans le pire sens pour les essais 1 à 11, des boucles fictives étant branchées sur les trajets restants. En l'absence d'erreurs, la boucle n° 2 dans le sens vers l'avant pour le trajet A est adoptée par défaut.

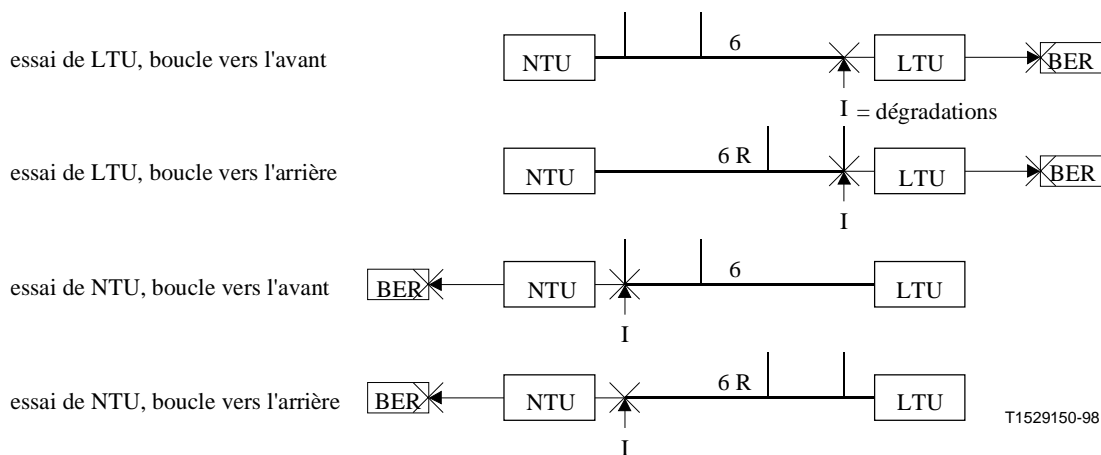
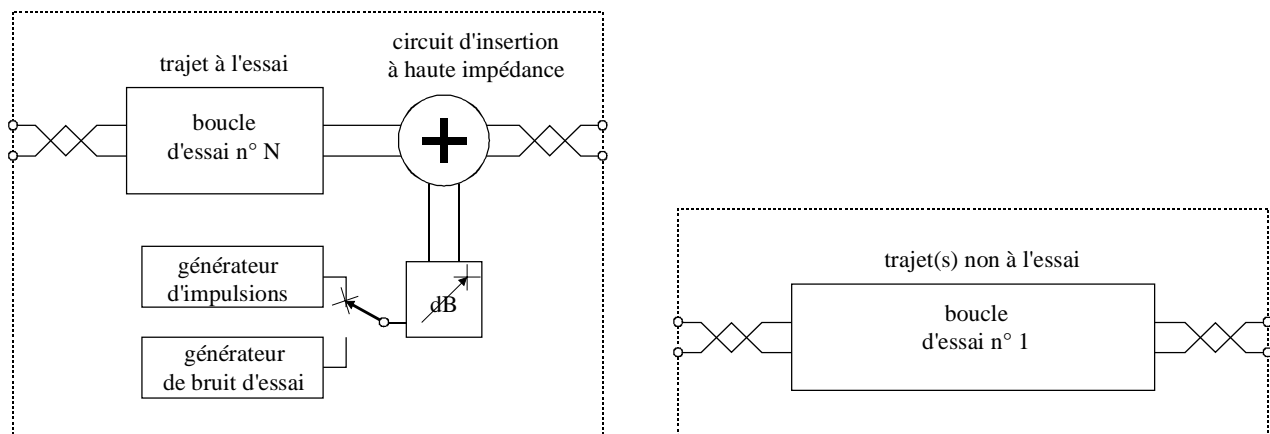
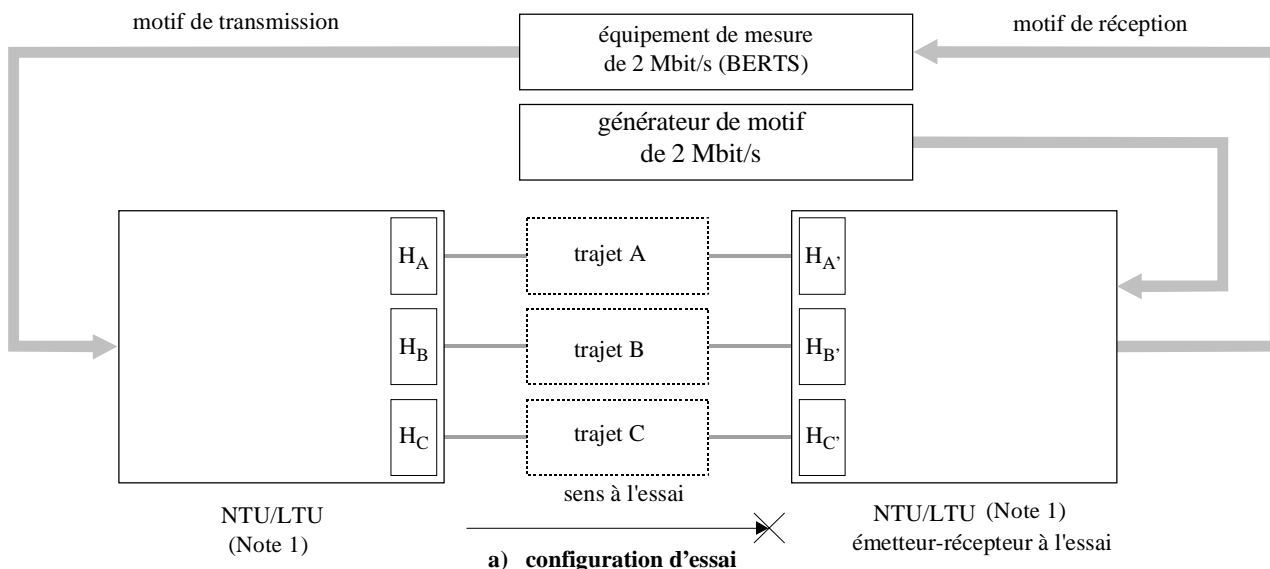
NOTE 4 – Les essais 1 à 15 doivent être effectués sur toutes les paires. Dans le cas d'un système HDSL à deux paires à installation réduite, les essais doivent porter seulement sur les paires installées.



NOTE 1 – L'affaiblissement minimal d'adaptation du circuit d'insertion d'essai terminé doit être meilleur que l'affaiblissement minimal d'adaptation du système.

NOTE 2 – L'affaiblissement minimal de conversion longitudinale $[20 \log (V_0/V_t)]$ du circuit d'insertion d'essai doit être meilleur que 80 dB à 50 Hz, diminuant de 20 dB/décade jusqu'à 1 kHz (au-dessus de 1 kHz, la tension transversale est négligeable comparativement au bruit d'essai).

Figure 33/G.991.1 – Circuit d'essai d'insertion en mode commun



NOTE 1 – Certains essais sont à la fois effectués dans les sens avant et arrière.
 NOTE 2 – Les trajets B et C ne sont pas utilisés pour tous les systèmes HDSL ou applications

Figure 34/G.991.1 – Configuration des essais de qualité de fonctionnement pour une section numérique d'accès

6.3.3 Procédure d'essai avec bruit mis en forme

6.3.3.1 Généralités

Le bruit des lignes de réseau local peut être représenté par une source de bruit artificiel, conformément à la description ci-dessous. Ce bruit artificiel offre une condition d'essai dans le pire cas de la diaphonie intersystème et intrasystème pour tous les perturbateurs actuellement connus.

Les caractéristiques du bruit sont indiquées ci-dessous:

- a) la PSD du bruit est donnée par la formule ci-dessous et indiquée sur la Figure 35:
- N1 entre 320 Hz et 1 kHz;
 - N2 entre 10 kHz et 1,5 MHz;
 - (le signal chute entre 1 kHz et 10 kHz à 20 dB/décade)
 - PSD de bruit;
 - ###V/###Hz;

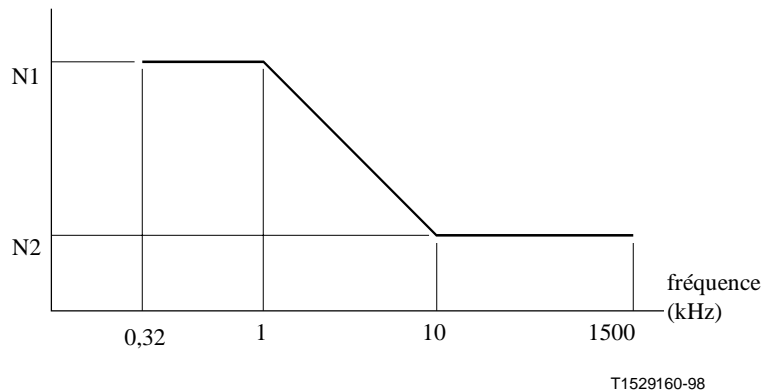


Figure 35/G.991.1 – Caractéristiques du bruit d'essai

- b) les valeurs de N1 et N2 diffèrent pour le "bruit normal" et le "bruit augmenté":
- bruit normal: $N1 = 100 \text{ ###V/###Hz}$
 $N2 = 10 \text{ ###V/###Hz}$
ces niveaux correspondent à une paradiaphonie de 53 dB à 150 kHz;
 - bruit augmenté: $N1 = 300 \text{ ###V/###Hz}$
 $N2 = 30 \text{ ###V/###Hz}$
ces niveaux correspondent à une paradiaphonie de 41 dB à 150 kHz;
- c) le "bruit normal" se caractérise par une tension efficace de 13 mV dans la bande de fréquences jusqu'à 1,5 MHz, la mesure étant effectuée à l'aide du circuit d'injection décrit ci-dessous.

6.3.3.2 Production

Le bruit artificiel doit être constitué à partir d'ondes sinusoïdales discrètes de fréquence $f = n \times 320 \text{ Hz}$ dans la gamme de 320 Hz à 1,5 MHz. Le niveau des différentes ondes sinusoïdales est de $\text{###}(320 \text{ Hz}) \times n$ ($n = N1$ ou $N2$ selon le cas).

Les rapports de phase des différentes ondes sinusoïdales sont donnés sous le nom de "*phases de Shapiro-Rudin*" dans un article de Stephen Boyd [B4]; "*Multitone Signals with Low Crest Factor*", publié dans la revue "Transactions on Circuits and Systems" de l'IEEE vol. CAS-33 n° 10; octobre 1986. On obtient ainsi un signal dont le facteur de crête est d'environ 2,8.

NOTE – Le bruit à facteur de crête de 2,8 n'est pas nécessairement représentatif de la diaphonie qui se retrouve dans les réseaux d'accès typiques où la diaphonie a été mesurée, afin de donner une distribution rapprochée de celle de Gauss pour un facteur de Gauss excédant 4,5. Le bruit à facteur de crête bas permet toutefois les essais rapides et répétables des systèmes. Cette irrégularité demeure à étudier.

6.3.3.3 Injection

Le circuit d'injection doit offrir une impédance de sortie de Thévenin d'au moins 4 kOhms. La densité de la tension du bruit mis en forme doit être mesurée à la sortie du circuit d'injection shunt de la Figure 34, la boucle d'essai étant remplacée par une résistance de 67,5 ohms sans que de l'équipement terminal soit connecté.

6.3.3.4 Tolérances et étalonnage

A noter que l'exactitude des marges de qualité de fonctionnement dépendra de la précision des mesures, en particulier de la tolérance de la source de bruit et du simulateur de boucle.

6.3.3.4.1 Etalonnage au niveau 0 dB

La source de bruit peut être étalonnée de façon que la sommation moyenne de la densité spectrale de la puissance de bruit dans la largeur de bande d'intérêt (habituellement le spectre de transmission du système à l'essai) soit conforme aux spécifications ci-dessus. Cette puissance de bruit moyenne doit être exacte à ± 1 dB près de celle spécifiée. Si le réglage de la source de bruit est modifié par cet étalonnage, la nouvelle valeur doit être utilisée comme niveau 0 dB.

Les sources de bruit provenant de différents fabricants peuvent se traduire par une puissance de bruit légèrement différente en dépit d'un étalonnage correct et entraîner des résultats de mesure différents.

6.3.3.4.2 Tolérances des boucles d'essai

La réponse en fréquence des boucles d'essai simulées peut s'écarter de l'idéal spécifié à l'Appendice II.

Cette situation peut déboucher sur des résultats de mesure différents, particulièrement lorsque des simulateurs provenant de fabricants différents sont utilisés, et aucune procédure d'étalonnage n'est connue pour compenser cette différence.

6.3.4 Procédure d'essai avec bruit impulsif

6.3.4.1 Forme d'onde d'essai avec bruit impulsif

La forme d'onde de bruit impulsif $V(t)$ (appelée ci-dessous "impulsion de bruit" et également connue sous le nom "impulsion de Cook") se définit comme suit:

$$V(t) = +K|t|^{-3/4} \quad (t > 0)$$

$$V(t) = 0 \quad (t = 0)$$

$$V(t) = -K|t|^{-3/4} \quad (t < 0)$$

où t est le temps indiqué en unités de seconde (s) et K est une constante définie numériquement au Tableau 21.

**Tableau 21/G.991.1 – Exigences de qualité de fonctionnement
pour l'essai avec bruit impulsif**

| Amplitude crête à crête (V_{pp}) de l'impulsion d'essai échantillonnée à 2 Méchantillons/s (Note 1) | K | Limite supérieure du taux d'erreur sur les bits pour une mesure à l'interface d'application (Note 2) |
|---|------------------------|--|
| 320 mV (niveau 0 dB) | 1775×10^{-6} | $(9/N) \times 10^{-4}$ |
| 160 mV (niveau -6 dB) | 8875×10^{-7} | $(12/N) \times 10^{-5}$ |
| 80 mV (niveau -12 dB) | 44375×10^{-7} | $(14/N) \times 10^{-6}$ |

NOTE 1 – L'amplitude crête-à-crête varie avec la fréquence d'échantillonnage et peut facilement se calculer à partir de l'expression ci-dessous des fréquences d'échantillonnage autres que 2 Méchantillons/s. Si la fréquence d'échantillonnage est $1/T$ échantillons/s, alors $V_{pp} = 2K|T/2|^{-3/4}$.

NOTE 2 – $N = 1$ pour un système à une paire de 2320 kbit/s, $N = 2$ pour un système à deux paires de 1168 kbit/s et $N = 3$ pour un système à trois paires de 784 kbit/s.

Une version échantillonnée de l'impulsion d'essai doit être utilisée avec des échantillons à $t = (2n - 1)T/2$. La fréquence d'échantillonnage ($1/T$) doit correspondre à au moins deux fois le débit en bauds du système à l'essai. Un nombre minimal de 8 kéchantillons (c'est-à-dire ± 4 kéchantillons) est nécessaire avec une exactitude en amplitude d'au moins 12 bits. Il importe de souligner qu'il n'existe aucun échantillon à $t = 0$. La Figure 36 présente une fenêtre de l'impulsion d'essai échantillonnée.

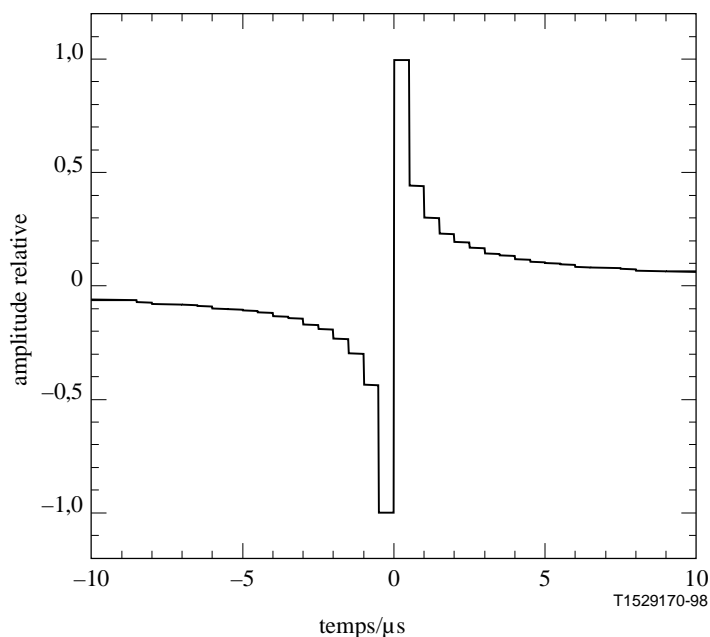


Figure 36/G.991.1 – Représentation dans le domaine temporel de l'impulsion d'essai échantillonnée à 2 Méchantillons/s avec une exactitude de 12 bits

6.3.4.2 Mesure d'essai avec bruit impulsif

L'impulsion d'essai doit être appliquée au système à l'essai à une fréquence de 10 Hz. La période d'essai doit être d'au moins 10 s (c'est-à-dire >100 impulsions doivent être appliquées).

La configuration d'essai doit correspondre à la description du 6.3.2, le mesureur du taux d'erreur sur les bits (BERTS) étant configuré pour afficher le taux d'erreur sur les bits.

La forme d'onde de l'impulsion d'essai doit être couplée par transformateur vers la ligne, par l'intermédiaire d'un circuit d'injection shunt bien équilibré. Le circuit d'injection doit offrir une impédance de Thévenin de 4 kOhms et offrir ainsi une charge minimale à la ligne de transmission.

6.3.4.3 Exigences de qualité de fonctionnement relatives à l'essai avec bruit impulsif

Le Tableau 21 donne le taux maximal d'erreur sur les bits correspondant aux trois niveaux de bruit impulsif. L'amplitude crête-à-crête du bruit impulsif d'essai est donnée en mV (et en dB par rapport à un niveau de référence de 320 mV), la mesure étant effectuée à la sortie du circuit d'injection shunt et avec une résistance de charge de 67,5 ohms.

La valeur minimale de Y (atténuation de la paire d'essai en dB à 150 kHz) à utiliser pour mesurer le bruit impulsif dans diverses applications est $Y1 = 22$ dB dans le cas du système à une paire, $Y1 = 27$ dB dans le cas du système à deux paires et $Y1 = 31$ dB dans le cas du système à trois paires.

6.3.5 Essai de réjection en mode commun

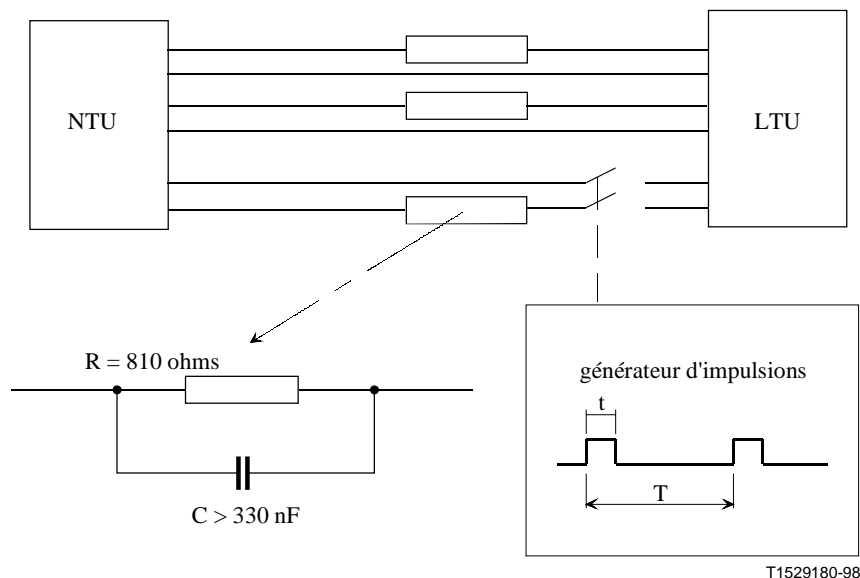
Cette procédure vise à vérifier la capacité de réjection en mode commun d'une configuration. La boucle d'essai 8 doit être utilisée avec un signal triangulaire en mode commun de 50 Hz et avec une tension de 15 V efficace pour la première harmonique (25,5 V de crête). La 21^e harmonique (1050 Hz) doit se situer de 53 à 56 dB sous le niveau de la première harmonique. Le taux d'erreur sur les bits mesuré doit être inférieur à $(1/N) \times 10^{-7}$, où N représente le nombre de paires utilisées.

La Figure 33 représente le circuit d'insertion en mode commun.

6.3.6 Essai de micro-interruption

Le montage d'essai de sensibilité aux micro-interruptions est illustré sur la Figure 37.

Dans ce montage, un signal de déclenchement périodique S stimule un dispositif à micro-relais et induit des micro-interruptions périodiques sur l'une des paires formant la liaison de transmission. Lorsqu'il utilise le montage d'essai décrit sur la Figure 32, chaque émetteur-récepteur HDSL ne doit pas être réinitialisé par une micro-interruption d'au moins $t = 10$ ms en présence d'une stimulation par un signal de période $T = 5$ s.



NOTE – L'essai doit être effectué pour chaque paire d'émetteurs-récepteurs constituant la liaison de transmission.

Figure 37/G.991.1 – Circuit d'essai de micro-interruption

7 Alimentation

7.1 Généralités

Le présent paragraphe traite de l'alimentation à distance d'un régénérateur ou d'une unité NTU et des exigences relatives au courant de mouillage.

L'alimentation à distance de l'unité NTU n'est demandée que par certaines applications. L'alimentation à distance des régénérateurs facultatifs est obligatoire. Cependant, la spécification détaillée des régénérateurs n'entre pas dans le domaine d'application de la présente Recommandation.

Il n'y a pas de cas où le régénérateur et l'unité NTU sont tous deux alimentés à distance, étant donné que cela est impossible compte tenu du bilan de puissance restreint disponible.

Compte tenu:

- des différentes exigences de sécurité des divers pays;
- des différentes règles de planification des lignes DLL;
- de l'utilisation optionnelle des régénérateurs;
- des exigences propres à chaque application en ce qui a trait à l'alimentation de l'unité NTU,

aucune exigence détaillée relative à l'alimentation n'est fournie. Par ailleurs, des lignes directrices générales sont fournies pour les cas où une alimentation à distance est demandée.

7.2 Courant de mouillage

Un courant de mouillage peut être fourni pour prévenir la corrosion des contacts. S'il y a une alimentation à distance, le courant fourni est suffisant pour remplacer un courant de mouillage.

La Figure 38 présente le concept de base de la fourniture d'un courant de mouillage.

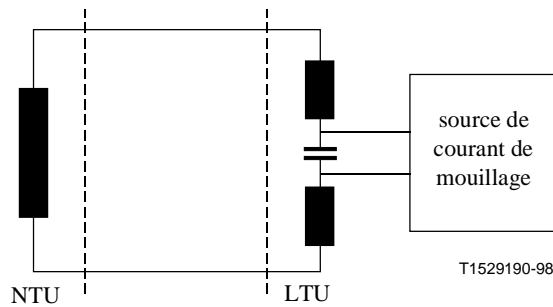


Figure 38/G.991.1 – Méthode de base de fourniture d'un courant de mouillage

Le courant de mouillage doit être inférieur à 20 mA.

7.3 Alimentation à distance

L'alimentation parallèle est recommandée comme méthode d'alimentation de base pour toutes les applications et configurations HDSL.

Les éléments NTU/REG doivent pouvoir composer avec l'inversion de polarité.

La Figure 39 présente le circuit de base de l'alimentation parallèle.

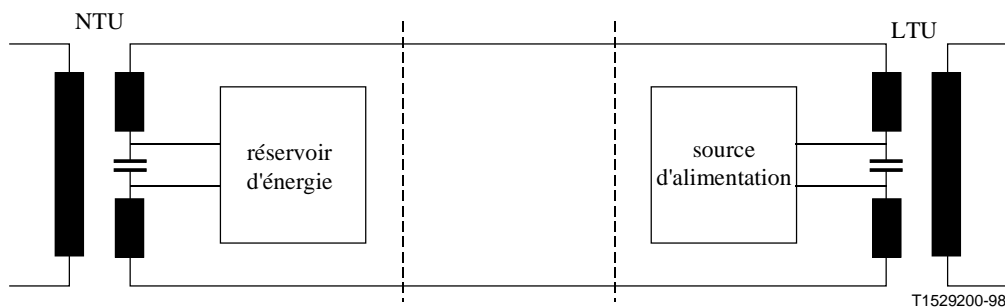


Figure 39/G.991.1 – Alimentation parallèle

7.3.1 Alimentation à distance fournie par l'unité LTU

Si l'unité LTU fournit une alimentation à distance, cette alimentation est partagée par toutes les paires disponibles. Cela devrait prévenir l'acheminement de la majorité de l'alimentation sur la paire qui a la plus faible résistance.

7.3.2 Alimentation à distance de l'unité NTU

Chaque paire HDSL alimente l'unité NTU. L'alimentation totale (obtenue de toutes les paires disponibles) peut servir à l'alimentation de l'unité NTU. Les émetteurs-récepteurs HDSL non actifs peuvent être mis en mode de faible consommation ou mis hors tension.

7.3.3 Alimentation à distance du régénérateur

L'alimentation à distance d'un régénérateur se fait par paire.

Le régénérateur doit, au besoin, fournir le courant de mouillage vers l'unité NTU. Le courant de mouillage disponible peut dépendre du bilan de puissance disponible.

La Figure 40 présente le circuit de base de l'alimentation à distance d'un régénérateur et de la fourniture d'un courant de mouillage.

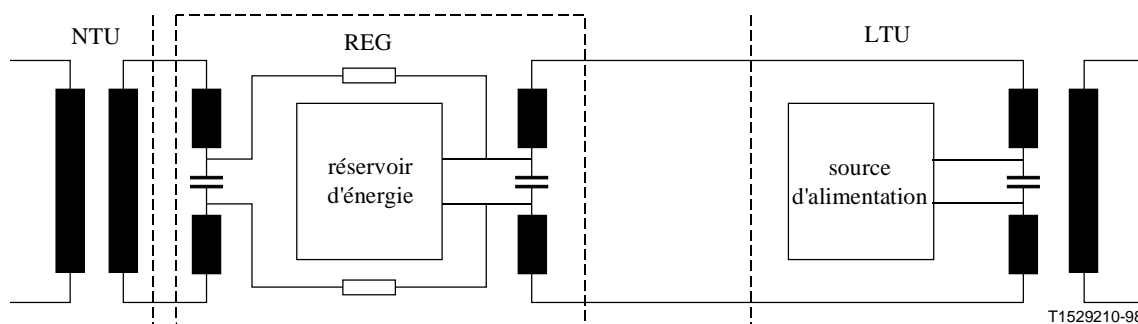


Figure 40/G.991.1 – Concept de base de l'alimentation d'un régénérateur et de la fourniture d'un courant de mouillage

8 Exigences environnementales

8.1 Conditions climatiques

On trouve dans la Publication 60721-3 de la CEI [5] des climatogrammes applicables au fonctionnement du matériel HDSL. Le choix des classes relève des différentes administrations nationales.

8.2 Sécurité

Aucune exigence de sécurité n'est précisée dans la présente Recommandation.

NOTE – La Publication 60950 de la CEI [6] peut s'appliquer.

8.3 Protection contre les surtensions

Aucune exigence de protection contre les surtensions n'est précisée dans la présente Recommandation.

NOTE – Selon la nature du matériel NTU, LTU ou REG, les Recommandations K.21 [9], K.20 [8] ou K.17 [7] peuvent s'appliquer.

8.4 Compatibilité électromagnétique (EMC)

Les valeurs relatives aux exigences de EMC n'entrent pas dans le domaine d'application de la présente Recommandation. La Publication 22 du CISPR [10] et des règlements nationaux peuvent s'appliquer.

ANNEXE A

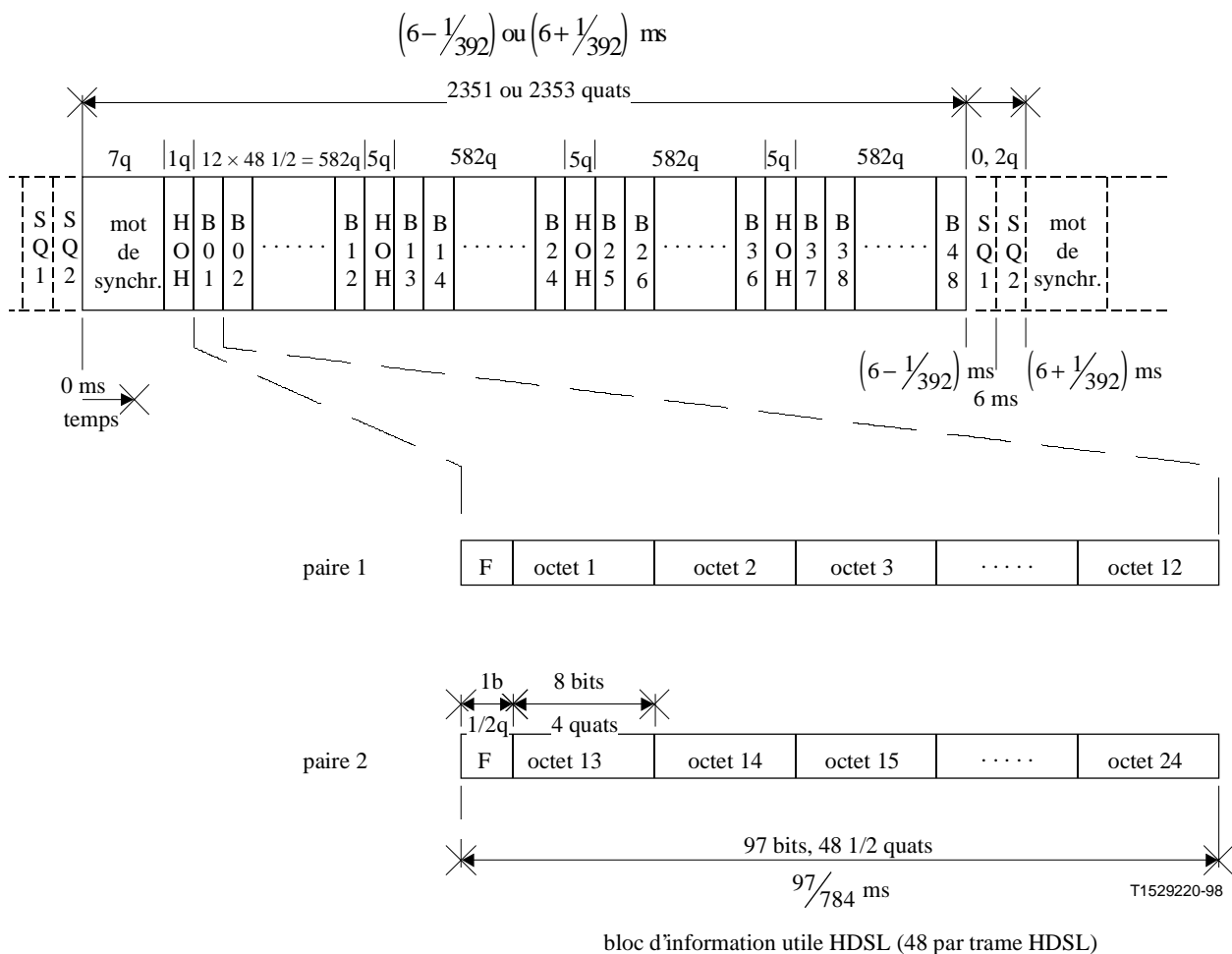
Système de transmission pour les applications de système à deux paires à 1544 kbit/s

Pour le transport des applications à 1544 kbit/s, un système de transmission différent est employé. Une description en a été faite dans le Rapport technique n° 28 [B3] du Comité ANSI T1.

Le présent rapport propose seulement des systèmes à deux paires. Ces systèmes de transmission ne permettent pas d'utiliser un mécanisme d'identification des paires tel que celui qui est décrit au 6.2 pour les applications à 2048 kbit/s.

A.1 Structure de trame du système à deux paires pour 784 kbit/s

La Figure A.1 illustre la structure de trame HDSL composée de symboles quaternaires (quats) et le mappage des octets de trame de base qui est réalisé avec cette trame HDSL. La trame est subdivisée en quatre groupes. Le premier groupe commence par le mot de synchronisation d'une longueur de sept symboles, suivi d'un quat de service HDSL et de douze blocs d'information utile HDSL, comprenant chacun 48,5 quats, soit l'équivalent de 97 bits, contenant le bit de verrouillage de trames F et douze octets de trame d'application.



| Symbole | Nom, Fonction |
|----------------|--|
| B01 à B48 | blocs d'information utile du système HDSL |
| octet n | octet n de la trame d'application (n = 1 ... 24) |
| F | bit de verrouillage de la trame d'application |
| HOH | éléments de service HDSL (sw, eoc, crc, ...) |
| quat | symbole quaternaire |
| SQ1, SQ2 | quats de bourrage |
| mot de synchr. | codes Barker à 7 symboles, "double Barker" → 14 bits |

Figure A.1/G.991.1 – Structure de trame du système à deux paires pour 784 kbit/s

Les trois groupes suivants ont la même structure. Chacun comprend cinq quats de service HDSL et douze blocs d'information utile HDSL tels que décrits ci-dessus. Ainsi, une trame contient un mot de synchronisation, 16 quats de service HDSL, 48 bits F et 576 octets d'information utile de trame d'application.

A la fin de la trame, on envisage la possibilité de 2 quats de bourrage. Ces quats sont toujours utilisés ensemble; cela signifie donc que soit aucun quat de bourrage n'est inséré, soit que deux quats sont insérés, selon la relation de la base de temps. La longueur de la trame HDSL est donc soit de 2353 quats, correspondant à $6 + \frac{1}{392}$ ms pour la fréquence d'horloge HDSL nominale, soit de 2351 quats correspondant à $6 - \frac{1}{392}$ ms, la moyenne tendant vers 2352 quats ou 6 ms. Le récepteur

est capable d'évaluer la longueur d'une trame entrante, en détectant le mot de synchronisation de la trame suivante, et d'ajuster en conséquence le démultiplexage du flux de données.

Tableau A.1/G.991.1 – Structure de trame HDSL pour le système à deux paires pour 784 kbit/s

| Temps | Bit de trame n° | Bit HOH n° | Nom de l'abréviation | Nom complet | Notes |
|-------|-----------------|------------|----------------------|---|------------------------|
| 0 ms | 1-14 | 1-14 | SW 1-14 | mot de synchronisation | Code Barker double |
| | 15 | 15 | losd | perte du signal d'entrée à l'interface d'application distante | |
| | 16 | 16 | febe | erreur de bloc à l'extrémité distante | |
| | 17-1180 | – | B01-B12 | bloc d'information utile 1-12 | Information utile HDSL |
| | 1181 | 17 | eoc01 | adresse eoc | |
| | 1182 | 18 | eoc02 | adresse eoc | |
| | 1183 | 19 | eoc03 | données/code opérationnel eoc | |
| | 1184 | 20 | eoc04 | octet pair/impair eoc | |
| | 1185 | 21 | crc1 | contrôle de redondance cyclique | CRC-6 |
| | 1186 | 22 | crc2 | contrôle de redondance cyclique | CRC-6 |
| | 1187 | 23 | ps1 | état de l'alimentation de la NTU, bit 1 | NTU → LTU seulement |
| | 1188 | 24 | ps2 | état de l'alimentation de la NTU, bit 2 | NTU → LTU seulement |
| | 1189 | 25 | bpv | violation de bipolarité | |
| | 1190 | 26 | eoc05 | voie eoc non spécifiée | |
| | 1191-2354 | – | B13-B24 | blocs d'information utile 13-24 | Information utile HDSL |
| | 2355 | 27 | eoc06 | message eoc, bit 1 | |
| | 2356 | 28 | eoc07 | message eoc, bit 2 | |
| | 2357 | 29 | eoc08 | message eoc, bit 3 | |
| | 2358 | 30 | eoc09 | message eoc, bit 4 | |
| | 2359 | 31 | crc3 | contrôle de redondance cyclique | CRC-6 |
| | 2360 | 32 | crc4 | contrôle de redondance cyclique | CRC-6 |
| | 2361 | 33 | hrp | régénérateur présent | LTU ← REG → NTU |
| | 2362 | 34 | uib | bit d'indicateur non spécifié | |
| | 2363 | 35 | uib | bit d'indicateur non spécifié | |

Tableau A.1/G.991.1 – Structure de trame HDSL pour le système à deux paires pour 784 kbit/s (*fin*)

| Temps | Bit de trame n° | Bit HOH n° | Nom de l'abréviation | Nom complet | Notes |
|-------------------------|-----------------|------------|----------------------|---------------------------------|----------------------------------|
| | 2364 | 36 | uib | bit d'indicateur non spécifié | |
| | 2365-3528 | – | B25-B36 | blocs d'information utile 25-36 | Information utile HDSL |
| | 3529 | 37 | eoc10 | message eoc, bit 5 | |
| | 3530 | 38 | eoc11 | message eoc, bit 6 | |
| | 3531 | 39 | eoc12 | message eoc, bit 7 | |
| | 3532 | 40 | eoc13 | message eoc, bit 8 | |
| | 3533 | 41 | crc5 | contrôle de redondance cyclique | CRC-6 |
| | 3534 | 42 | crc6 | contrôle de redondance cyclique | CRC-6 |
| | 3535 | 43 | uib | bit d'indicateur non spécifié | |
| | 3536 | 44 | indc/indr | prêt à recevoir | indc=LTU → NTU indr=NTU → LTU |
| | 3537 | 45 | uib | bit d'indicateur non spécifié | |
| | 3538 | 46 | uib | bit d'indicateur non spécifié | |
| $6 - \frac{1}{392}$ ms | 3539-4702 | – | B37-B48 | blocs d'information utile 37-48 | Information utile HDSL |
| | 4703 | 47 | stq1s | signe du quat de bourrage 1 | Bourrage de trame |
| valeur nominale 6 ms | 4704 | 48 | stq1m | grandeur du quat de bourrage 1 | Bourrage de trame |
| | 4705 | 49 | stq2s | signe du quat de bourrage 2 | Bourrage de trame |
| $6 + \frac{1}{392}$ ms | 4706 | 50 | stq2m | grandeur du quat de bourrage 2 | Bourrage de trame |

ANNEXE B

Système à ligne d'abonné numérique à grand débit (HDSL) utilisant la modulation CAP

B.1 Domaine d'application et information générale

B.1.1 Domaine d'application

La présente annexe décrit les systèmes HDSL utilisant la modulation d'amplitude et de phase sans porteuse (CAP, *carrierless amplitude phase modulation*) avec les lignes locales métalliques assurant le transport pour les mêmes applications que celles décrites dans le corps de la présente Recommandation. Les débits nets de transport des différents systèmes se situent à 1168 kbit/s ou 2320 kbit/s. Deux systèmes de 1168 kbit/s sont utilisés afin de prendre en charge des débits au niveau hiérarchique 2048 kbit/s pour les différents types d'applications associées à ce débit. Les

circuits communs de combinaison et de commande des deux systèmes HDSL de 1168 kbit/s y sont décrits. Un système de 2320 kbit/s prend en charge des débits au niveau hiérarchique 2048 kbit/s.

Les exigences relatives au système de transmission HDSL particulier, au support de transmission, à la qualité de fonctionnement de transmission, à la maintenance et aux procédures HDSL dans la présente annexe. Les circuits communs et les émetteurs-récepteurs HDSL qui forment le noyau commun sont définis dans la présente Recommandation. Le noyau est généralement indépendant des applications.

Le domaine d'application de la présente annexe est en général identique à celui du paragraphe 1, dans le corps de la présente Recommandation. Bon nombre des dispositions de la présente Recommandation sont indépendantes du code en ligne. Ces dispositions ne se répètent pas dans la présente annexe, et le corps de la présente Recommandation contient seulement une référence aux dispositions correspondantes.

B.2 Références

Voir les références au paragraphe 2.

B.3 Abréviations

Voir les abréviations au paragraphe 3.

B.4 Configuration de référence et description du fonctionnement

Voir la configuration de référence et la description du fonctionnement au paragraphe 4. La présente annexe ne traite toutefois que des systèmes de transmission HDSL utilisant seulement une paire ou deux.

Les dispositions de la présente annexe portent sur l'interfonctionnement du matériel provenant de fournisseurs différents.

B.5 Spécifications du noyau HDSL

B.5.1 Fonctions

Voir au 5.1 les fonctions nécessaires au fonctionnement approprié du noyau HDSL.

B.5.2 Support de transmission

Voir au 5.2 la description du support de transmission, y compris le bruit et les micro-interruptions. Pour l'essai des systèmes HDSL à modulation CAP, le bruit artificiel supplémentaire qui simule la paradiaphonie est toutefois défini au B.6 tout comme le sont, pour les systèmes HDSL à modulation CAP, les exigences concernant la qualité de fonctionnement en présence des diverses dégradations associées au support de transmission ou concernant la vulnérabilité à ces dégradations.

B.5.3 Méthode de transmission

B.5.3.1 Généralités

Voir la description générale de la méthode de transmission au 5.3.1.

B.5.3.2 Transmission sur une paire

La transmission sur une ligne DLL est assurée par des émetteurs-récepteurs HDSL fonctionnant à 2320 kbit/s et utilisant le code en ligne de modulation CAP conformément à la Figure 4, aux Figures B.2, B.3 et B.4 et à la description connexe.

B.5.3.3 Transmission sur deux paires

La transmission sur deux lignes DLL est assurée par deux émetteurs-récepteurs HDSL parallèles, fonctionnant chacun à 1168 kbit/s et utilisant le code en ligne de modulation CAP conformément à la Figure 4, aux Figures B.2, B3 et B.4 et à la description connexe.

B.5.3.4 Transmission sur trois ou quatre paires

La transmission de la trame de base complète sur trois ou quatre paires n'est pas exclue, mais elle n'est pas traitée dans la présente annexe.

B.5.3.5 Code en ligne

Le code en ligne doit être du type modulation d'amplitude et de phase sans porteuse (CAP) en treillis avec précodage de Tomlinson [B3]. Les modulations 64-CAP et 128-CAP avec codage en treillis doivent respectivement être utilisées pour les émetteurs-récepteurs de 1168 kbit/s et 2320 kbit/s. La Figure B.1 présente une constellation de signaux 64-CAP non codés (diagramme spatial des signaux) (bit de plus faible poids reçu en premier). Le mode non codé est utilisé au moment du "déclenchement", comme le décrit le B.5.6. Le code en treillis à 8 états à 2 dimensions (bidimensionnels) [B1] (sans la caractéristique différentielle) doit être utilisé. Dans le cas de la modulation 64-CAP à 6 bits/symbole et de la modulation 128-CAP à 7 bits/symbole, tous les bits sauf un sont des bits d'information. Un bit de redondance est ajouté par le code à 8 états bidimensionnels. La Figure B.3 a) et la Figure B.3 b) illustrent respectivement les constellations de signaux codés 64-CAP et 128-CAP (diagrammes spatiaux des signaux). Pour chaque système, le flux des données embrouillées à transmettre se divise en groupes, le bit de plus faible poids étant reçu en premier.

Le flux binaire à l'entrée de chaque bloc "H" (émetteur-récepteur HDSL) de la Figure 1 ou 2 doit être embrouillé comme le définit le B.5.3.4.2.

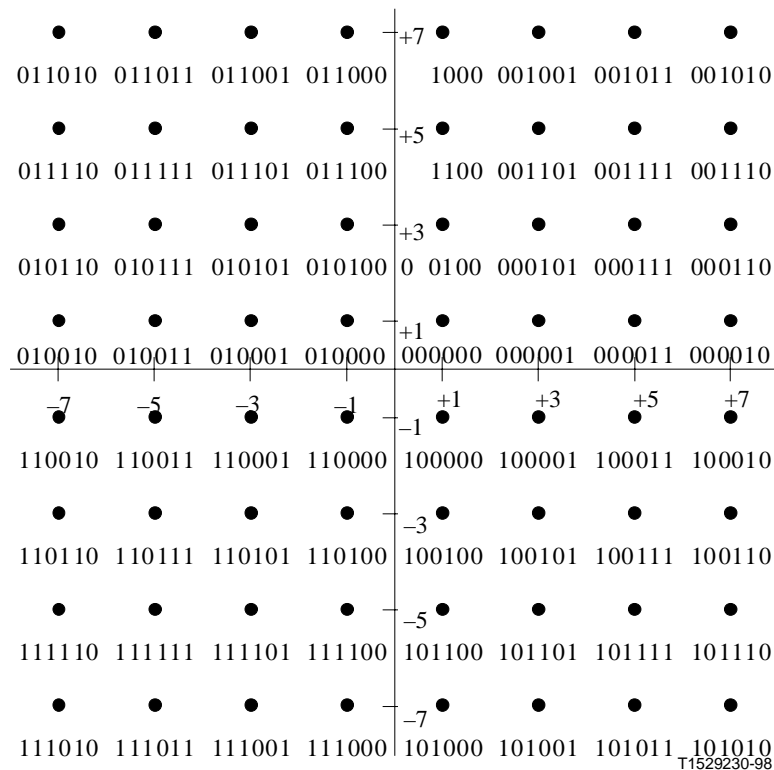


Figure B.1/G.991.1 – Constellation de signaux 64-CAP non codés (points de codage désignés par Z0 ... Z5)

B.5.3.5.1 Codage/décodage en treillis

B.5.3.5.1.1 Système à deux paires et constellation de 64 points

Le flux des données embrouillées à transmettre se divise en groupes de cinq bits consécutifs (bit de plus faible poids reçu en premier), chacun devant être transmis dans un symbole. Comme le montre la Figure B.2, les deux premiers bits d'un groupe, I_{1n} et I_{2n} , où n désigne le numéro de séquence du groupe et I_{1n} constitue le bit de plus faible poids, sont appliqués à l'entrée d'un codeur convolutif systématique. Le codeur génère le bit redondant Y_{0n} . Ce bit redondant, Y_{0n} , et les bits I_{1n} à I_{5n} deviennent les bits désignés par Z_{0n} à Z_{5n} . Ces bits sont dirigés vers la fonction de mappage bits-symboles à 64 états. Chaque groupe de bits est mappé à un point de la constellation de signaux apparaissant sur la Figure B.3 a). Le treillis est illustré sur la Figure B.4.

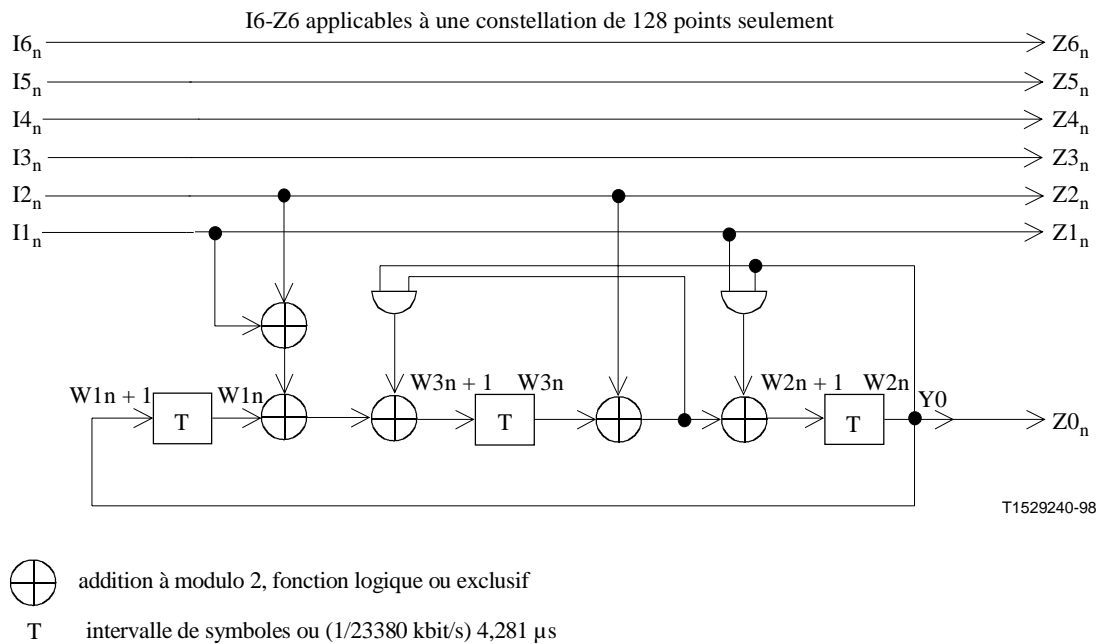
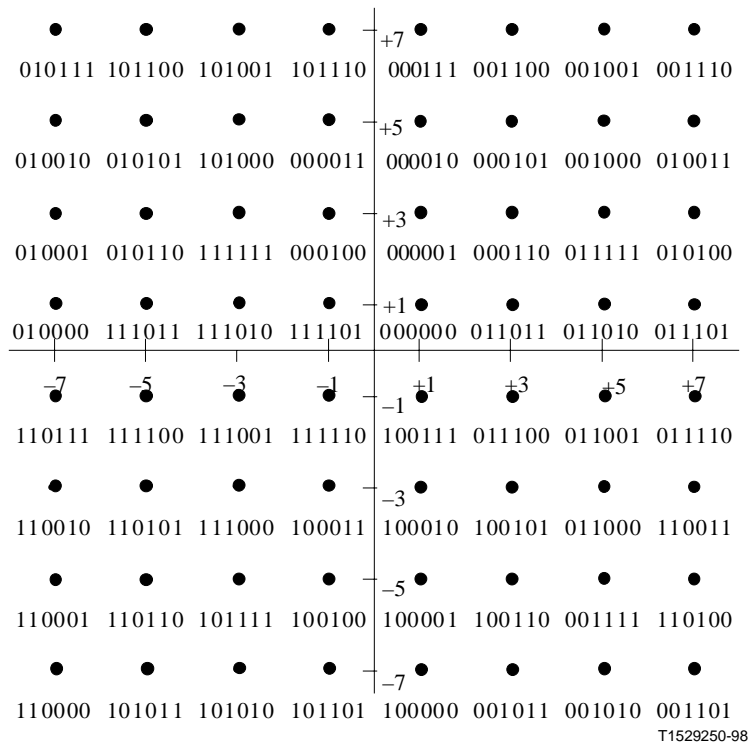


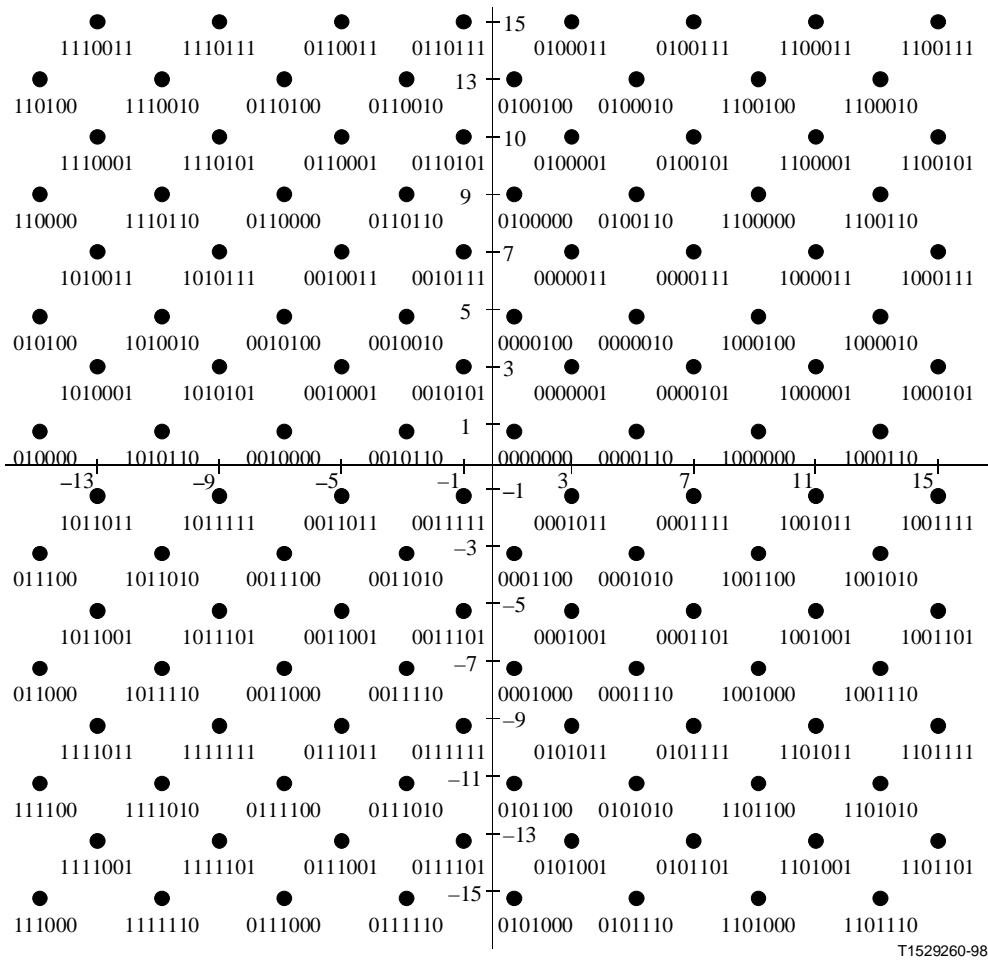
Figure B.2/G.991.1 – Codeur en treillis à 8 états bidimensionnels

B.5.3.5.1.2 Système à une paire et constellation de 128 points

Le flux de données embrouillé à transmettre se divise en groupes de six bits consécutifs (bit de plus faible poids reçu en premier), chacun devant être transmis dans un symbole. Comme le montre la Figure B.2, les deux premiers bits d'un groupe, I_{1n} et I_{2n} , où n désigne le numéro de séquence du groupe et I_{1n} constitue le bit de plus faible poids, sont appliqués à l'entrée d'un codeur convolutif systématique. Le codeur génère le bit redondant Y_{0n} . Ce bit redondant, Y_{0n} , et les bits I_{1n} à I_{6n} deviennent les bits désignés par Z_{0n} à Z_{6n} . Ces bits sont dirigés vers la fonction de mappage bits-symboles à 128 états. Chaque groupe de bits est mappé avec un point de la constellation de signaux apparaissant sur la Figure B.3 b). Le treillis est illustré sur la Figure B.4.



a) constellation de signaux à modulation 64-CAP codée
(points de codage désignés par Z5 ... Z0)



b) constellation de signaux à modulation 128-CAP codée (points de codage désignés par Z6 ... Z0)

Figure B.3/G.991.1 – Constellations de signaux avec codage en treillis

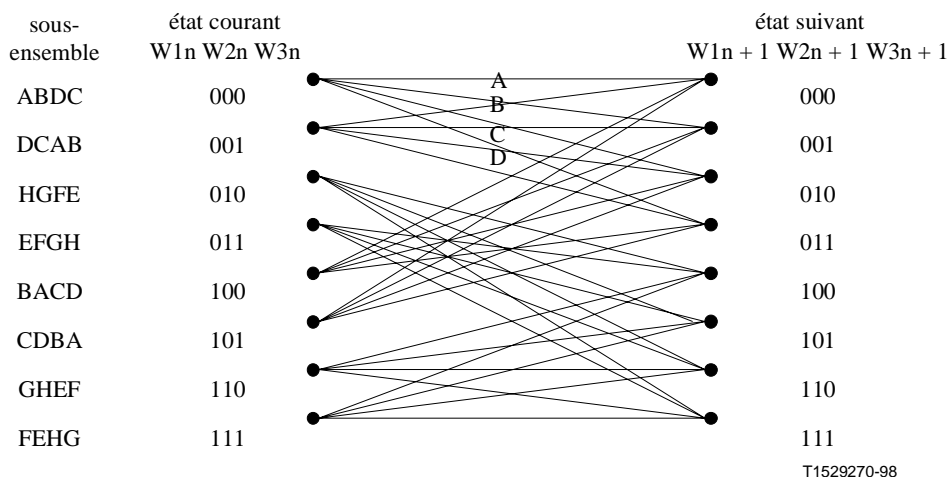


Figure B.4/G.991.1 – Diagramme en treillis d'un code à 8 états bidimensionnels

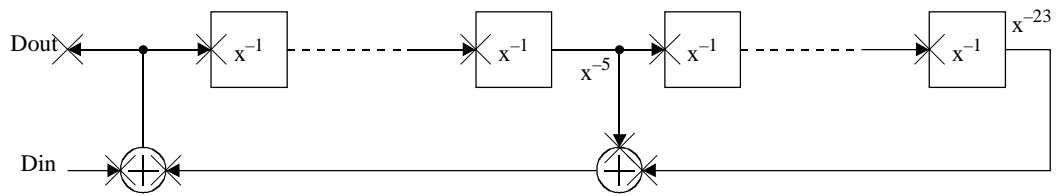
B.5.3.5.2 Méthode d'embrouillage

L'embrouilleur-désembrouilleur intégré à chaque émetteur-récepteur doit être différent dans les deux sens de transmission. Les polynômes générateurs doivent être les suivants:

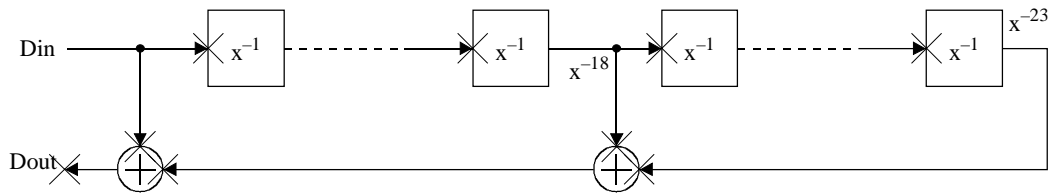
émetteur-récepteur dans les locaux de l'abonné (NTU) = $1 \oplus x^{-18} \oplus x^{-23}$.

émetteur-récepteur de central (LTU) = $1 \oplus x^{-5} \oplus x^{-23}$.

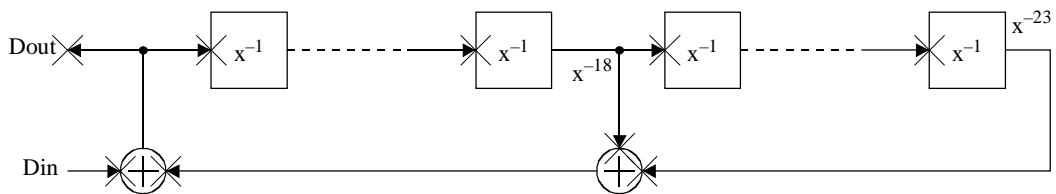
Les embrouilleurs et les désembrouilleurs sont illustrés sur la Figure B.5 dans leur état au déclenchement, soit dans le mode d'autosynchronisation. A l'émetteur, l'embrouilleur doit efficacement diviser (modulo 2) la séquence binaire par le polynôme générateur. Les coefficients des quotients de cette division, considérés dans l'ordre descendant, constituent la séquence de données qui apparaît à la sortie de l'embrouilleur de données. Au récepteur, la séquence binaire reçue doit être multipliée (modulo 2) par le polynôme afin de rétablir le flux binaire original.



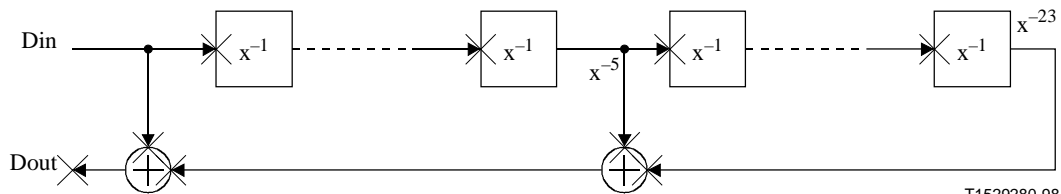
a) embrouilleur d'émission d'unité LTU



b) désembrouilleur de réception d'unité LTU



c) embrouilleur d'émission d'unité NTU



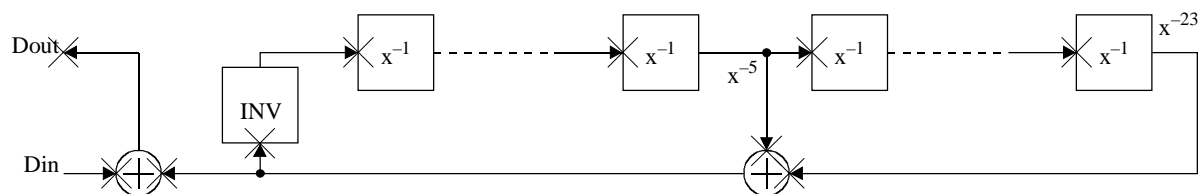
d) désembrouilleur de réception d'unité NTU

T1529280-98

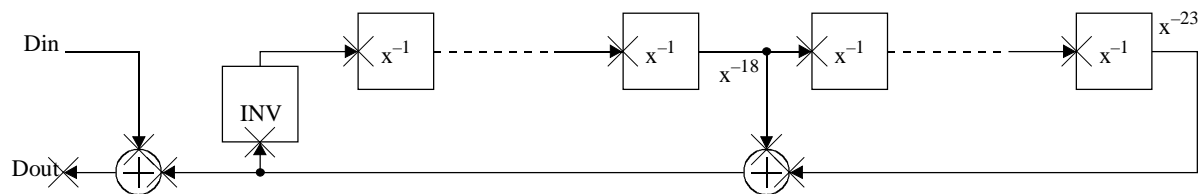
Figure B.5/G.991.1 – Mode de déclenchement d'embrouilleur-désembrouilleur HDSL à modulation CAP

Au cours du transfert de données, les embrouilleurs sont verrouillés et la séquence embrouillée est additionnée (modulo 2) à l'émetteur et soustraite (modulo 2) au récepteur, conformément à la Figure B.6. Comme l'explique le B.5.6.5.4, le passage du mode d'autosynchronisation au mode verrouillé se produit alors que toutes les données transmises sont à 1 et le passage au mode verrouillé n'exige pas la synchronisation du transfert aux deux extrémités.

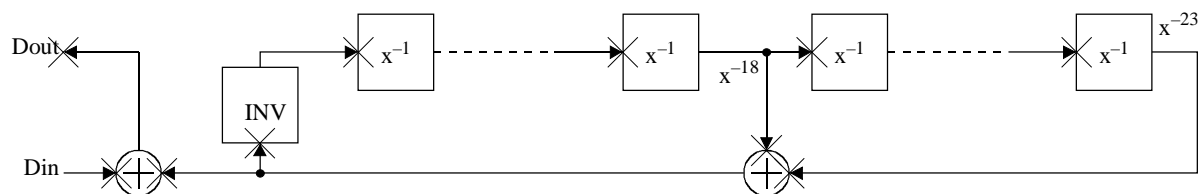
A noter que tous les bits de la trame HDSL, y compris les éléments de service, le mot de synchronisation et les bits de bourrage, sont embrouillés.



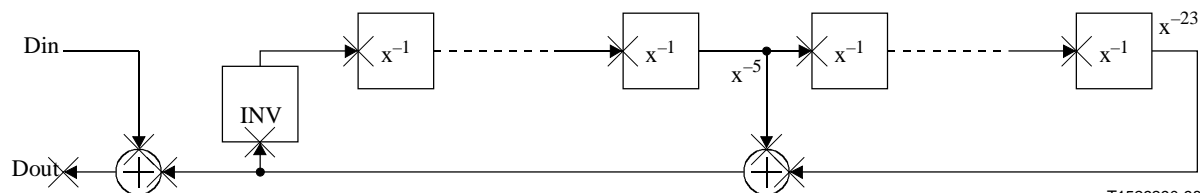
a) embrouilleur d'émission d'unité LTU



b) désembrouilleur de réception d'unité LTU



c) embrouilleur d'émission d'unité NTU



T1529290-98

d) désembrouilleur de réception d'unité NTU

Figure B.6/G.991.1 – Mode de données d'embrouilleur-désembrouilleur HDSL à modulation CAP

B.5.3.6 Débit de symboles de ligne

Le débit des symboles doit se situer dans les plages suivantes:

- Emetteur-récepteur de 1168 kbit/s: 233,60 kbauds \pm 110 ppm
- Emetteur-récepteur de 2320 kbit/s: 386,667 kbauds \pm 90 ppm

B.5.4 Structure de trame

B.5.4.1 Trame de base

Voir une description de la trame de base au 5.4.1.

B.5.4.2 Trame HDSL

Le présent sous-paragraphe décrit la structure de trame HDSL proposée dans le format binaire avant l'embrouillage et le codage. Cette structure est valide en fonctionnement normal après la synchronisation des symboles et le verrouillage des trames et une fois que tous les coefficients internes de l'émetteur-récepteur se sont stabilisés suffisamment pour permettre le transport fiable des signaux par l'intermédiaire des systèmes émetteurs-récepteurs HDSL. Exception faite des bits de bourrage et du mot de synchronisation de 14 bits, la trame est identique à la description du 5.4.2.

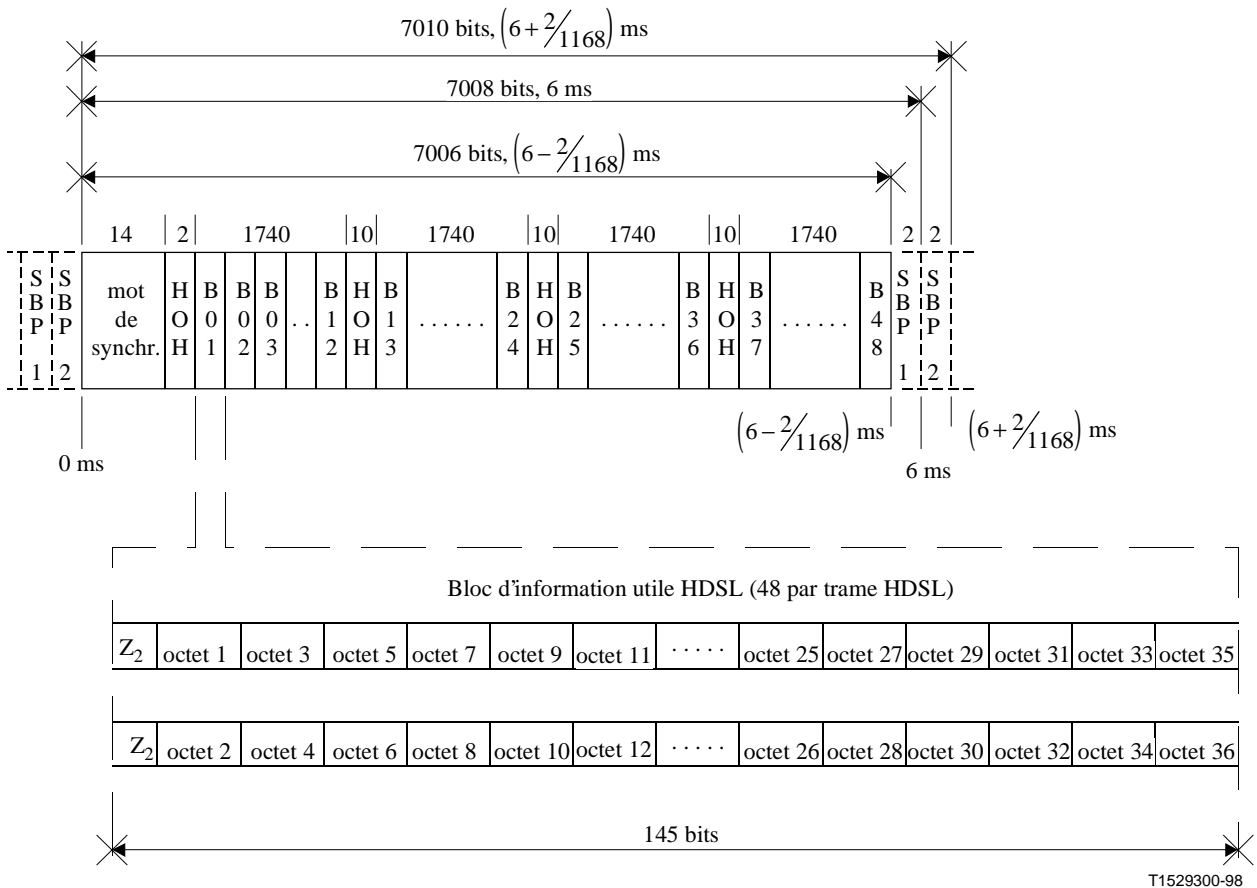
La longueur nominale d'une trame HDSL est de 6 ms.

- la longueur moyenne de la trame HDSL pour le système à deux paires est de 7008 bits en 6 ms. Chacune des trames contient toutefois 0, 1 ou 2 paires de bits de bourrage, ce qui correspond à une longueur réelle de $7006 \text{ bits en } 6 - \frac{1}{584} \text{ ms}$, $7008 \text{ bits en } 6 \text{ ms}$, ou $7010 \text{ bits en } 6 + \frac{1}{584} \text{ ms}$;
- la longueur moyenne de la trame HDSL pour le système à une paire est de 13 920 bits en 6 ms. Chacune des trames contient toutefois 0, 1 ou 2 paires de bits de bourrage, ce qui correspond à une longueur réelle de $13\,918 \text{ bits en } 6 - \frac{2}{2320}$ ou $13\,922 \text{ bits en } 6 + \frac{2}{2320} \text{ ms}$;
- le Tableau B.1 et le Tableau 4 indiquent l'affectation des bits dans chaque trame HDSL et dans chaque sens de transmission pour toutes les paires;
- les systèmes émetteurs-récepteurs HDSL doivent chacun prendre en charge indépendamment les différences de base de temps des bits dans les deux sens de transmission ou entre les données d'application et le système émetteur-récepteur HDSL en incluant aucune, une ou deux paires de bits de bourrage à la fin de la trame HDSL;
- dans l'unité LTU, la fréquence d'horloge des deux trames HDSL différentes doit être tirée de la même source. Les mots de synchronisation, c'est-à-dire le début des trames HDSL dans les différentes paires, doivent être synchronisés les uns par rapport aux autres. Le retard différentiel maximal entre le début des trames doit être plus court que la période d'un symbole, mesurée à l'interface de ligne de chaque émetteur-récepteur HDSL;
- dans un système à deux paires, l'inclusion de paires de bits de bourrage doit, le cas échéant, être identique pour les deux paires.

B.5.4.2.1 Structure de trame HDSL

B.5.4.2.1.1 Structure de trame pour un système à deux paires

La Figure B.7 illustre la structure de trame HDSL pour un système à deux paires, composé de bits et d'octets de verrouillage de trames ainsi que des octets de trame de base auxquels ils sont mappés. La trame se subdivise en quatre groupes. Le premier groupe de la trame commence par le mot de synchronisation d'une longueur de 14 bits, suivi de deux bits de service HDSL et de douze blocs d'information utile HDSL, chacun contenant 145 bits, y compris un bit de service Z_{mn} et dix-huit octets de la trame de base. Les bits Z_{mn} ($m = 1, 2$ indique les bits sur l'une des deux paires; $n = 1 \dots 48$ est le numéro d'ordre du bloc d'information utile HDSL dans la trame) établissent une voie de service supplémentaire, pour laquelle sont disponibles quarante-huit bits par trame de chaque système émetteur-récepteur HDSL à une capacité de 8 kbit/s.



| Symbole | Nom, Fonction |
|--------------------------|--|
| B01 à B48 | blocs d'information utile du système HDSL |
| Octet n, (n = 1 ... 144) | octet n de la trame de base |
| HOH | éléments de service HDSL (sw, eoc, crc,...) |
| SBP | paire de bits de bourrage |
| mot de synchron. | codes Barker à 7 symboles, "double Barker" → 14 bits |
| Z _n | autres bits de service (bits Z) |
| (n = 1 ... 48) | numéro indicateur de bloc d'information utile |

Figure B.7/G.991.1 – Structure de trame d'un système à deux paires HDSL

Les huit premiers bits Z (Z_{m1} ... Z_{m8}) sont réservés aux applications de base et sont actuellement mis à 1.

Les bits Z n° 9 ... 48 (Z_{m9} ... Z_{m48}) dépendent de l'application et sont transportés par transparence dans le noyau. L'utilisation de ces bits pour les besoins spécifiques aux applications doit être décrite. Les bits inutilisés doivent être remis à 1.

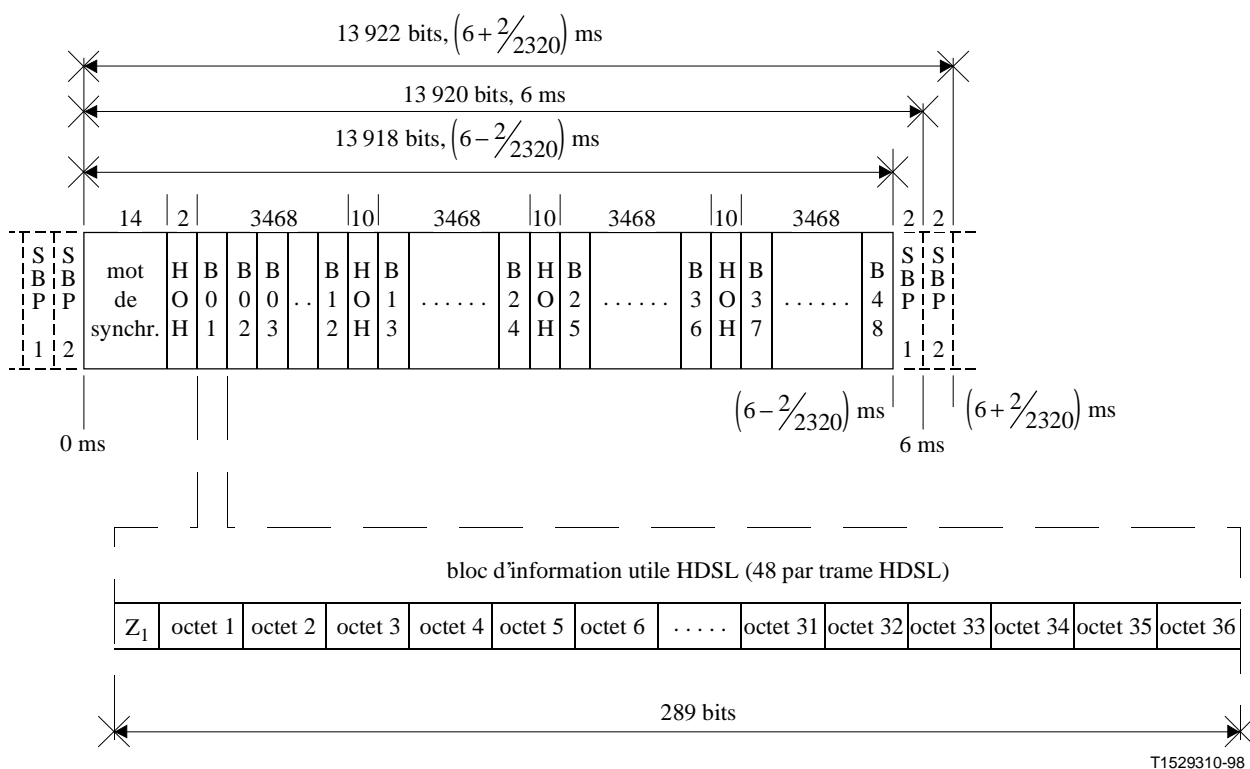
Les trois groupes suivant le premier groupe ont une structure égale. Chacun est constitué de dix bits de service HDSL et de douze blocs d'information utile HDSL, comme on le décrit ci-dessus. Ainsi, une trame contient un mot de synchronisation, 32 bits de service HDSL, 48 bits Z et 864 octets de trame de base.

Il est possible d'ajouter 4 bits de bourrage à la fin de la trame. Une paire de bits de bourrage est normalement incluse. Cette paire de bits peut être supprimée ou une paire supplémentaire de bits de bourrage peut être insérée, selon la relation de base de temps. L'algorithme servant à déterminer s'il y a lieu d'ajouter ou de supprimer des paires de bits de bourrage doit comporter une fenêtre d'au moins 2 intervalles unitaires (au débit de 2048 kbit/s), dans la phase relative des séquences HDSL et de

2048 kbit/s, à l'intérieur de laquelle des bits de bourrage ne seront ni ajoutés ni supprimés. La longueur nominale de la trame HDSL est soit de 7008 bits ou 6 ms (pour la fréquence d'horloge HDSL nominale), soit de 7010 bits, ce qui correspond à $6 + \frac{2}{1168}$ ms, soit de 7006 bits, ce qui correspond à $6 - \frac{2}{1168}$ ms. Le récepteur peut évaluer la longueur d'une trame entrante en détectant le mot de synchronisation de la trame suivante et en réglant le démultiplexage du flux de données.

B.5.4.2.1.2 Structure de trame d'un système à une paire

La Figure B.8 illustre la structure de la trame HDSL et indique le mappage des octets de la trame de base avec celle-ci. Comme dans le cas de la structure à deux paires, la trame se subdivise en quatre groupes. Le premier groupe de la trame commence par le mot de synchronisation d'une longueur de 14 bits, suivi de deux bits de service HDSL et de douze blocs d'information utile HDSL, chacun contenant 289 bits, y compris un bit de service Z_n et trente-six octets de la trame de base. Les bits Z_n ($n = 1 \dots 48$ est le numéro d'ordre du bloc d'information utile HDSL dans la trame) établissent une voie de service supplémentaire, pour laquelle sont disponibles quarante-huit bits par trame HDSL à une capacité de 8 kbit/s.



T1529310-98

| Symbole | Nom, Fonction |
|----------------------|--|
| B01 à B48 | blocs d'information utile du système HDSL |
| octet n | octet n de la trame de base ($n = 1 \dots 144$) |
| HOH | éléments de service HDSL (sw, eoc, crc, ...) |
| SBP | paire de bits de bourrage |
| mot de synchron. | codes Barker à 7 symboles, "double Barker" → 14 bits |
| Z_n | autres bits de service (bits Z) |
| ($n = 1 \dots 48$) | numéro indicateur de bloc d'information utile |

Figure B.8/G.991.1 – Structure de trame d'un système à une paire HDSL

Les huit premiers bits Z ($Z_1 \dots Z_8$) sont réservés aux applications de base et sont actuellement remis à 1.

Les bits Z n° 9 ... 48 ($Z_9 \dots Z_{48}$) dépendent de l'application et sont transportés de façon transparente à travers le noyau. L'utilisation de ces bits pour les besoins spécifiques aux applications doit être décrite. Les bits inutilisés doivent être remis à 1.

Les trois groupes suivant le premier groupe ont une structure égale. Chacun est constitué de dix bits de service HDSL et de douze blocs d'information utile HDSL, tel que décrit ci-dessus. Ainsi, une trame contient un mot de synchronisation, 32 bits de service HDSL, 48 bits Z et 1728 octets de trame de base.

Il est possible d'ajouter quatre bits de bourrage à la fin de la trame. Une paire de bits de bourrage est normalement incluse. Cette paire de bits peut être supprimée ou une paire supplémentaire de bits de bourrage peut être insérée, selon la relation de phase du flux binaire d'entrée et des impulsions d'horloge de l'émetteur-récepteur. L'algorithme servant à déterminer s'il y a lieu d'ajouter ou de supprimer des paires de bits de bourrage doit comporter une fenêtre d'au moins 2 intervalles unitaires (au débit de 2048 kbit/s), dans la phase relative des séquences HDSL et 2048 kbit/s, à l'intérieur de laquelle des bits de bourrage ne seront ni ajoutés ni supprimés. La longueur nominale de la trame HDSL est soit de 13 920 bits ou 6 ms (pour la fréquence d'horloge HDSL nominale), soit de 13 922 bits, ce qui correspond à $6 + \frac{2}{2320}$ ms, soit de 13 918 bits, ce qui correspond à $6 - \frac{2}{2320}$ ms. Le récepteur peut évaluer la longueur d'une trame entrante en détectant le mot de synchronisation de la trame suivante et en réglant le démultiplexage du flux de données.

B.5.4.2.2 Affectations de bits de trame HDSL

Le Tableau B.1 et le Tableau 2 présentent les séquences binaires des trames HDSL avant l'embrouillage à l'extrémité d'émission et après le désembrouillage à l'extrémité de réception. Alors que les structures de trame sont identiques dans les deux sens de transmission, les affectations fonctionnelles de chacun des bits de l'unité LTU vers l'unité NTU ou de l'unité NTU vers l'unité LTU sont différentes. Les bits inutilisés dans un sens ou dans l'autre sont remis à 1. Par exemple, les bits proposés d'état d'alimentation de l'unité NTU sont définis seulement dans la trame transmise vers l'unité LTU, et aucune affectation n'est prévue pour les positions de bit correspondantes dans le sens inverse. Les affectations des bits sont identiques pour chacune des paires. Les affectations des bits du Tableau B.1 sont presque identiques à celles du Tableau 4, et la plupart des descriptions de bits données dans le 5.4.2.2 sont pertinentes.

Tableau B.1/G.991.1 – Structure des trames HDSL dans un système à deux paires

| Temps | Bit de trame n° | Bit HOH n° | Nom de l'abréviation | Nom complet | Notes |
|-------|-----------------|------------|----------------------|---|--|
| 0 ms | 1-14 | 1-14 | SW 1-14 | Mot de synchronisation | Code Barker double |
| | 15 | 15 | losd | Perte du signal d'entrée à l'interface d'application distante | |
| | 16 | 16 | febe | Erreur de bloc à l'extrémité distante | |
| | 17-1756 | – | B01-B12 | Blocs d'information utile 1-12 | Information utile HDSL, y compris Z _{m1} -Z _{m12} |
| | 1757 | 17 | eoc01 | Adresse eoc | |
| | 1758 | 18 | eoc02 | Adresse eoc | |
| | 1759 | 19 | eoc03 | Données/code opérationnel eoc | |
| | 1760 | 20 | eoc04 | Octet pair/impair eoc | |
| | 1761 | 21 | crc 1 | Contrôle de redondance cyclique | CRC-6 |
| | 1762 | 22 | crc 2 | Contrôle de redondance cyclique | CRC-6 |
| | 1763 | 23 | ps1 | Etat de l'alimentation de la NTU, bit 1 | NTU → LTU seulement |
| | 1764 | 24 | ps2 | Etat de l'alimentation de la NTU, bit 2 | NTU → LTU seulement |
| | 1765 | 25 | bpv | Violation de bipolarité | |
| | 1766 | 26 | eoc05 | Voie eoc non spécifiée | |
| | 1767-3506 | – | B13-B24 | Blocs d'information utile 13-24 | Information utile HDSL, y compris Z _{m13} -Z _{m24} |
| | 3507 | 27 | eoc06 | Message eoc, bit 1 | |
| | 3508 | 28 | eoc07 | Message eoc, bit 2 | |
| | 3509 | 29 | eoc08 | Message eoc, bit 3 | |
| | 3510 | 30 | eoc09 | Message eoc, bit 4 | |
| | 3511 | 31 | crc3 | Contrôle de redondance cyclique | CRC-6 |
| | 3512 | 32 | crc4 | Contrôle de redondance cyclique | CRC-6 |
| | 3513 | 33 | hrp | Régénérateur présent | LTU ← REG → NTU |

Tableau B.1/G.991.1 – Structure des trames HDSL dans un système à deux paires (*fin*)

| Temps | Bit de trame n° | Bit HOH n° | Nom de l'abréviation | Nom complet | Notes |
|-------------------------|-----------------|------------|----------------------|---|--|
| | 3514 | 34 | rrbe | Erreur de bloc distant de régénérateur | LTU ← REG → NTU |
| | 3515 | 35 | rcbe | Erreur de bloc de central de régénérateur | LTU ← REG → NTU |
| | 3516 | 36 | repa | Alarme de régénérateur | |
| | 3517-5256 | – | B25-B36 | Blocs d'information utile 25-36 | Information utile HDSL, y compris Z _{m25} -Z _{m36} |
| | 5257 | 37 | eoc10 | Message eoc, bit 5 | |
| | 5258 | 38 | eoc11 | Message eoc, bit 6 | |
| | 5259 | 39 | eoc12 | Message eoc, bit 7 | |
| | 5260 | 40 | eoc13 | Message eoc, bit 8 | |
| | 5261 | 41 | crc5 | Contrôle de redondance cyclique | CRC-6 |
| | 5262 | 42 | crc6 | Contrôle de redondance cyclique | CRC-6 |
| | 5263 | 43 | rta | Alarme de terminal distant | NTU → LTU seulement |
| | 5264 | 44 | indc/indr | Prêt à recevoir | indc=LTU → NTU indr=NTU → LTU |
| | 5265 | 45 | uib | Bit d'indicateur non spécifié | |
| | 5266 | 46 | uib | Bit d'indicateur non spécifié | |
| $6 - \frac{2}{1168}$ ms | 5267-7006 | – | B37-B48 | Blocs d'information utile 37-48 | Information utile HDSL, y compris Z _{m37} -Z _{m48} |
| | 7007 | 47 | stb1a | Bit de bourrage 1a | Bourrage de trame |
| Valeur nominale, 6 ms | 7008 | 48 | stb1b | Bit de bourrage 1b | Bourrage de trame |
| | 7009 | 49 | stb2a | Bit de bourrage 2a | Bourrage de trame |
| $6 + \frac{2}{1168}$ ms | 7010 | 50 | stb2b | Bit de bourrage 2b | Bourrage de trame |

Tableau B.2/G.991.1 – Structure des trames HDSL dans un système à une paire

| Temps | Bit de trame n° | Bit HOH n° | Nom de l'abréviation | Nom complet | Notes |
|-------|-----------------|------------|----------------------|---|--|
| 0 ms | 1-14 | 1-14 | SW 1-14 | Mot de synchronisation | Code Barker double |
| | 15 | 15 | losd | Perte du signal d'entrée à l'interface d'application distante | |
| | 16 | 16 | febe | Erreur de bloc à l'extrémité distante | |
| | 17-3484 | – | B01-B12 | Blocs d'information utile 1-12 | Information utile HDSL, y compris Z _{m1} -Z _{m12} |
| | 3485 | 17 | eoc01 | Adresse eoc | |
| | 3486 | 18 | eoc02 | Adresse eoc | |
| | 3487 | 19 | eoc03 | Données/code opérationnel eoc | |
| | 3488 | 20 | eoc04 | Octet pair/impair eoc | |
| | 3489 | 21 | crc 1 | Contrôle de redondance cyclique | CRC-6 |
| | 3490 | 22 | crc 2 | Contrôle de redondance cyclique | CRC-6 |
| | 3491 | 23 | ps1 | Etat de l'alimentation de la NTU, bit 1 | NTU → LTU seulement |
| | 3492 | 24 | ps2 | Etat de l'alimentation de la NTU, bit 2 | NTU → LTU seulement |
| | 3493 | 25 | bpv | Violation de bipolarité | |
| | 3494 | 26 | eoc05 | Voie eoc non spécifiée | |
| | 3495-6962 | – | B13-B24 | Blocs d'information utile 13-24 | Information utile HDSL, y compris Z _{m13} -Z _{m24} |
| | 6963 | 27 | eoc06 | Message eoc, bit 1 | |
| | 6964 | 28 | eoc07 | Message eoc, bit 2 | |
| | 6965 | 29 | eoc08 | Message eoc, bit 3 | |
| | 6966 | 30 | eoc09 | Message eoc, bit 4 | |
| | 6967 | 31 | crc3 | Contrôle de redondance cyclique | CRC-6 |
| | 6968 | 32 | crc4 | Contrôle de redondance cyclique | CRC-6 |
| | 6969 | 33 | hrp | Régénérateur présent | LTU ← REG → NTU |
| | 6970 | 34 | rrbe | Erreur de bloc distant de régénérateur | LTU ← REG → NTU |

Tableau B.2/G.991.1 – Structure des trames HDSL dans un système à une paire (*fin*)

| Temps | Bit de trame n° | Bit HOH n° | Nom de l'abréviation | Nom complet | Notes |
|-------------------------|-----------------|------------|----------------------|---|--|
| | 6971 | 35 | rcbe | Erreur de bloc de central de régénérateur | LTU ← REG → NTU |
| | 6972 | 36 | repa | Alarme de régénérateur | |
| | 6973-10 440 | – | B25-B36 | Blocs d'information utile 25-36 | Information utile HDSL, y compris Z _{m25} -Z _{m36} |
| | 10 441 | 37 | eoc10 | Message eoc, bit 5 | |
| | 10 442 | 38 | eoc11 | Message eoc, bit 6 | |
| | 10 443 | 39 | eoc12 | Message eoc, bit 7 | |
| | 10 444 | 40 | eoc13 | Message eoc, bit 8 | |
| | 10 445 | 41 | crc5 | Contrôle de redondance cyclique | CRC-6 |
| | 10 446 | 42 | crc6 | Contrôle de redondance cyclique | CRC-6 |
| | 10 447 | 43 | rta | Alarme de terminal distant | NTU → LTU seulement |
| | 10 448 | 44 | indc/indr | Prêt à recevoir | indc=LTU → NTU indr=NTU → LTU |
| | 10 449 | 45 | uib | Bit d'indicateur non spécifié | |
| | 10 450 | 46 | uib | Bit d'indicateur non spécifié | |
| $6 - \frac{2}{2320}$ ms | 10 451-13 918 | – | B37-B48 | Blocs d'information utile 37-48 | Information utile HDSL, y compris Z _{m37} -Z _{m48} |
| | 13 919 | 47 | stb1a | Bit de bourrage 1a | Bourrage de trame |
| Valeur nominale, 6 ms | 13 920 | 48 | stb1b | Bit de bourrage 1b | Bourrage de trame |
| | 13 921 | 49 | stb2a | Bit de bourrage 2a | Bourrage de trame |
| $6 + \frac{2}{2320}$ ms | 13 922 | 50 | stb2b | Bit de bourrage 2b | Bourrage de trame |

On trouvera ci-dessous de brèves descriptions des bits de service actuellement définis, qui diffèrent de ceux définis au 5.4.2.2:

stb (paires de bits de bourrage; stb_{1a}, stb_{1b} et stb_{2a}, stb_{2b})

Ces bits sont toujours utilisés par paires. Cela signifie qu'aucun, que deux (stb_{1a}, 1b) ou que quatre (stb_{1a} et 1b et stb_{2a}, 2b) bits de bourrage sont insérés, selon la relation de la phase du flux binaire d'entrée et de la base de temps des bits synchronisée par rapport aux émetteurs-récepteurs. Il doit exister une plage de phase relative de ± 2 intervalles de bits durant lesquels deux bits de bourrage (stb_{1a} et 1b) sont transmis.

B.5.5 Voie d'exploitation incorporée (eoc) HDSL

Voir au 5.5 les exigences relatives à la voie d'exploitation incorporée. La seule divergence par rapport à la description du 5.5 tient au fait que l'expression "qualité du signal" (SQ, *signal quality*) est utilisée dans la présente annexe plutôt que "marge de bruit"; le 5.5.7 sur la qualité du signal décrit plus précisément la mesure nécessaire.

B.5.5.1 Qualité du signal

Les exigences du présent sous-paragraphe sont identiques à celles du 5.5.7, si ce n'est que la mesure dont il est question ici est celle de la qualité du signal (SQ). L'objet de la SQ est identique à celui de la marge de bruit dont il est question au 5.5.7.

B.5.6 Procédure de déclenchement

B.5.6.1 Généralités

B.5.6.1.1 Déclenchement

Voir la description du déclenchement au 5.6.1.1.

B.5.6.1.2 Activation de paires d'émetteurs-récepteurs HDSL

Voir l'activation des paires d'émetteurs-récepteurs HDSL au 5.6.1.2.

B.5.6.1.3 Transparence

Avant la fin de l'activation, la transmission n'est pas transparente, et les signaux qui sont présents aux interfaces de ligne des émetteurs-récepteurs HDSL correspondent à des motifs de déclenchement spéciaux générés par les émetteurs-récepteurs HDSL. Chaque émetteur-récepteur HDSL doit assurer la transmission transparente des données vers la fonction de noyau une fois que s'est terminée la procédure d'activation particulière. Le signal de sortie des récepteurs qui ne sont pas encore passés à l'état récepteur actif, selon les définitions des B.5.6.7.1 et B.5.6.7.2, doit être remis à 1 à toutes ses positions.

L'état d'exploitation est déterminé par l'application.

NOTE – Les émetteurs-récepteurs d'un régénérateur ne sont jamais totalement transparents du fait que certains bits HOH sont remplacés.

B.5.6.1.4 Qualité du signal (SQ)

La qualité du signal est estimée aux récepteurs d'unité LTU, d'unité NTU et de REG (le cas échéant). Cette valeur permet d'évaluer le taux d'erreur sur les bits (BER) des données reçues. Elle tient compte du rapport signal/interférence (SIR, *signal to interference ratio*), où l'interférence comprend le bruit, l'écho résiduel et la distorsion.

La SQ a la même signification que "marge de bruit", définie au 5.6.1.4.

B.5.6.2 Signaux de commande et d'état

Voir au 5.6.2 les définitions des signaux de commande et d'état virtuels qui entrent en jeu dans la procédure d'activation de boucle. Les divergences par rapport à ces définitions sont les suivantes:

- pour LOSW, voir la Figure B.20;
- pour INDC et INDR, l'expression "marge de bruit" doit être remplacée par "qualité du signal".

B.5.6.3 Signaux transmis

On trouvera ci-dessous la description des signaux transmis durant l'activation de boucle.

B.5.6.3.1 Silence

Aucun signal n'est transmis vers la ligne dans cet état.

B.5.6.3.2 Signal S0

Le signal S0 est utilisé par l'unité LTU pour l'avertissement d'émetteur-récepteur ("réveil") et pour l'intégration d'une séquence temporelle. Il est utilisé par les émetteurs-récepteurs de l'unité NTU pour indiquer qu'un émetteur-récepteur de cette unité a détecté S0 et est prêt à procéder au déclenchement. Le signal S0 est appelé CS0 s'il provient de l'unité LTU, et RS0 s'il provient de l'unité NTU. Les signaux CS0 et RS0 ont tous deux une longueur de 3150 symboles. Le signal S0 correspond à une séquence de pseudo-bruit en phase à 2 points. La séquence utilise le polynôme générateur $1 \oplus x^{-5} \oplus x^{-6}$ à valeurs binaires de départ [0, 1, 2, 3, 4, 5] = 000001; la séquence est lancée alors que tous les étages du générateur de séquence pseudo-aléatoire sont remis à 0, sauf pour ce qui est de l'étage de plus fort poids qui est remis à 1. Le générateur de séquence est attaqué par des signaux composés exclusivement de 1. La séquence est transmise au débit de symboles correspondant utilisé dans le mode de données (233,60 kbauds pour émetteurs-récepteurs de 1168 kbit/s et 386,667 kbauds pour émetteurs-récepteurs de 2320 kbit/s). Le mappage bits-symboles pour le signal S0 est donné au Tableau B.3.

Tableau B.3/G.991.1 – Mappage en phase bits-symboles pour le signal S0

| Bit | Symbole |
|-----|---------|
| 0 | -A |
| 1 | +A |

NOTE – A désigne l'amplitude correspondant à la puissance de transmission requise (voir B.5.6.5.1 et B.5.8.4.1).

B.5.6.3.3 Signal S1

Le signal S1 est un signal 64-CAP non codé qui est transmis à pleine puissance. Il utilise le polynôme générateur $1 \oplus x^{-5} \oplus x^{-23}$ de l'unité LTU vers l'unité NTU et est alors appelé CS1. Il utilise le polynôme générateur $1 \oplus x^{-18} \oplus x^{-23}$ de l'unité NTU vers l'unité LTU et est alors appelé RS1. Les polynômes générateurs sont implémentés dans le mode d'embrouilleur à autosynchronisation illustré sur la Figure B.6, avec une entrée composée exclusivement de 1. La Figure B.1 représente la constellation de signaux CAP non codés.

B.5.6.3.4 Signal S2

Le signal S2 est un signal 64-CAP codé qui est transmis à pleine puissance (voir B.5.8.4.1). Il utilise le polynôme générateur $1 \oplus x^{-5} \oplus x^{-23}$ de l'unité LTU vers l'unité NTU et est alors appelé CS2. Il utilise le polynôme générateur $1 \oplus x^{-18} \oplus x^{-23}$ de l'unité NTU vers l'unité LTU et est alors appelé RS2. Les polynômes générateurs sont implémentés dans le mode d'embrouilleur à autosynchronisation illustré sur la Figure B.5, avec une entrée composée exclusivement de 1. La Figure B.3 représente les constellations de signaux CAP codés.

B.5.6.3.5 Signal S3

Le signal S3 est un signal 64-CAP codé qui comprend un verrouillage de trames et est transmis à pleine puissance. Il utilise le polynôme générateur $1 \oplus x^{-5} \oplus x^{-23}$ de l'unité LTU vers l'unité NTU et est alors appelé CS3. Il utilise le polynôme générateur $1 \oplus x^{-18} \oplus x^{-23}$ de l'unité NTU vers l'unité LTU et est alors appelé RS3. Les polynômes générateurs sont implémentés dans le mode d'embrouilleur verrouillé illustré sur la Figure B.6.

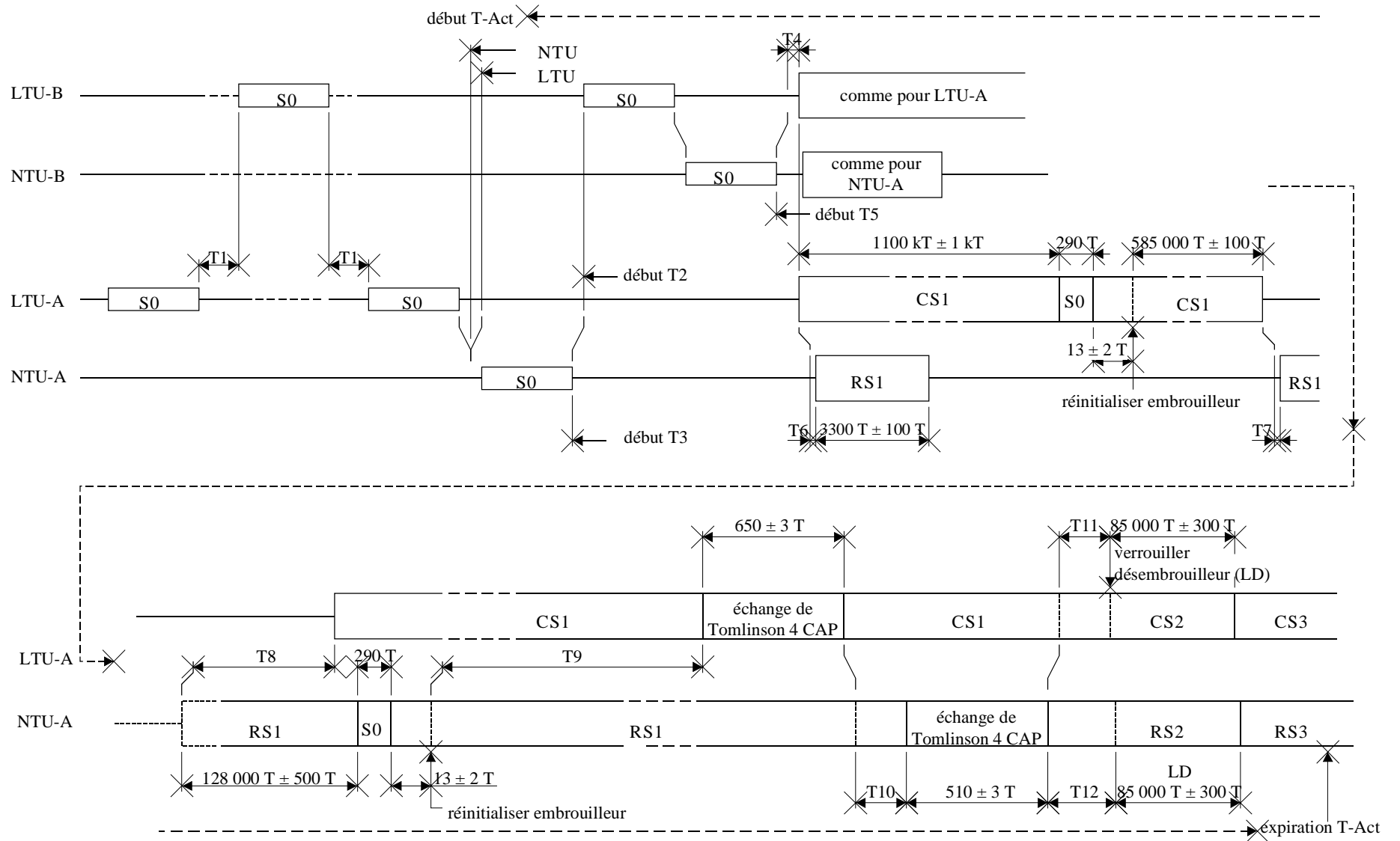
B.5.6.4 Temporisations

Les temporisations ci-dessous participent à la procédure d'activation de boucle de l'émetteur-récepteur HDSL. Les valeurs de temporisation sont indiquées au Tableau B.4. La chronologie de la séquence d'activation de boucle est donnée sur la Figure B.9.

Tableau B.4/G.991.1 – Valeurs de temporisation pour le déclenchement

| Système | Limite inférieure (T) | | Numéro de temporisation | | Limite supérieure (T) | |
|----------|-----------------------|---|-------------------------|---|---|------------|
| 1P et 2P | 2 250 | < | T1 | < | 3 200 | NTU et NTU |
| 2P | 8 000 | < | T2 | | | LTU |
| 1P et 2P | 4 000 | < | T3 | < | 6 000 | NTU |
| 1P et 2P | | | T4 | < | 500 | LTU |
| 1P et 2P | 1 000 | < | T5 | | | NTU |
| 1P et 2P | | | T6 | < | 500 | NTU |
| 1P et 2P | | | T7 | < | 1 000 | NTU |
| 1P | 35 000 | < | T8 | < | 36 000 | LTU |
| 2P | 27 000 | < | T8 | < | 28 000 | LTU |
| 1P et 2P | 575 000 | < | T9 | < | 585 000 | LTU |
| 1P et 2P | | | T10 | < | 1 000 | NTU |
| 1P et 2P | 240 000 | < | T11 | < | 250 000 | LTU |
| 1P et 2P | 240 000 | < | T12 | | 250 000 | NTU |
| 1P et 2P | | | T-Act | < | 2,5 × 10 ⁶ (2P, 10,7 s et 1P, 6,5 s) | LTU et NTU |

NOTE – Pour les émetteurs-récepteurs de 1168 kbit/s (2P), T = 1 divisé par (1168 kbit/s divisé par 5 bit/symbole) = 4,281 µs/symbole et, pour les émetteurs-récepteurs de 2320 kbit/s (2P), T = 1 divisé par (2320 kbit/s divisé par 6 bit/symbole) = 2,5862 µs/symbole.



T1529320-98

Figure B.9/G.991.1 – Séquences d'activation d'émetteur-récepteur HDSL à modulation CAP – mode à deux voies

B.5.6.4.1 T1

T1 désigne le temps durant lequel un émetteur-récepteur d'unité LTU reste en attente, entre le moment où CS0 est transmis pour la réception de RS0 en provenance de l'émetteur-récepteur correspondant d'une unité NTU et, dans le cas d'un émetteur-récepteur à deux paires, le moment où la transmission de CS0 est déclenchée vers l'émetteur-récepteur de l'unité NTU de la deuxième voie ou, dans le cas d'un émetteur-récepteur à une paire, le moment où CS0 est retransmis.

B.5.6.4.2 T2

T2 désigne le temps, avant le retour au mode d'exploitation à une paire, durant lequel une unité LTU à deux paires attend une réponse RS0 "je suis averti" provenant d'un émetteur-récepteur d'unité NTU, après avoir envoyé le signal d'avertissement CS0 vers l'émetteur-récepteur, et lorsqu'elle a précédemment reçu une réponse RS0 "je suis averti" provenant de l'autre émetteur-récepteur d'unité NTU (voir la Figure B.9). A noter qu'il n'y a pas de retour au mode d'exploitation à une paire à moins que ce mode d'exploitation n'ait été validé.

B.5.6.4.3 T3

T3 désigne le temps, avant le retour à la préparation au mode d'exploitation à une paire, durant lequel une unité NTU à deux paires attend un signal d'avertissement CS0 vers un émetteur-récepteur, après avoir envoyé un signal RS0 "je suis averti" provenant de son autre émetteur-récepteur. A noter que le mode d'exploitation à une paire n'est pas établi à moins que ce mode d'exploitation d'unité LTU ne soit validé.

B.5.6.4.4 T4

T4 désigne le temps maximal durant lequel une unité LTU reste en attente, entre le moment où est reçu RS0 d'une unité NTU pour indiquer qu'il y a bien eu un avertissement et le moment où se déclenche la transmission de CS1. [A noter que, en mode d'exploitation normale sur deux voies, la temporisation s'applique après que les deux émetteurs-récepteurs de l'unité NTU ont envoyé RS0 tandis que, en mode d'exploitation sur une voie (mode de repli), la temporisation s'applique après que l'émetteur-récepteur de la voie d'intérêt a envoyé RS0.]

B.5.6.4.5 T5

T5 désigne le temps durant lequel une unité NTU attend la détection de CS1, s'il y a lieu, après la transmission de RS0, avant de retourner au mode d'avertissement initial. Dans le cas d'un système à deux paires, T5 se déclenche seulement après que RS0 a été transmis en réponse à CS0 sur la deuxième voie d'avertissement.

B.5.6.4.6 T6

T6 désigne le temps maximal durant lequel un émetteur-récepteur d'unité NTU doit détecter CS1 et déclencher la transmission de RS1 au moment où il passe à l'état d'avertissement.

B.5.6.4.7 T7

T7 désigne le temps maximal durant lequel une unité NTU continue d'envoyer un signal de silence après qu'elle a détecté la fin de la séquence de référence idéale CS1.

B.5.6.4.8 T8

T8 désigne le temps durant lequel un émetteur-récepteur d'unité LTU envoie un signal de silence après qu'il a terminé la transmission de la séquence de référence idéale et la détection de RS1 en provenance de l'émetteur-récepteur d'unité NTU avant de déclencher la transmission de CS1. L'émetteur-récepteur de l'unité NTU conditionne son annuleur d'écho durant cet intervalle.

B.5.6.4.9 T9

T9 désigne le temps durant lequel un émetteur-récepteur d'unité LTU transmet CS1 après qu'il a détecté le signal temporel RS0 provenant de l'émetteur-récepteur d'une unité NTU et avant qu'il déclenche l'échange de coefficients de Tomlinson.

B.5.6.4.10 T10

T10 désigne le temps maximal durant lequel un émetteur-récepteur d'unité NTU peut demeurer à l'état de retard après avoir reçu les coefficients de Tomlinson provenant de l'émetteur-récepteur d'une unité LTU et avant de déclencher la transmission des coefficients de Tomlinson vers l'émetteur-récepteur de l'unité LTU.

B.5.6.4.11 T11

T11 désigne le temps durant lequel un émetteur-récepteur d'unité LTU doit demeurer à l'état de retard après avoir reçu les coefficients de Tomlinson provenant de l'émetteur-récepteur d'une unité NTU avant qu'il puisse verrouiller son désembrouilleur.

B.5.6.4.12 T12

T12 désigne le temps durant lequel un émetteur-récepteur d'unité NTU doit demeurer à l'état de retard après avoir terminé la transmission de ses coefficients de Tomlinson et avant qu'il puisse verrouiller son désembrouilleur.

B.5.6.4.13 T-Act

Le cycle d'activation des émetteurs-récepteurs HDSL (T-Act) désigne le temps durant lequel la procédure d'activation de boucle de l'émetteur-récepteur HDSL de l'unité LTU ou de l'émetteur-récepteur HDSL de l'unité NTU doit avoir été exécutée avec succès, à partir du moment où l'émetteur-récepteur de l'unité NTU commence à transmettre le signal S1. Dans l'unité NTU, T-Act commence au moment où la transmission de RS1 est déclenchée; dans l'unité LTU, T-Act commence au moment où RS1 est détecté.

B.5.6.4.14 Valeurs de temporisation

Le Tableau B.4 indique les valeurs de temporisation (en intervalles de symboles, T).

B.5.6.5 Activation de l'émetteur-récepteur HDSL

La procédure de déclenchement de l'émetteur-récepteur HDSL à modulation CAP est décrite dans le présent sous-paragraphe. La Figure B.9 présente la séquence complète de déclenchement (pour le mode à deux voies).

B.5.6.5.1 Avertissement

B.5.6.5.1.1 Séquence d'avertissement d'un système à deux paires

B.5.6.5.1.1.1 Avertissement en mode normal à deux voies

La Figure B.10 présente la séquence d'avertissement ("réveil") pour les voies A et B.

L'émetteur-récepteur HDSL de l'unité LTU transmettant la séquence CS0 sur la voie A déclenche l'avertissement destiné à l'émetteur-récepteur correspondant de l'unité NTU. L'émetteur-récepteur HDSL de l'unité LTU transmet ensuite le signal de silence et surveille l'arrivée d'une réponse provenant de l'unité NTU. Au moment où est détectée la séquence CS0, l'émetteur-récepteur HDSL de l'unité NTU répond en transmettant la séquence (RS0). Après la réception de RS0 sur la voie A, l'unité LTU transmet CS0 sur la voie B. La réception de la séquence RS0 provenant de

l'émetteur-récepteur de l'unité NTU sur la voie B indique que l'unité NTU a été avertie, et la procédure de déclenchement se poursuit. Dès la transmission de CS0 sur la voie B, l'unité NTU déclenche la temporisation T5 et attend la réception de CS1 en provenance de l'unité LTU sur les deux voies.

Comme l'indique la Figure B.10, l'absence de réponse de l'unité NTU à la transmission d'une séquence CS0 pour une période de T1 symboles amène l'émetteur-récepteur de l'unité LTU à répéter la transmission de la séquence CS0 sur l'autre voie, pour tenter d'avertir l'émetteur-récepteur de l'unité NTU associée. L'émetteur-récepteur de l'unité LTU transmet alternativement la séquence CS0 et le signal de silence, interrogeant alternativement la voie A puis la voie B, jusqu'à ce que des réponses soient reçues des deux émetteurs-récepteurs de l'unité NTU.

Si une réponse est reçue de l'un des émetteurs-récepteurs de l'unité NTU, l'unité LTU continue de transmettre alternativement la séquence CS0 et le signal de silence vers l'émetteur-récepteur de l'autre voie jusqu'à ce qu'il réponde ou que T-Act expire. L'unité LTU procède de la façon décrite au B.5.6.7.2. Le mode à une voie peut ensuite être validé pour la voie qui a répondu, et l'avertissement se déroule alors de la façon décrite au B.5.6.5.1.1.2. A noter que, comme l'explique le B.5.6.7, l'avertissement par l'unité LTU se déclenche seulement si ACTREQ est égal à 1.

Lorsque l'unité NTU termine la transmission de la séquence RS0 "je suis averti" en provenance du premier émetteur-récepteur averti, elle déclenche la temporisation T3. Si la séquence S0 d'avertissement est reçue de l'unité LTU par le deuxième émetteur-récepteur d'unité NTU avant l'expiration de la temporisation, l'unité NTU continue le processus d'avertissement dans le mode à deux voies. Le B.5.6.5.1.1.2 décrit la solution de remplacement.

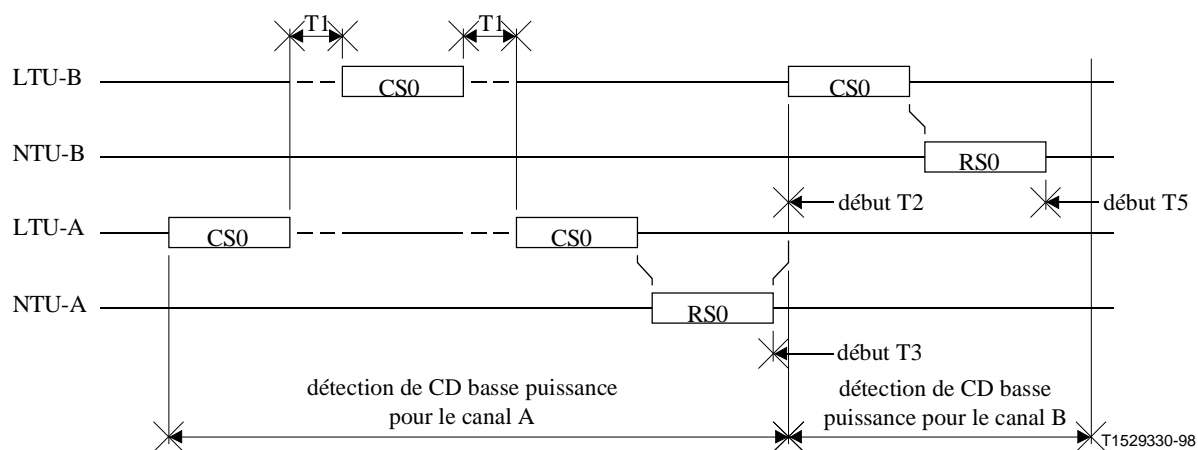


Figure B.10/G.991.1 – Séquence d'avertissement pour les deux voies d'un émetteur-récepteur HDSL à deux paires

Après avoir reçu une réponse RS0, l'unité LTU doit envoyer l'interrogation CS0 correspondante sur l'autre voie, de la façon décrite ci-dessus.

L'unité LTU continue d'interroger les émetteurs-récepteurs de l'unité NTU jusqu'à ce qu'une réponse RS0 soit reçue sur les deux voies ou que T-Act expire.

La puissance des séquences S0 provenant des unités LTU et NTU doit être de $-1,5 \text{ dBm} \pm 1 \text{ dB}$ ou, de façon nominale, de 15 dB sous la haute puissance de transmission spécifiée au B.5.8.4.1.

B.5.6.5.1.2 Avertissement dans le mode à une voie

Dans le mode à une voie d'un système à deux paires, l'émetteur-récepteur d'unité LTU de la voie à activer transmet alternativement la séquence CS0 et le signal de silence jusqu'à la réception d'une réponse provenant de l'émetteur-récepteur de l'unité NTU correspondante. La Figure B.11 illustre la séquence en question.

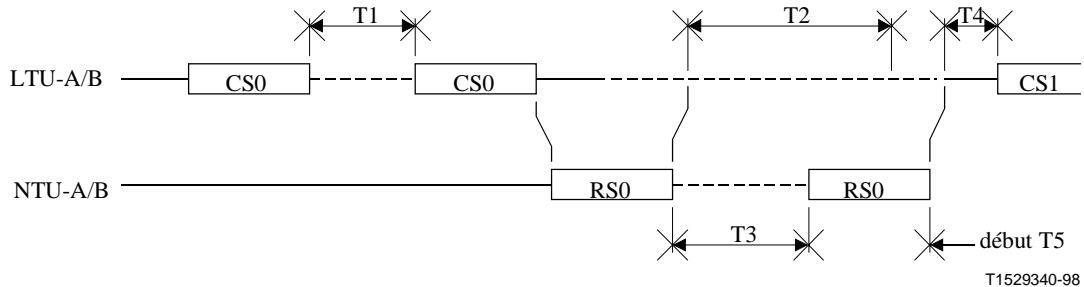


Figure B.11/G.991.1 – Séquence d'avertissement dans le mode à une voie

Après que l'unité NTU a terminé la transmission de la réponse RS0 "je suis averti", elle déclenche une temporisation, T3. Si aucun signal d'avertissement CS0 n'est reçu par le deuxième émetteur-récepteur de l'unité NTU avant l'expiration de la temporisation, l'unité NTU retourne à l'activation du mode à une voie et transmet RS0 une seconde fois. De cette façon, l'unité NTU adopte automatiquement le mode à une voie lorsque ce mode est validé à l'unité LTU. A noter que l'activation se poursuit seulement si l'unité LTU continue le processus en transmettant CS1.

Lorsque l'unité LTU reçoit une réponse RS0 "je suis averti" en provenance de l'émetteur-récepteur de l'unité NTU, l'unité LTU déclenche la temporisation T2. Si le deuxième RS0 est reçu avant que n'expire la temporisation T2 et que l'unité LTU veut activer la voie dans le mode à une voie, le processus d'activation se poursuit de la façon indiquée sur la Figure B.11. Il retarde le déclenchement de CS1 sur la voie jusqu'à ce que soient reçus T4 intervalles unitaires après le deuxième RS0. Si le deuxième RS0 n'est pas reçu avant l'expiration de la temporisation T2, une deuxième tentative peut être effectuée en vue d'activer la voie par la transmission de CS0.

L'unité LTU active la voie A ou la voie B lorsque le mode d'exploitation à une voie est validé.

B.5.6.5.1.2 Séquence d'avertissement d'émetteur-récepteur à une paire

La séquence d'avertissement des émetteurs-récepteurs à une paire est essentiellement identique à celle des émetteurs-récepteurs des systèmes à deux paires dans le mode à une voie. La Figure B.12 illustre la séquence en question. L'émetteur-récepteur de l'unité LTU transmet alternativement la séquence CS0 et le signal de silence jusqu'à la réception d'une réponse en provenance de l'émetteur-récepteur d'unité NTU correspondant.

Une fois que l'unité NTU a terminé la transmission de la réponse RS0 "je suis averti", elle déclenche la temporisation T5 et attend CS1 en provenance de l'unité LTU. A la réception de RS0 en provenance de l'unité NTU, l'unité LTU transmet CS1.

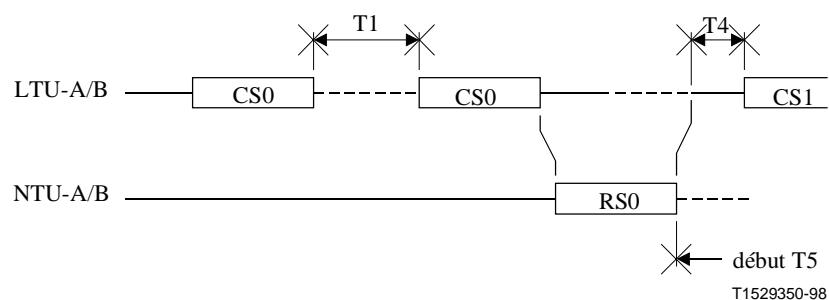


Figure B.12/G.991.1 – Séquence d'avertissement pour un émetteur-récepteur à une paire

B.5.6.5.2 Sélection de mode de puissance d'émission

Au cours d'un avertissement, les émetteurs-récepteurs des unités LTU et NTU mesurent le niveau reçu des séquences S0 et choisissent le mode de haute puissance d'émission (HP, *high power*) ou le mode de basse puissance d'émission (LP, *low power*), qui sont spécifiés au Tableau B.5 (voir aussi le B.5.8.4.1). (A noter que l'utilisation des basses puissances sur les lignes courtes réduit la portée linéaire requise du récepteur.) Les modes choisis pour la puissance d'émission sont maintenus durant et après l'activation et correspondent à la "puissance totale" pour l'installation. Comme le décrit le B.5.6.5.6, les récepteurs sont informés des modes de puissance d'émission des émetteurs distants durant l'échange de coefficients de Tomlinson.

Tableau B.5/G.991.1 – Critères de sélection du mode de puissance d'émission

| Mode de puissance | Affaiblissement de ligne pour S0 en dB |
|-------------------|--|
| HP | > 9 |
| HP ou LP | 6 à 9 |
| LP | < 6 |

B.5.6.5.3 Conditionnement d'entrée

Le conditionnement d'entrée est lancé après que le processus d'avertissement a été exécuté avec succès. La phase de conditionnement d'entrée a principalement pour objet de régler au récepteur toute fonction de commande automatique de gain qui précède la fonction de conversion A-N. La Figure B.13 illustre cette partie de la séquence de déclenchement.

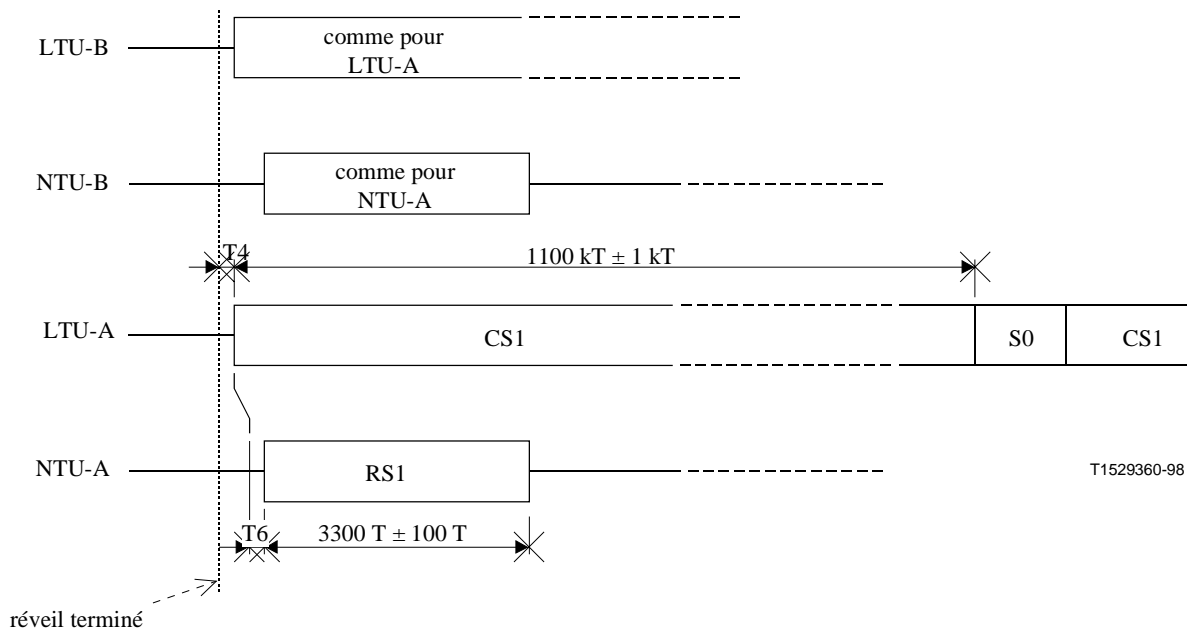


Figure B.13/G.991.1 – Séquence de déclenchement – Conditionnement d'entrée analogique

Les émetteurs-récepteurs d'unité LTU commencent à transmettre CS1 dans les T4 symboles qui suivent le moment où l'indication d'avertissement RS0 de l'unité NTU est obtenue. La transmission se poursuit sur une période de 1100 kT ± 1 kT. A la réception de ce signal, les émetteurs-récepteurs de l'unité NTU déclenchent la transmission de RS1 pour une période de 3300 T ± 100 T. L'unité NTU doit détecter et déclencher la transmission de RS1 dans un intervalle de T6 symboles. Le conditionnement de la CAG d'entrée s'effectue durant la période où un émetteur-récepteur émet et reçoit des signaux.

B.5.6.5.4 Rétablissement de base de temps, annulation d'écho et conditionnement d'égaliseur

Cette partie de la séquence de déclenchement est illustrée sur la Figure B.14. Après qu'un émetteur-récepteur d'unité NTU a cessé d'émettre RS1, il déclenche le rétablissement de la base de temps à partir du signal CS1 reçu de l'émetteur-récepteur d'unité LTU, et l'émetteur-récepteur d'unité LTU entreprend le conditionnement de son annuleur d'écho.

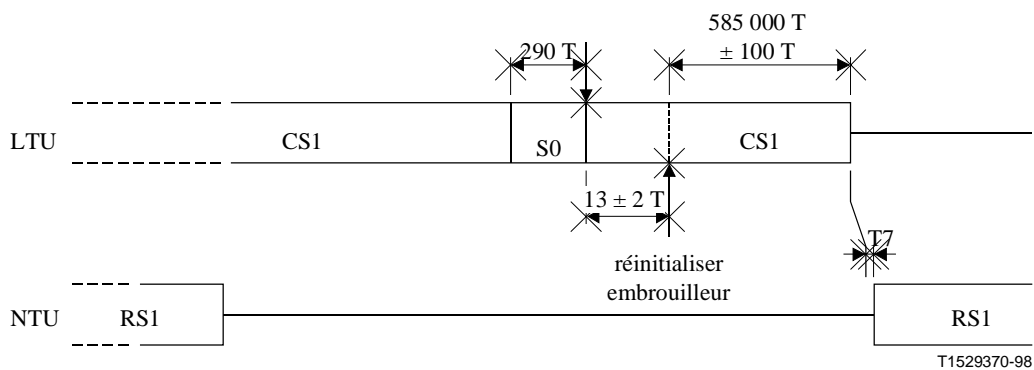


Figure B.14/G.991.1 – Séquence de conditionnement de référence idéale de l'unité NTU

Après la transmission de CS1, chaque émetteur-récepteur d'unité LTU émet CS0 (à pleine puissance) sous forme de signal temporel pour une durée de 290 symboles afin de signaler le début de la séquence de référence idéale. Les émetteurs-récepteurs d'unité NTU associés sont ainsi avertis du fait qu'une séquence de référence idéale est sur le point d'être transmise. La référence idéale est déclenchée par la réinitialisation des 13 ± 1 symboles suivant la transmission de CS0. (A noter que le déclenchement de CS1 peut être retardé jusqu'au déclenchement du signal de référence idéal ou il peut être déclenché immédiatement après CS0, comme l'indiquent les figures.) La séquence de référence idéale établit une synchronisation définie entre CS1 et l'horloge des symboles, ce qui constitue une séquence pseudo-aléatoire définie de symboles. La séquence CS1 de référence idéale est déclenchée alors que le générateur contient les bits $[0, 1, 2, 3, \dots, 23] = 0000-0$; c'est-à-dire que la séquence est déclenchée alors que tous les étages du générateur de séquence pseudo-aléatoire sont remis à 0. Le générateur est attaqué par des signaux composés exclusivement de 1. La séquence commence par un symbole, et la séquence temporelle indique le point de départ au récepteur. La séquence se poursuit durant une période de $585\,000 \pm 100$ symboles.

Dès la réception de la séquence de référence idéale, les émetteurs-récepteurs de l'unité NTU déclenchent le conditionnement de son égaliseur. A noter que le récepteur connaît la séquence transmise et la synchronisation de la séquence par rapport à l'horloge des symboles et qu'il connaît donc la position de chaque symbole reçu dans la constellation 64-CAP.

Après que l'émetteur-récepteur de l'unité LTU a terminé la transmission de CS1, l'émetteur-récepteur de l'unité NTU émet RS1 (mais pas en tant que référence idéale) durant une période de $128\,000 \pm 500$ symboles. L'émetteur-récepteur de l'unité LTU demeure silencieux durant une période de T_8 intervalles de symboles. Au cours de cette période, alors que l'émetteur-récepteur de l'unité NTU est en émission mais qu'aucun signal n'est reçu, l'unité NTU conditionne son annuleur d'écho. La Figure B.15 illustre cette partie de la séquence de déclenchement. Comme l'indique la Figure B.15, l'émetteur-récepteur de l'unité LTU déclenche la transmission de CS1 après l'intervalle de silence T_8 .

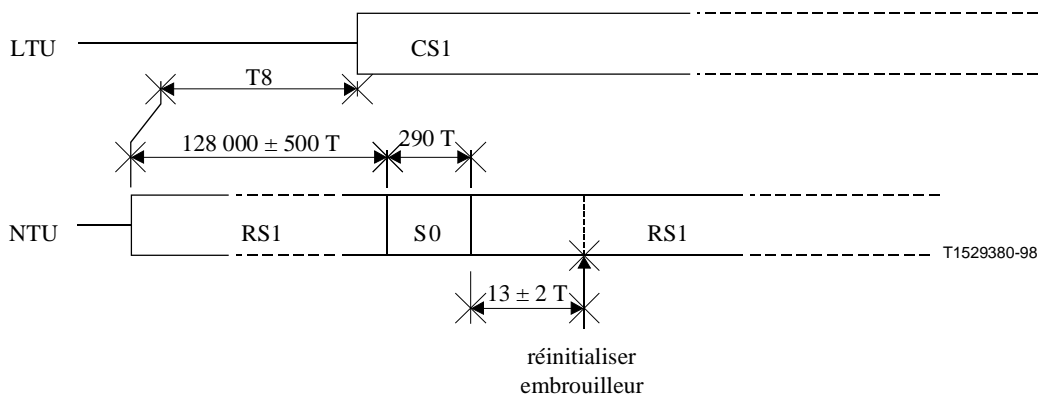


Figure B.15/G.991.1 – Séquence de conditionnement de référence idéale de l'unité LTU

Une fois que l'émetteur-récepteur de l'unité NTU a terminé la transmission de RS1, l'émetteur-récepteur de l'unité NTU transmet S0, durant une période de 290 symboles à pleine puissance, en tant que signal temporel. Cette transmission marque le début de la transmission de la séquence de référence idéale par l'émetteur-récepteur de l'unité NTU offrant l'ensemble des caractéristiques décrites ci-dessus. (A noter que, comme dans le cas de l'unité LTU, le déclenchement de la séquence CS1 peut suivre immédiatement la transmission de CS0 durant 290 symboles, selon les indications des figures, ou il peut être retardé jusqu'à la réinitialisation de

l'embrouilleur.) Alors qu'il reçoit la séquence de référence idéale, l'émetteur-récepteur de l'unité LTU conditionne son égaliseur.

A noter que l'émetteur-récepteur de l'unité NTU doit maintenir la base de temps de façon à assurer la synchronisation après l'intervalle durant lequel l'émetteur-récepteur de l'unité LTU demeure silencieux.

B.5.6.5.5 Echange de coefficients de Tomlinson

Après que l'émetteur-récepteur de l'unité LTU a reçu RS1 durant un intervalle T_9 , l'émetteur-récepteur de l'unité LTU transmet les coefficients de l'égaliseur à rétroaction de décision pour le précodeur de Tomlinson durant une période de 650 symboles, comme l'indique la Figure B.16. Une fois que l'émetteur-récepteur de l'unité LTU a terminé la transmission des coefficients de Tomlinson, il continue la transmission de CS1. Après que l'émetteur-récepteur de l'unité NTU a terminé la réception des coefficients de Tomlinson, il transmet ses coefficients durant une période de 510 symboles. L'émetteur-récepteur de l'unité NTU peut retarder la transmission de ses coefficients d'un maximum de T_{10} symboles. Les coefficients de Tomlinson sont les coefficients du filtre à rétroaction dans le précodeur de Tomlinson [B2].

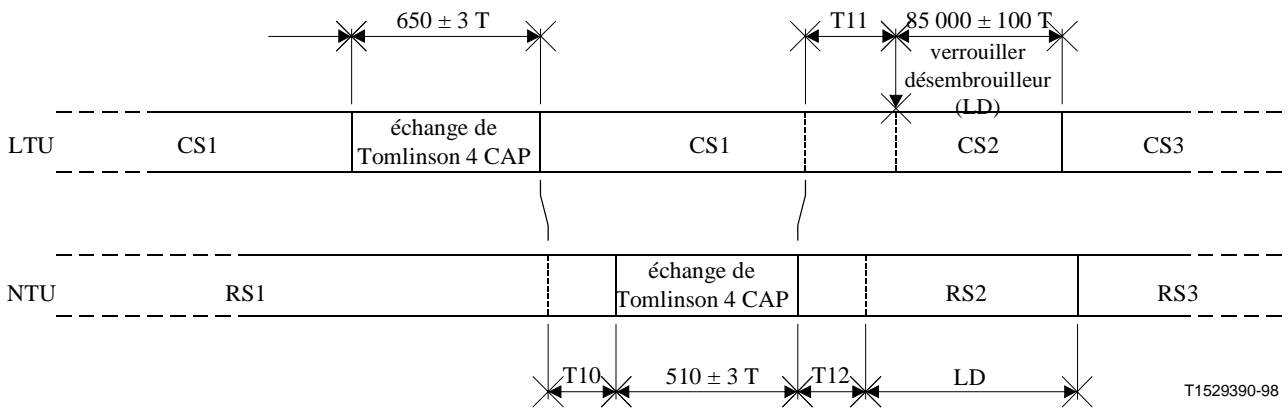


Figure B.16/G.991.1 – Séquence de déclenchement – Echange de coefficients de Tomlinson

Le transfert de données s'effectue par la commutation à la structure de signaux 4 CAP illustrée sur la Figure B.17. On assure ainsi une transmission fiable sans codage, la validation s'effectuant une fois que le transfert est terminé.

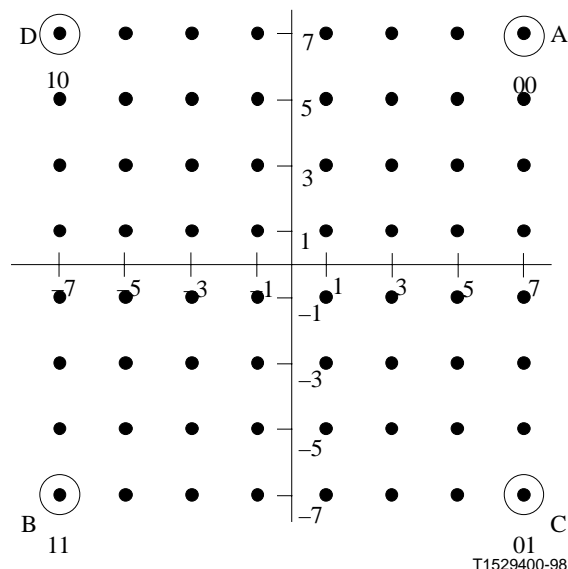


Figure B.17/G.991.1 – Structure de signaux 4 CAP – Echange de coefficients de Tomlinson

La Figure B.18 représente la structure d'une trame de données utilisée pour transmettre les coefficients. La trame de données commence par la répétition de ABAB pendant la durée de 128 symboles (4 points) (voir la Figure B.17) pour la synchronisation ou l'identification du début de la trame des données de coefficient. Vient ensuite un marqueur de bloc de données, soit CD (indiqué sur la Figure B.18) pour un système à une paire HDSL et la voie A d'un système à deux paires et DC pour la voie B d'un système à deux paires. Comme le décrit le B.5.6.7, ces marqueurs de blocs de données assurent aussi l'identification des paires.

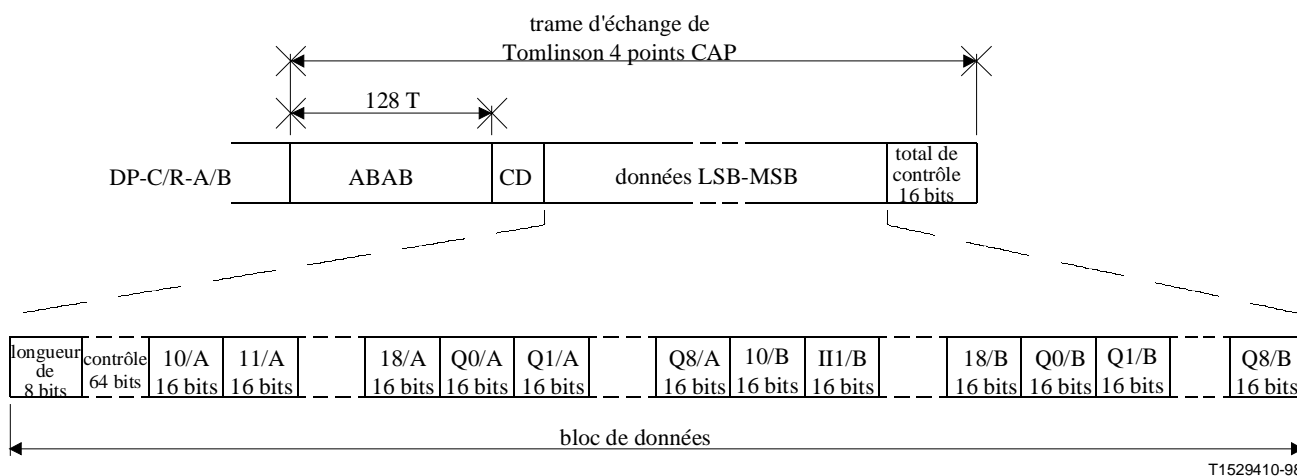


Figure B.18/G.991.1 – Structure de trame de coefficients de Tomlinson

Les mots des blocs de données désembrouillés sont transmis dans des symboles 4 points, comme l'indiquent la Figure B.17 et le Tableau B.6. Dans le cas des émetteurs-récepteurs à deux paires, il existe 9 coefficients en phase et 9 coefficients en quadrature. A noter que les coefficients des voies A et B sont transmis dans des trames de données sur les deux voies. Dans le cas des émetteurs-récepteurs à une paire, il existe 12 coefficients en phase et 12 coefficients en quadrature. Les 16 derniers bits d'une trame de données correspondent à un total de contrôle égal au complément à 2 du total du bloc de données.

Tableau B.6/G.991.1 – Mots de bloc de données à coefficients de Tomlinson

| Mots de blocs de données | | Notes |
|---|-----------------|------------------------------|
| Type | Longueur – bits | |
| Longueur de bloc | 8 | bits de longueur de trame |
| Champ de contrôle | 64 | voir B.5.6.5.6 |
| I[0-N-1]/A | $16 \times N$ | N coefficients en phase |
| Q[0-N-1]/A | $16 \times N$ | N coefficients en quadrature |
| I[0-(N-1)]/B | $16 \times N$ | N coefficients en phase |
| Q[0-(N-1)]/B | $16 \times N$ | N coefficients en quadrature |
| NOTE – N est de 9 dans un émetteur-récepteur à deux paires et de 12 dans un émetteur-récepteur à une paire. | | |

Les trames de données des voies A et B sont transmises simultanément.

Comme l'indique la Figure B.18, les 8 premiers bits d'un bloc de données définissent la taille d'un bloc de données. Les affectations de bits d'un bloc de commande de 64 bits sont spécifiées au B.5.6.5.6.

Les bits réservés du bloc de données sont suivis de mots de 16 bits, définissant les coefficients en phase et les coefficients en quadrature, à raison de neuf mots pour les émetteurs-récepteurs à deux paires et de douze mots pour les émetteurs-récepteurs à une paire. Comme l'indique la Figure B.18, le bit de plus fort poids de chaque coefficient est transmis en premier.

Après que les coefficients de Tomlinson ont été transmis, les émetteurs-récepteurs des unités LTU et NTU transmettent à nouveau la séquence 64-CAP non codée. Les émetteurs-récepteurs d'unité NTU transmettent cette séquence durant T10 symboles.

Après cette transmission, les émetteurs-récepteurs des unités LTU et NTU déclenchent la transmission de S3, dans une séquence qui comprend le verrouillage de trames et le codage en treillis.

B.5.6.5.6 Affectation des bits du champ de contrôle

Le présent sous-paragraphe spécifie l'affectation des bits du champ de contrôle de 64 bits dans le bloc de données de la trame d'échange de Tomlinson (voir la Figure B.18). Le champ se subdivise en quatre mots de 16 bits. Les deux bits de plus faible poids du troisième mot de 16 bits servent à envoyer les identificateurs de puissance d'émission des émetteurs-récepteurs. Dans un système à deux paires, le premier bit s'applique à la voie A et le deuxième bit s'applique à la voie B. Dans un système à une paire, le premier bit est l'identificateur de puissance d'émission, et le deuxième bit est réservé. Un 0 indique le mode de transmission à basse puissance. Un 1 indique le mode d'émission à haute puissance. A noter que le mode de la puissance d'émission est déterminé durant l'avertissement, comme l'indique le B.5.6.5.2. Les troisième et quatrième bits du troisième mot de 16 bits sont réservés à des fins de normalisation future, et le cinquième bit permet d'identifier un régénérateur. Un 1 indique que l'émetteur-récepteur se trouve dans un régénérateur, tandis qu'un 0 indique qu'il ne se trouve pas dans un régénérateur.

Les 11 autres bits du troisième mot de 16 bits sont réservés à des fins de normalisation future. Les bits réservés doivent être mis à 0.

Les premier et deuxième mots de 16 bits sont réservés en prévision des besoins futurs, le quatrième mot de 16 bits étant réservé pour des applications spécifiques au fournisseur.

B.5.6.5.7 Passage au mode de données

Après que les coefficients de Tomlinson ont été transmis, l'émetteur-récepteur de l'unité NTU doit transmettre la séquence RS2 64-CAP codée. Une fois que l'émetteur-récepteur de l'unité LTU a terminé la réception des coefficients, il doit déclencher la transmission de la séquence de trame CS2 et verrouiller son désembrouilleur. Il doit toutefois attendre un intervalle T11 avant de déclencher la transmission de CS2; le processus doit se poursuivre durant une période nominale de 3000 symboles, pendant laquelle son désembrouilleur doit se verrouiller. Après cette période, l'unité LTU doit déclencher la transmission de la séquence CS3 comprenant le verrouillage de trames et le codage en treillis. La Figure B.16 illustre la séquence requise.

Après la transmission de ses coefficients de Tomlinson, l'émetteur-récepteur de l'unité NTU doit déclencher la transmission de RS2. Il doit poursuivre la transmission de RS2 durant un intervalle de T12, plus la longueur nominale de 3000 symboles. Il verrouille son désembrouilleur durant l'intervalle nominal de 3000 symboles. Après cet intervalle, il doit déclencher la transmission de RS3.

Les émetteurs-récepteurs des unités LTU et NTU doivent tous deux verrouiller leurs embrouilleurs avant de déclencher la transmission de S3, mais après l'échange des coefficients de Tomlinson. (A noter que les embrouilleurs doivent être verrouillés durant la période où les embrouilleurs reçoivent des signaux continus de 1.)

Lorsque les deux émetteurs-récepteurs transmettent S3, les émetteurs-récepteurs sont dans le mode de données.

B.5.6.6 Procédure de reconditionnement

Le reconditionnement peut être déclenché par l'émetteur-récepteur de l'unité LTU ou l'émetteur-récepteur de l'unité NTU. Pour déclencher un reconditionnement, l'unité NTU envoie un signal de silence. A la détection de l'absence de signal reçu pour une période de 1 seconde, l'émetteur-récepteur de l'unité LTU entreprend la transmission de S0 et le reconditionnement se poursuit comme ci-dessus par le passage à la séquence d'avertissement. L'émetteur-récepteur de l'unité LTU déclenche le reconditionnement en envoyant un signal de silence pour une période de 1 seconde, suivie de la transmission de la séquence d'avertissement au moyen de S0, comme l'indique la Figure B.10. Au moment où l'émetteur-récepteur de l'unité NTU reconnaît la séquence, le reconditionnement se déroule comme le conditionnement initial. Les critères (conditions – SQ, qualité de fonctionnement ou synchronisation) de déclenchement du reconditionnement ne sont pas spécifiés.

A noter que le reconditionnement sera déclenché, si l'on présuppose $ACTREQ = 1$, lorsque l'unité NTU ou l'unité LTU passe à "l'état inactif", comme l'impliquent les diagrammes d'état dont il est question au B.5.6.7.

B.5.6.7 Diagrammes d'état d'activation de boucle

Les sous-paragraphes ci-dessous décrivent les diagrammes d'état des unités LTU et NTU, illustrés sur les Figures B.19 et B.20.

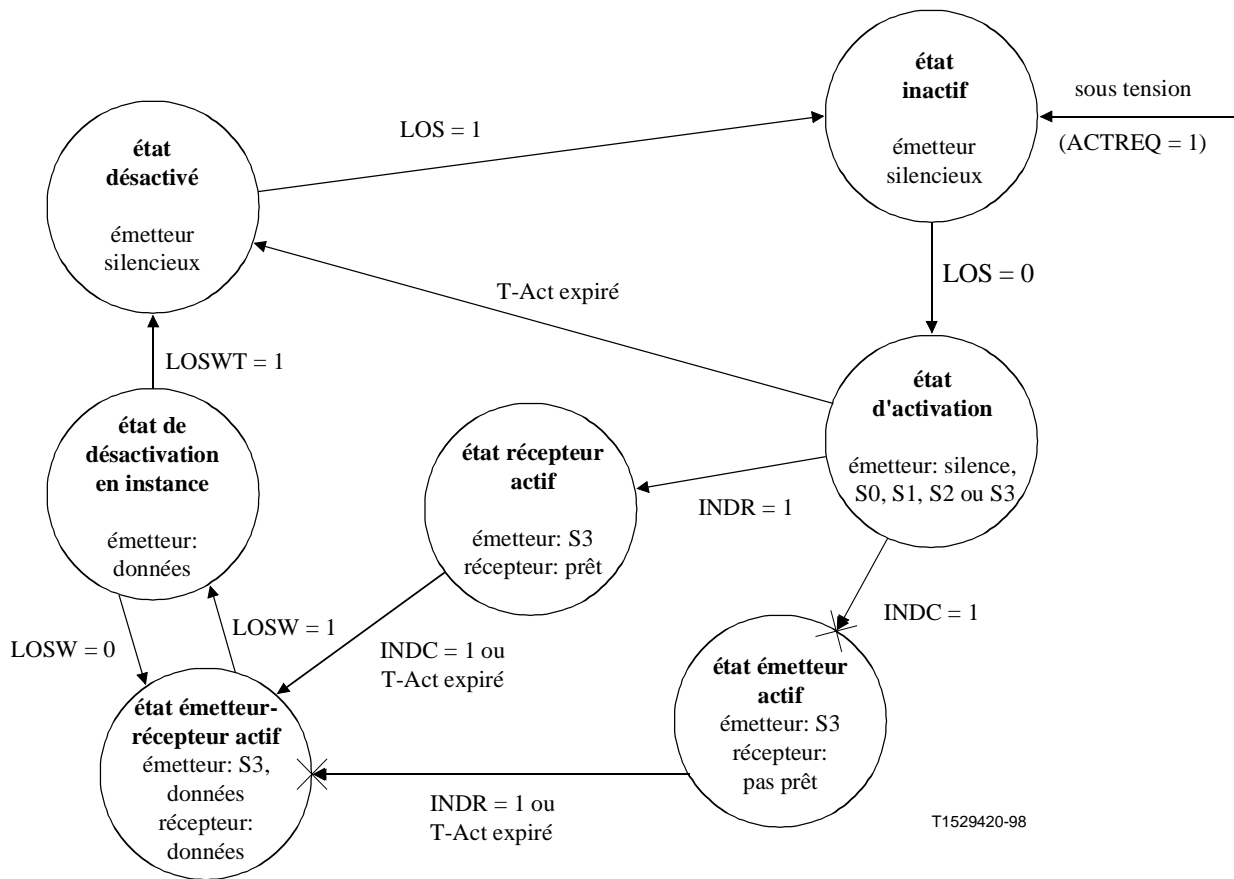


Figure B.19/G.991.1 – Diagramme de l'émetteur-récepteur HDSL à l'état d'activation de boucle de l'unité NTU

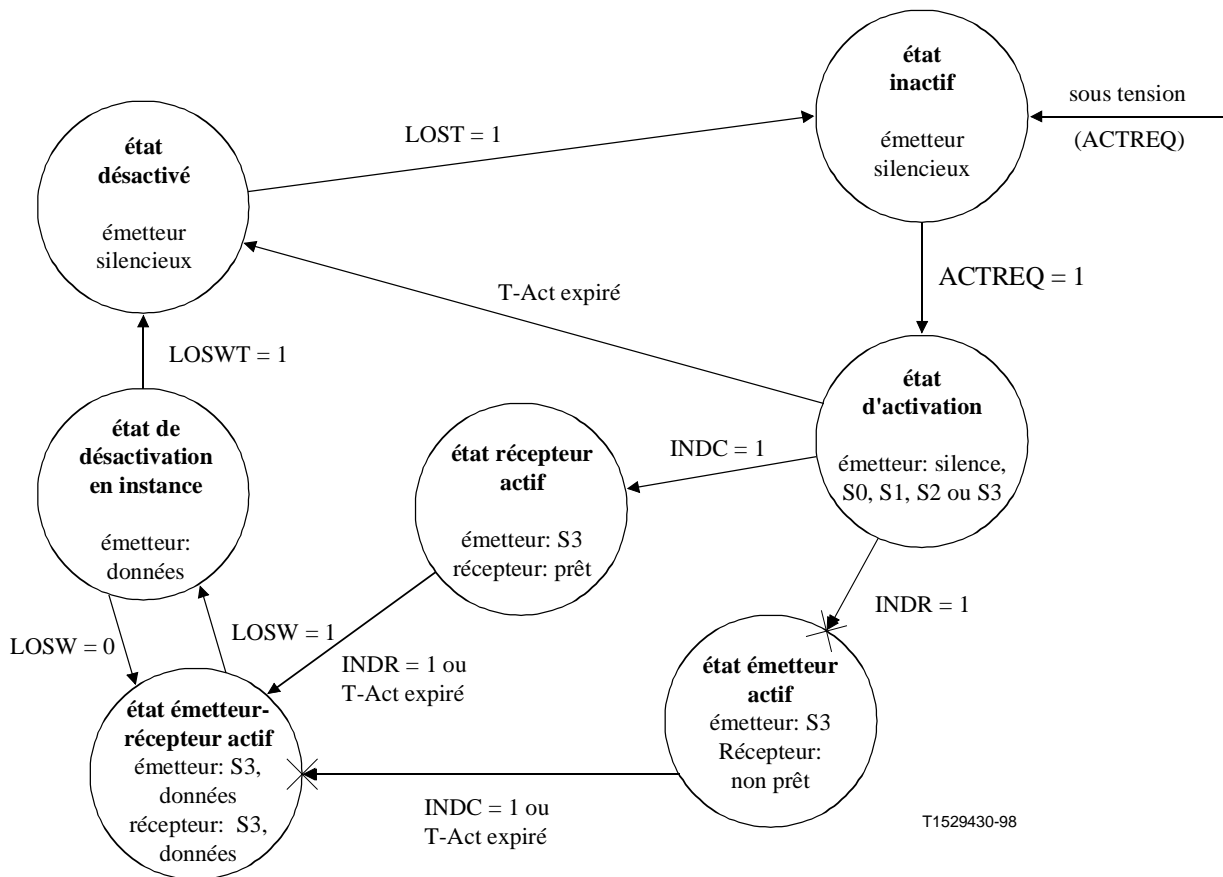


Figure B.20/G.991.1 – Diagramme de l'émetteur-récepteur HDSL à l'état d'activation de boucle de l'unité LTU

B.5.6.7.1 Etats de l'émetteur-récepteur HDSL à l'unité NTU

La commande QUIET (mise au repos) dans n'importe quel état (sauf l'état inactif) cause la transition à l'état désactivé. La commande QUIET, dans l'état inactif, ne cause aucune transition. Lorsque le système est mis sous tension, il passe à l'état inactif après avoir terminé tous les essais automatiques.

Certaines des transitions dans les diagrammes d'état dépendent de la détection de l'état INDC = 1 dans les données entrantes. L'émetteur-récepteur de l'unité LTU déterminera que INDC = 1 seulement s'il détecte cette condition dans six trames HDSL consécutives.

B.5.6.7.1.1 Etat inactif

A l'état inactif, les émetteurs des émetteurs-récepteurs d'unité NTU sont silencieux, LOSW = 1 et LOS = 1. Les émetteurs-récepteurs de l'unité NTU attendent la détection du signal (S0) provenant de l'émetteur-récepteur de l'unité LTU. Dès la détection de ce signal, l'unité NTU passe à l'état d'activation (LOS = 0).

B.5.6.7.1.2 Etat d'activation

A l'état d'activation, le signal transmis peut être S0, S1, S2, S3 ou silence. Lorsque l'émetteur-récepteur de l'unité NTU passe de l'état inactif à cet état, il déclenche la temporisation T-Act et lance la transmission du signal RS0 à partir de l'émetteur-récepteur de la voie sur laquelle a été reçu CS0. L'activation de l'unité LTU/NTU se déroule de la façon décrite au B.5.6.5. Lorsque l'unité NTU transmet le signal RS3 et que le mot de synchronisation (CS3) est détecté, LOSW = 0. Si INDR = 1, l'émetteur-récepteur de l'unité NTU passe à l'état récepteur actif. Lorsque l'unité NTU détecte CS3

arrivant de l'émetteur-récepteur de l'unité LTU et que $INDC = 1$, l'émetteur-récepteur de l'unité NTU passe à l'état émetteur actif. Si la temporisation T-Act expire avant la détection de CS3, l'émetteur-récepteur de l'unité NTU passe à l'état désactivé.

B.5.6.7.1.3 Etat récepteur actif

A l'état récepteur actif, $INDC = 0$, $INDR = 1$ et l'émetteur-récepteur de l'unité NTU transmet le signal S3. En même temps, l'unité NTU est prête à recevoir les données provenant de l'unité LTU. Si l'unité NTU détecte, à partir de S3 en provenance de l'unité LTU, que $INDC = 1$, ou si la temporisation T-Act expire, l'unité NTU passe à l'état émetteur-récepteur actif. Si la synchronisation de trame n'a pas été établie, l'unité NTU continue de surveiller la synchronisation de trame conformément à la Figure B.19.

B.5.6.7.1.4 Etat émetteur actif

A l'état émetteur actif, $INDC = 1$, $INDR = 0$ et l'unité NTU transmet RS3. En même temps, l'émetteur-récepteur de l'unité NTU reçoit CS3. Lorsque la synchronisation de trame est établie, que $INDR = 1$ ou que la temporisation T-Act expire, l'unité NTU passe à l'état émetteur-récepteur actif. L'unité NTU continue de surveiller la synchronisation de trame, si elle n'est pas établie, conformément à la Figure B.19.

B.5.6.7.1.5 Etat émetteur-récepteur actif

Au moment du passage à l'état émetteur-récepteur actif, la temporisation T-Act est désactivée. Le signal transmis est S3 ou un signal de données.

Si la synchronisation de trame HDSL se perd ($LOSW = 1$), l'unité NTU passe à l'état de désactivation en instance.

B.5.6.7.1.6 Etat de désactivation en instance

A l'état de désactivation en instance, $LOSW = 1$, et le signal transmis est S3 (données). Lorsque l'unité NTU passe à cet état, une temporisation de 2 secondes se déclenche. Si la synchronisation de trame HDSL est rétablie, $LOSW = 0$ et l'unité NTU retourne à l'état émetteur-récepteur actif. A l'expiration de la temporisation de 2 secondes, $LOSWT = 1$ et la NTI passe à l'état désactivé.

B.5.6.7.1.7 Etat désactivé

A l'état désactivé, aucune énergie n'est transmise vers la ligne (silence) et $LOSW = 0$. Lorsque l'unité NTU passe à cet état, elle recherche la puissance des signaux provenant de l'unité LTU. Si aucune puissance n'est détectée ($LOS = 1$), l'unité NTU passe à l'état inactif.

B.5.6.7.2 Etats de l'émetteur-récepteur HDSL à l'unité LTU

La commande QUIET (mise au repos) dans n'importe quel état (sauf l'état inactif) cause une transition vers l'état désactivé. La commande QUIET dans l'état inactif ne cause pas de transition. Lorsque le système est mis sous tension, il passe à l'état inactif après avoir effectué tous les essais automatiques.

Certaines des transitions des diagrammes d'état dépendent de la détection de l'état $INDR = 1$ dans S3 (données) d'arrivée. L'unité LTU décide que $INDR = 1$ seulement si elle détecte cette condition dans six trames HDSL consécutives.

B.5.6.7.2.1 Etat inactif

A l'état inactif, les émetteurs de l'unité LTU sont silencieux et $LOSW = 1$. L'unité LTU attend la commande $ACTREQ = 1$, puis passe à l'état d'activation.

B.5.6.7.2.2 Etat d'activation

A l'état d'activation, le signal transmis peut être $S0$, $S1$, $S2$ ou $S3$. Lorsque l'unité LTU passe de l'état inactif à cet état, elle commence à transmettre le signal $S0$. Lorsqu'un émetteur-récepteur d'unité LTU détecte pour la première fois le signal $S0$ en provenance de l'unité NTU, il déclenche la temporisation T-Act et l'activation s'effectue de la façon décrite au B.5.6.4. Durant la transmission du signal $S3$, $LOSW = 0$ lorsque la synchronisation de trame HDSL est détectée. Si l'unité LTU détecte, à partir des données provenant de l'unité NTU, que $INDR = 1$, l'unité LTU passe à l'état émetteur actif. Si $INDC = 1$, l'unité LTU passe à l'état récepteur actif. A l'expiration de la temporisation T-Act, l'unité LTU passe à l'état désactivé.

B.5.6.7.2.3 Etat récepteur actif

A l'état récepteur actif, $INDC = 1$, $INDR = 0$ et l'émetteur-récepteur de l'unité LTU transmet $S3$. En même temps, l'unité LTU est prête à recevoir des données provenant de l'unité NTU. Si l'unité LTU détecte, à partir de $S3$ provenant de l'unité NTU, que $INDR = 1$, ou à l'expiration de la temporisation T-Act, l'unité LTU passe à l'état émetteur-récepteur actif. L'unité LTU continue de surveiller la synchronisation de trame conformément à la Figure B.20.

B.5.6.7.2.4 Etat émetteur actif

A l'état émetteur actif, $INDC = 0$, $INDR = 1$ et l'unité LTU transmet $S3$. En même temps, l'unité LTU reçoit $S3$ en provenance des émetteurs-récepteurs HDSL à l'unité NTU. Lorsque $INDC = 1$ ou à l'expiration de la temporisation T-Act, l'unité LTU passe à l'état émetteur-récepteur actif. L'unité LTU continue de surveiller la synchronisation de trame conformément à la Figure B.20.

B.5.6.7.2.5 Etat actif

Au passage à l'état émetteur-récepteur actif, la temporisation T-Act est désactivée. Le signal transmis est $S3$ (données).

Si la synchronisation de trame HDSL se perd ($LOSW = 1$), l'unité LTU passe à l'état de désactivation en instance.

B.5.6.7.2.6 Etat de désactivation en instance

A l'état de désactivation en instance, $LOSW = 1$, et le signal transmis est $S3$ (données). Lorsque l'unité LTU passe à cet état, une temporisation de 2 secondes se déclenche. Si la synchronisation de trame HDSL se rétablit, $LOSW = 0$ et l'unité LTU retourne à l'état émetteur-récepteur actif. A l'expiration de la temporisation de 2 secondes, $LOSWT = 1$ et l'unité LTU passe à l'état désactivé.

B.5.6.7.2.7 Etat désactivé

A l'état désactivé, aucune énergie n'est transmise vers la ligne (silence) et $LOSW = 1$. Lorsque l'unité LTU passe à cet état, elle recherche la puissance des signaux provenant de l'unité NTU. Si aucune puissance n'est détectée ($LOS = 1$), une temporisation de 1 seconde se déclenche. A l'expiration de la temporisation ($LOST = 1$), l'unité LTU passe à l'état inactif.

B.5.6.7.3 Machine à états de synchronisation HDSL

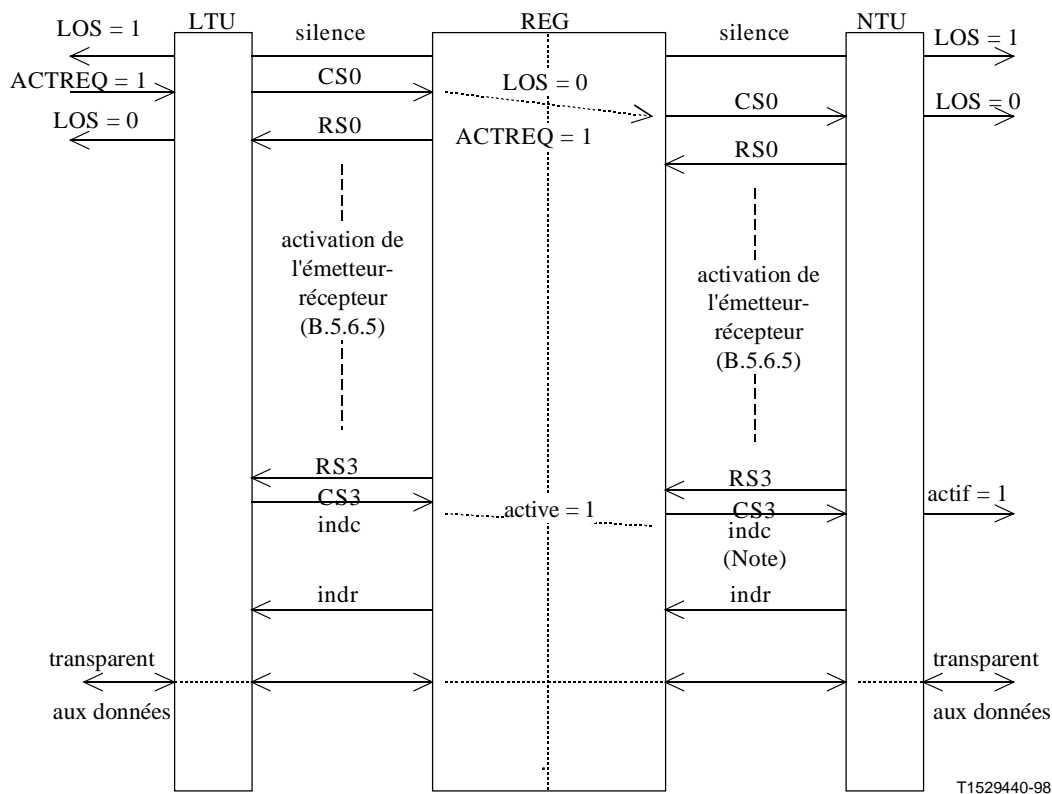
Voir la description de la machine à états de synchronisation HDSL au 5.6.5.3.

B.5.6.8 Procédures relatives aux régénérateurs

Afin de permettre la transmission de données sur des distances supérieures à celles que permet d'atteindre une liaison HDSL unique, un régénérateur (REG) est nécessaire. La prise en charge du régénérateur s'impose uniquement lorsque le code en treillis à 8 états bidimensionnels est pris en charge.

Un REG distinct doit être prévu pour chaque paire. Le REG se compose de deux parties, REG-R pour l'interfaçage avec l'unité LTU et REG-C pour l'interfaçage avec l'unité NTU. Une connexion interne entre REG-R et REG-C assure les communications entre les deux parties durant le déclenchement et en fonctionnement normal.

Le schéma fonctionnel de la Figure B.21 montre la séquence de déclenchement de la liaison entre les unités LTU et NTU. A noter que, bien que le schéma fonctionnel indique la transmission de CS0 provenant du REG en réponse à la détection de CS0 provenant de l'unité LTU, la transmission de CS0 peut être retardée jusqu'à ce que la base de temps récupérée à partir de l'unité LTU se soit stabilisée.



NOTE – La transmission d'indc par l'intermédiaire de l'unité NTU a lieu uniquement après que les liaisons des extrémités distantes et de réseau sont devenues actives. Comme une liaison peut terminer son déclenchement avant l'autre, la transmission d'indc par l'intermédiaire de l'unité NTU peut être retardée au REG ou se produire dès que la liaison distante devient active.

Figure B.21/G.991.1 – Procédure de déclenchement avec régénérateur

B.5.6.9 Mécanisme d'identification des paires dans un système à deux paires

La procédure d'identification des paires (trajets) pour CAP-HDSL repose sur l'identification des boucles contenue dans les messages utilisés pour envoyer les coefficients de Tomlinson, de la façon

décrite au B.5.6.5.5. Les émetteurs-récepteurs d'unité NTU adoptent l'identification reçue de l'unité LTU durant cette phase de déclenchement. Le multiplexage (démultiplexage) des trames HDSL à destination (en provenance) de la trame de base à l'unité NTU s'adapte à cette identification des paires.

B.5.7 Exploitation et maintenance

Voir aux 5.7, 5.7.1, 5.7.2, 5.7.3 et 5.7.4 les exigences relatives à l'exploitation et à la maintenance, y compris la description des messages pris en charge par le noyau. La seule exception concerne l'identification des paires. Le mécanisme d'identification des paires pour un système à deux paires est décrit au B.5.6.9.

B.5.7.1 Comportement des régénérateurs

B.5.7.1.1 Réponse à LOS/LFA

Voir au 5.7.5.1 la réponse requise des régénérateurs à LOS/LFA.

B.5.7.1.2 Fonctionnement du bouclage 1A

L'activation du bouclage 1A dans n'importe quel sous-système de l'émetteur-récepteur est commandée par l'unité LTU, à l'aide du message eoc approprié décrit au 5.5. La demande de bouclage ne peut être lancée qu'après l'activation de la liaison HDSL.

La demande de bouclage peut être transmise vers le REG dès que le signal S3, conforme au B.5.6, est transmis dans la direction LTU → NTU. Une fois que le message eoc a été détecté dans le REG, la boucle se ferme de façon appropriée.

Si la liaison est déjà active, l'unité de commande du REG ferme la boucle dès que le message eoc a été détecté. La procédure détaillée permettant d'atteindre l'état de bouclage synchrone relève du fournisseur. (Il peut s'avérer nécessaire de réinitialiser l'émetteur-récepteur REG-C, afin que ses coefficients d'égaliseur et d'annuleur d'écho puissent converger dans les conditions de bouclage.) Une boucle correctement fermée peut être détectée dans l'unité LTU par l'évaluation des bits Z reçus valides ou par d'autres moyens.

Le bouclage est transparent, c'est-à-dire que le signal de bouclage est également transmis vers l'unité NTU.

Durant un bouclage 1A actif, l'action des bits de service HDSL doit être conforme à ce qui suit:

- la voie eoc n'est pas bouclée, mais elle est pleinement utilisée entre l'unité LTU et le REG, selon la description du B.5.5, tant que les messages envoyés par l'unité LTU contiennent l'adresse "10" du REG. A la détection de toute autre adresse, le REG insère le message "Maintien d'état" (Hold State) avec sa propre adresse, pour fins de transmission dans la direction REG → LTU;
- tous les bits indicateurs, sauf les bits hrp, rega, rrbe spécifiques au REG, qui se comportent normalement, sont retournés par bouclage.

Pour désactiver un bouclage 1A, l'unité LTU transmet le message "Retour à la normale" (Return to Normal) avec l'adresse "10" sur la voie eoc. Après avoir détecté ce message, l'unité de commande de REG désactive automatiquement l'émetteur-récepteur REG-C et annule l'opération de bouclage.

Si la liaison HDSL entre l'unité LTU et le REG est encore active, l'unité de commande de REG commence immédiatement à activer la liaison entre le REG et l'unité NTU, de la façon décrite au B.5.6.

La réussite de la procédure de déclenchement peut être détectée à l'unité LTU par la réception d'indr ou par un autre moyen.

B.5.8 Caractéristiques électriques des émetteurs-récepteurs à modulation CAP

B.5.8.1 Généralités

Le présent sous-paragraphe décrit les caractéristiques électriques d'un émetteur-récepteur HDSL unique.

Les caractéristiques électriques des émetteurs-récepteurs HDSL doivent permettre de satisfaire aux exigences de qualité de fonctionnement des différentes applications. De plus, les caractéristiques électriques spécifiques ci-dessous sont requises.

Un moyen doit être prévu pour permettre l'essai des caractéristiques électriques d'un émetteur-récepteur unique.

B.5.8.2 Impédance de l'émetteur-récepteur et affaiblissement d'adaptation

L'impédance nominale du point d'attaque à l'interface de ligne de l'émetteur-récepteur doit être de 135 ohms.

L'affaiblissement d'adaptation minimal par rapport à 135 ohms, dans la bande des fréquences de 1 kHz à 1 MHz, doit être tel qu'indiqué sur la Figure B.22 (16 dB de f_1 à f_2 , avec montée de 20 dB/décade aux basses fréquences et chute de 20 dB/décade aux hautes fréquences jusqu'au minimum de 0 dB).

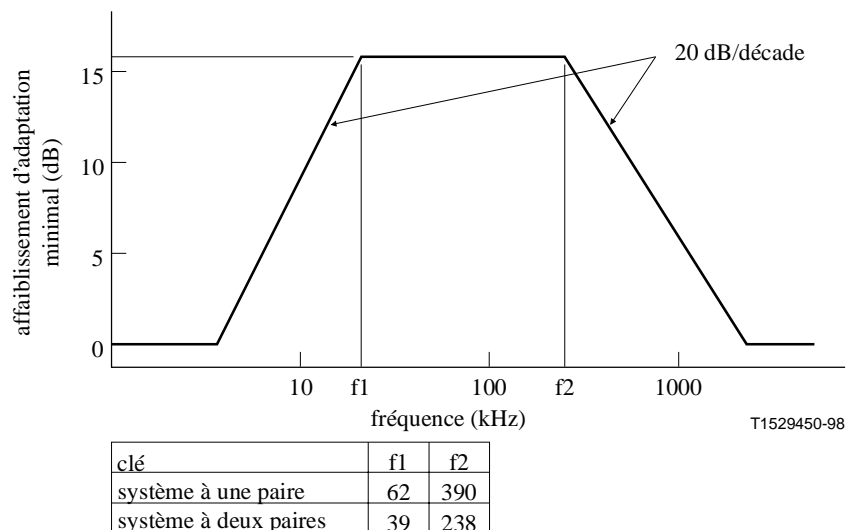


Figure B.22/G.991.1 – Affaiblissement d'adaptation minimal d'un émetteur-récepteur

B.5.8.3 Horloge de référence d'émetteur-récepteur

B.5.8.3.1 Horloge des systèmes à une paire

L'horloge de référence de l'émetteur-récepteur des systèmes à une paire doit assurer un débit de symboles dans la plage de 386,667 kbauds \pm 90 ppm.

B.5.8.3.2 Horloge des systèmes à deux paires

L'horloge de référence des émetteurs-récepteurs des systèmes à deux paires doit assurer un débit de symboles dans la plage de 233,60 kbauds \pm 110 ppm.

B.5.8.4 Caractéristiques de sortie de l'émetteur

Sauf indication contraire, les spécifications ci-dessous s'appliquent en présence d'une impédance de charge résistive de 135 ohms.

B.5.8.4.1 Puissance totale

B.5.8.4.1.1 Puissance totale d'un système à deux paires

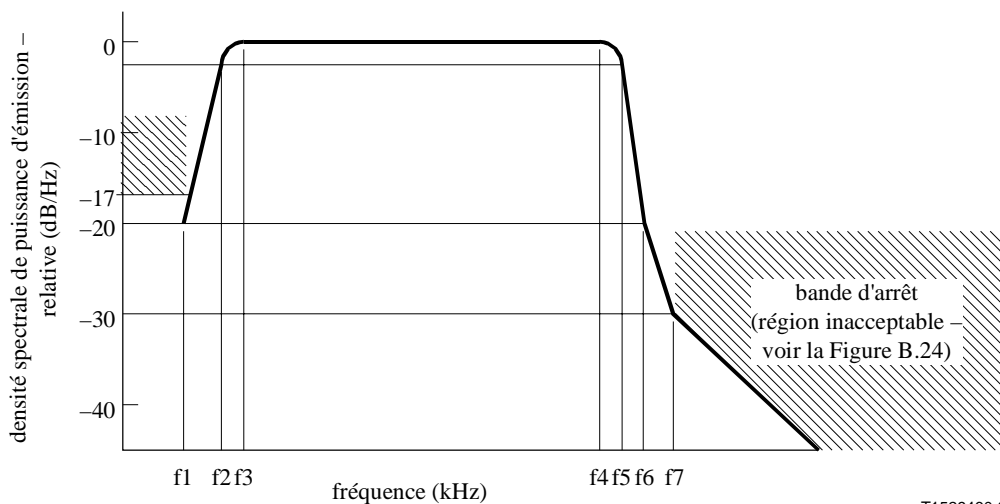
La puissance d'émission moyenne à la sortie de l'émetteur, à l'exclusion de la puissance d'alimentation à distance, doit être de 13 à 14 dBm (mode haute puissance) ou de 6 à 8 dBm (mode basse puissance) dans une terminaison de 135 ohms. Le sous-paragraphe B.5.6.5.2 décrit la sélection des modes haute puissance et basse puissance.

B.5.8.4.1.2 Puissance totale d'un système à une paire

La puissance d'émission moyenne à la sortie de l'émetteur, à l'exclusion de la puissance d'alimentation à distance, doit être de 15 à 16 dBm (mode haute puissance) ou de 8 à 10 dBm (mode basse puissance) dans une terminaison de 135 ohms. Le sous-paragraphe B.5.6.5.2 décrit la sélection des modes haute puissance et basse puissance.

B.5.8.4.2 Densité spectrale de puissance

La Figure B.23 présente le modèle du spectre des signaux transmis HDSL à modulation CAP. Le modèle indique la densité spectrale de puissance (PSD, *power spectral density*) dans la bande passante nominale. Aux fréquences inférieures à f3 et supérieures à f4, indiquées par la ligne en pointillé, le modèle ne s'applique qu'aux fréquences critiques spécifiées. La forme nominale du spectre des signaux transmis correspond à la racine carrée d'un cosinus surélevé, avec une largeur de bande excédentaire nominale de 15 pour cent. Les points nominaux de 3 dB dans le spectre se situent à f2 et à f5. C'est ce qui est appelé la bande passante dans la présente spécification. Les spectres d'un émetteur-récepteur pour les systèmes à une paire et à deux paires sont respectivement centrés sur des fréquences de 226,33 kHz et de 138,30 kHz.



T1529460-98

| clé | f1 | f2 | f3 | f4 | f5 | f6 | f7 |
|-----------------------|------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|
| système à deux paires | 3,98 | 21,50 | 39,02 | 237,58 | 255,10 | 272,62 | 297 |
| système à une paire | 4,00 | 33,00 | 62,00 | 390,67 | 419,67 | 448,67 | 489,02 |

Figure B.23/G.991.1 – Densité spectrale de puissance de transmission HDSL à modulation CAP

La densité spectrale de puissance du signal dans la bande de fréquences au-dessous de f_1 doit se situer à au moins 17 dB au-dessous de la densité nominale de puissance du signal dans la bande passante. La densité spectrale de puissance du signal aux fréquences supérieures à f_7 doit être conforme aux exigences indiquées sur la Figure B.24.

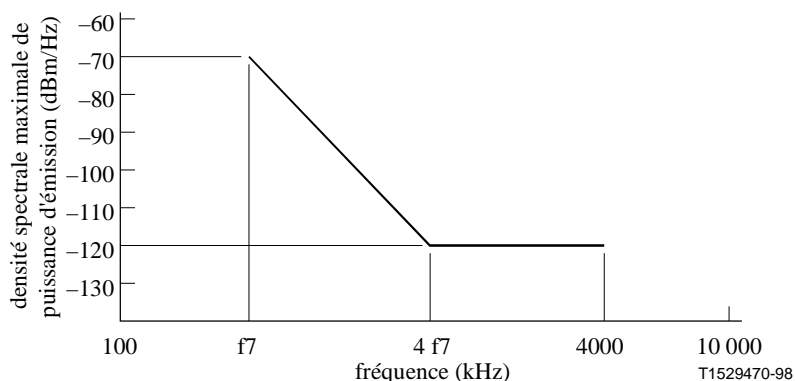


Figure B.24/G.991.1 – Puissance hors bande maximale du signal

A l'intérieur de la bande entre les fréquences de f_3 et f_4 , la densité spectrale (dBm/Hz) à l'une ou l'autre des fréquences doit se situer à ± 1 dB de la densité moyenne dans la bande (cela signifie que, pour les émetteurs-récepteurs à deux paires, le rapport puissance/Hz doit se trouver dans la plage de $-40 \pm 1,5$ dBm). Par ailleurs, dans le cas des émetteurs-récepteurs à une paire, la densité spectrale maximale à l'une ou l'autre des fréquences ne doit pas excéder -40 dBm/Hz.

La densité spectrale à f_2 et f_5 doit être de -3 ± 1 dB par rapport à la densité spectrale moyenne dans la bande de f_3 à f_4 . La densité spectrale à f_1 et f_6 doit être de $-20 \pm 3,0$ dB par rapport à la densité spectrale moyenne dans la bande de f_3 à f_4 . De plus, le spectre doit satisfaire aux limites données sur la Figure B.24.

B.5.8.5 Déséquilibre par rapport à la terre

B.5.8.5.1 Affaiblissement de conversion longitudinale (LCL)

Le LCL est donné par l'expression suivante:

$$\text{LCL} = 20 \log (e_l/e_m) \text{ dB}$$

où e_l est la tension longitudinale appliquée par rapport à la terre de l'immeuble, et e_m est la tension métallique résultante (mode transversal) apparaissant aux bornes d'une terminaison de 135 ohms.

Le LCL du système doit satisfaire aux exigences de la Figure B.25.

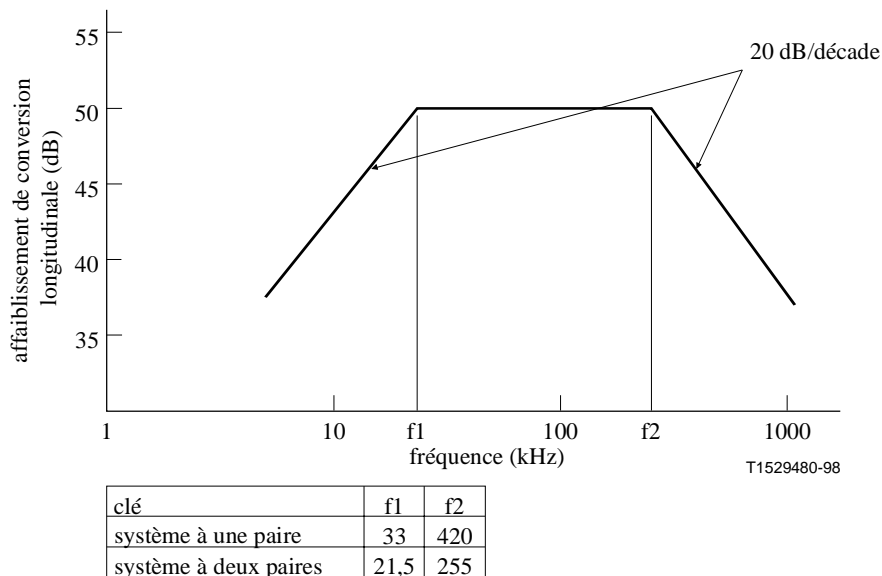


Figure B.25/G.991.1 – Affaiblissement minimal de conversion longitudinale (LCL)

Voir à la Figure 29 une description d'une méthode de mesure de l'affaiblissement de conversion longitudinale. Pour l'utilisation directe de cette configuration d'essai, la mesure doit être effectuée alors que l'unité LTU est sous tension, mais inactive (aucun signal transmis).

B.5.8.5.2 Tension de sortie longitudinale

La composante longitudinale du signal de sortie doit comporter une tension efficace < -50 dBV dans la gamme des fréquences de f_1 à f_2 spécifiée sur la Figure B.25, dans n'importe quelle largeur de bande équivalant à 4 kHz pour une moyenne établie sur une période quelconque de 1 seconde. Il est nécessaire de respecter cette limite pour une terminaison longitudinale présentant une impédance de 100 ohms en série avec une capacité nominale de 0,15 μ F. (pour les spécifications en matière d'EMC voir 8.4).

Voir à la Figure 25 une description d'une méthode de mesure de la tension de sortie longitudinale. Pour utiliser directement cette configuration d'essai, l'élément IUT (unité LTU, unité NTU ou REG) doit pouvoir produire un signal en l'absence d'un signal provenant de l'extrémité distante.

La référence de base de ces mesures doit être le niveau de terre de l'immeuble.

B.5.9 Qualité de fonctionnement des différents émetteurs-récepteurs HDSL

B.5.9.1 Exigences de qualité de fonctionnement

Les limites de qualité de fonctionnement du système global sont définies pour les applications spécifiques dont des exemples sont donnés à l'Appendice I. La qualité de fonctionnement des différents émetteurs-récepteurs HDSL doit être telle que les limites globales de qualité de fonctionnement sont atteintes. Comme ni le signal de 1168 kbit/s ni le signal de 2320 kbit/s des différents émetteurs-récepteurs n'est disponible à une interface externe pour fins d'essai, on ne considère pas qu'il est possible de surveiller la qualité de fonctionnement des différents émetteurs-récepteurs HDSL. Pour les fins de la conformité, chaque système HDSL doit respecter les critères de qualité de fonctionnement définis pour l'application appropriée.

B.5.9.2 Modèles physiques DLL pour fins d'essai en laboratoire

Le sous-paragraphe B.6.2 définit certains modèles représentatifs des DLL (boucles d'essai) pour l'évaluation de la qualité de fonctionnement des émetteurs-récepteurs dans les systèmes de transmission.

B.5.9.3 Gigue et dérapage

B.5.9.3.1 Généralités

Les limites de gigue et de qualité de fonctionnement des systèmes de transmission HDSL sont spécifiées pour certaines applications (voir l'Appendice I). Ces limites sont spécifiées aux interfaces d'application pour des applications spécifiques. Les limites spécifiées ici visent à assurer la compatibilité des unités LTU et NTU provenant de fabricants différents, c'est-à-dire de faire en sorte que les limites de qualité de fonctionnement soient atteintes par des systèmes employant des unités LTU et NTU provenant de fabricants différents.

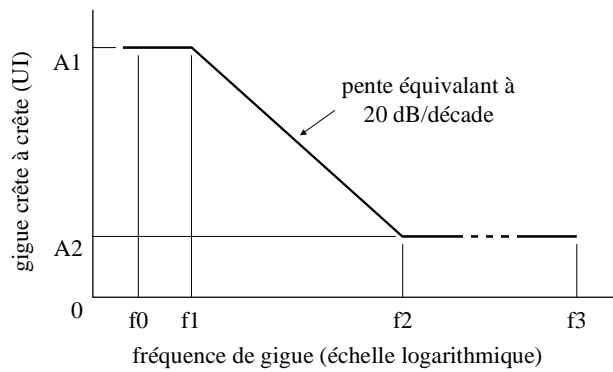
Les limites ci-dessous s'appliquent aux interfaces de ligne de transmission des émetteurs-récepteurs. En raison de la transmission bidirectionnelle sur la ligne bifilaire et du grave problème de brouillage intersymbole, aucune transition de signal bien définie n'est toutefois disponible pour le signal sur deux fils. Il est donc nécessaire de produire des sorties d'horloge de référence permettant de contrôler les exigences ci-dessous.

Il est essentiel que les limites de gigue indiquées ci-dessous soient satisfaites, quelle que soit la longueur de la ligne locale, à condition qu'elles soient couvertes par les caractéristiques du support de transmission indiquées au B.5.2. L'embrouilleur spécifié au B.5.3.4 fait en sorte que, si les limites sont satisfaites pour une séquence binaire, elles le seront aussi pour toutes les séquences binaires pouvant être transmises. Dans le présent sous-paragraphe, la gigue est spécifiée en intervalles unitaires (UI, *unit interval*), égaux aux intervalles des symboles, aux débits de symboles de ligne nominaux. Les débits de symboles et les UI sont les suivants:

- émetteur-récepteur pour un système à une paire: 386,667 kbauds et UI = 2,586 μ s
- émetteur-récepteur pour un système à deux paires: 233,600 kbauds et UI = 4,281 μ s

B.5.9.3.2 Tolérance de gigue d'entrée à l'émetteur-récepteur HDSL de l'unité NTU

L'unité NTU doit atteindre les objectifs de qualité de fonctionnement spécifiés pour certaines applications (voir l'Appendice I), les caractéristiques de dérapage et de gigue se superposant aux impulsions d'horloge de la source de signaux d'essai du signal reçu et le débit de symboles du signal reçu prenant une valeur quelconque dans la plage d'horloge permise de l'émetteur-récepteur, spécifiée au B.5.8.3, mais avec une variation atteignant ± 25 ppm. Le dérapage et la gigue doivent présenter des caractéristiques sinusoïdales aux amplitudes maximales définies à la Figure B.26 pour les valeurs spécifiées au Tableau B.7 dans le cas de fréquences uniques à l'intérieur de la plage de 0,1 Hz jusqu'à f_3 .



T1529490-98

Figure B.26/G.991.1 – Limite de gigue et de dérapage pour fréquence unique

Tableau B.7/G.991.1 – Paramètres de gigue et de dérapage pour fréquence unique

| | Amplitude de crête | | Fréquence | | | |
|------------|-----------------------------|------------------------------|-----------|---------|-------|--------|
| | A1 | A2 | f0 | f1 | f2 | f3 |
| Entrée NTU | 0,25 U _{cr.} à cr. | 0,005 U _{cr.} à cr. | 0,10 Hz | 0,20 Hz | 20 Hz | 20 kHz |
| Entrée LTU | | 0,005 U _{cr.} à cr. | | | 20 Hz | 20 kHz |

B.5.9.3.3 Limites de la gigue de sortie d'un émetteur-récepteur HDSL dans une unité NTU

Alors que le signal reçu de l'émetteur-récepteur de l'unité NTU présente le maximum de dérapage et de gigue aux différentes fréquences d'entrée indiquées sur la Figure B.26, le dérapage et la gigue du signal transmis de l'unité NTU vers l'unité LTU doivent être conformes aux indications ci-dessous. [A noter qu'avec les fonctions d'ajout et de suppression spécifiées au B.5.4, la gigue superposée au signal d'entrée (interface d'application) de l'unité NTU n'a aucune incidence sur la gigue du signal de sortie de l'émetteur-récepteur de l'unité NTU.]

La gigue maximale du signal de sortie de l'unité NTU doit être égale ou inférieure à celle indiquée au Tableau B.8. La mesure B1 est obtenue à l'aide d'un filtre passe-bande caractérisé par une fréquence de coupure inférieure f1 et par une fréquence de coupure supérieure f2. La mesure B2 est effectuée à l'aide d'un filtre semblable caractérisé par des fréquences de coupure f2 et f3. Les filtres passe-bande doivent présenter des pentes de diminution nominale de 6 dB/octave au-dessus et au-dessous des fréquences de coupure.

L'écart maximal (de crête) entre la phase du signal à la sortie de l'émetteur-récepteur de l'unité NTU et la différence nominale (moyenne à long terme) par rapport à la phase d'entrée de l'émetteur-récepteur de l'unité NTU (en provenance de l'unité LTU) ne doit pas excéder 0,2 UI. Ainsi:

$$\max |\Phi_{\text{inst.}} - \Phi_{\text{average}}| \leq 0,2 \text{ UI}$$

où:

Φ_{inst} = phase instantanée du signal émis par l'unité NTU relativement à la phase moyenne du signal reçu par l'unité NTU

Φ_{moyenne} = moyenne à long terme du déphasage entre les signaux émis et reçus par l'unité NTU

Tableau B.8/G.991.1 – Gigue/dérépage maximal de sortie

| | Gigue maximale | | Paramètres des filtres de mesure | | |
|-----|------------------|-------------------|----------------------------------|------|--------|
| | B1 = f1-f2 | B2 = f2-f3 | f1 | f2 | f3 |
| NTU | 0,25 UIcr. à cr. | 0,005 UIcr. à cr. | 0,2 Hz | 2 Hz | 20 kHz |
| LTU | 0,25 UIcr. à cr. | 0,005 UIcr. à cr. | 0,2 Hz | 2 Hz | 20 kHz |

B.5.9.3.4 Tolérance de la gigue d'entrée d'un émetteur-récepteur HDSL d'unité LTU

L'unité LTU doit atteindre les objectifs de qualité de fonctionnement spécifiés pour certaines applications (voir l'Appendice I), les caractéristiques de dérépage et de gigue se superposant aux impulsions d'horloge de la source des signaux d'essai du signal reçu et le débit de symboles du signal reçu prenant une valeur quelconque dans la plage d'horloge permise de l'émetteur-récepteur, spécifiée au B.5.8.3, avec une variation atteignant ± 25 ppm. Le dérépage et la gigue doivent présenter des caractéristiques sinusoïdales aux amplitudes maximales définies à la Figure B.26 pour les valeurs spécifiées au Tableau B.7 dans le cas de fréquences uniques à l'intérieur de la plage de 0,1 Hz jusqu'à f3. A noter que le dérépage du signal d'entrée se limite au dérépage de sortie de l'unité LTU, conformément à l'exigence du B.5.9.3.3 selon laquelle la sortie de l'unité NTU doit suivre l'entrée de l'unité NTU avec un écart d'au plus 0,2 UI.

B.5.9.3.5 Limites de la gigue de sortie d'un émetteur-récepteur HDSL d'unité LTU

La gigue et le dérépage maximaux du signal transmis de l'unité LTU vers l'unité NTU doivent être conformes au Tableau B.8. (A noter que le flux binaire transmis est synchronisé par rapport à une horloge locale dans l'émetteur-récepteur d'unité LTU et que, par conséquent, le dérépage est déterminé par la stabilité de l'horloge et la gigue est déterminée par un circuit de décomptage utilisé pour déterminer la fréquence d'horloge du débit des symboles.)

B.6 Spécifications des circuits communs

B.6.1 Tampon de différence de retard

Afin de compenser toute différence dans la durée de transmission totale des trames HDSL sur des paires différentes, en raison des différences entre les paires décrites au 5.2.4.2 ainsi que des retards dus au traitement des signaux dans les émetteurs-récepteurs HDSL des unités LTU et NTU et peut-être du REG, un tampon de différence de retard doit être implémenté aux circuits communs. Ce tampon de différence de retard a pour fonction d'aligner les trames HDSL de sorte que les trames de base puissent être rassemblées correctement. Ce tampon doit être à même d'absorber une différence de retard maximale de 60 μ s.

B.6.2 Mesures de qualité de fonctionnement en laboratoire

B.6.2.1 Généralités

Voir les exigences générales au 6.3.1. Les modèles définis des DLL (boucles d'essai) sont reproduits Figure 32. La valeur Y (affaiblissement d'insertion en dB à 150 kHz) pour les système CAP est donnée au Tableau B.9.

Tableau B.9/G.991.1 – Séquence d'essai

| N | Boucle | Direction | Commentaires |
|---|------------------|-----------------|--|
| 1 | n° 1 (Note 1) | Vers l'avant | Y = 0 dB, bruit d'essai de B.6.2.3.1 pour N1 = 300 μ V/ \sqrt Hz et N2 = 30 μ V/ \sqrt Hz |

| N | Boucle | Direction | Commentaires |
|---|---------------|---------------------------|--|
| 2 | n° 2 | Vers l'avant | Y = Y1; (Note 2) bruit d'essai de B.6.2.3.2 et de B.6.2.3.1 pour N1 = 100 $\mu\text{V}/\sqrt{\text{Hz}}$ et N2 = 10 $\mu\text{V}/\sqrt{\text{Hz}}$ |
| 3 | n° 3 | Vers l'avant | Y = Y1; bruit d'essai de B.6.2.3.2 et de B.6.2.3.1 pour N1 = 100 $\mu\text{V}/\sqrt{\text{Hz}}$ et N2 = 10 $\mu\text{V}/\sqrt{\text{Hz}}$ |
| 4 | n° 3 | Vers l'arrière | Y = Y1; bruit d'essai de B.6.2.3.2 et de B.6.2.3.1 pour N1 = 100 $\mu\text{V}/\sqrt{\text{Hz}}$ et N2 = 10 $\mu\text{V}/\sqrt{\text{Hz}}$ |
| 5 | n° 4 | Vers l'avant | Y = Y1; bruit d'essai de B.6.2.3.2 et de B.6.2.3.1 pour N1 = 100 $\mu\text{V}/\sqrt{\text{Hz}}$ et N2 = 10 $\mu\text{V}/\sqrt{\text{Hz}}$ |
| 6 | n° 4 | Vers l'arrière | Y = Y1; bruit d'essai de B.6.2.3.2 et de B.6.2.3.1 pour N1 = 100 $\mu\text{V}/\sqrt{\text{Hz}}$ et N2 = 10 $\mu\text{V}/\sqrt{\text{Hz}}$ |
| 7 | n° 5 | Vers l'avant | Y = Y1; bruit d'essai de B.6.2.3.2 et de B.6.2.3.1 pour N1 = 100 $\mu\text{V}/\sqrt{\text{Hz}}$ et N2 = 10 $\mu\text{V}/\sqrt{\text{Hz}}$ |
| 8 | n° 6 | Vers l'avant | Y = Y1; bruit d'essai de B.6.2.3.2 et de B.6.2.3.1 pour N1 = 100 $\mu\text{V}/\sqrt{\text{Hz}}$ et N2 = 10 $\mu\text{V}/\sqrt{\text{Hz}}$ |
| 9 | n° 6 | Vers l'arrière | Y = Y1; bruit d'essai de B.6.2.3.2 et de B.6.2.3.1 pour N1 = 100 $\mu\text{V}/\sqrt{\text{Hz}}$ et N2 = 10 $\mu\text{V}/\sqrt{\text{Hz}}$ |
| 10 | n° 7 | Vers l'avant | Y = Y1; bruit d'essai de B.6.2.3.2 et de B.6.2.3.1 pour N1 = 100 $\mu\text{V}/\sqrt{\text{Hz}}$ et N2 = 10 $\mu\text{V}/\sqrt{\text{Hz}}$ |
| 11 | n° 7 | Vers l'arrière | Y = Y1; bruit d'essai de B.6.2.3.2 et de B.6.2.3.1 pour N1 = 100 $\mu\text{V}/\sqrt{\text{Hz}}$ et N2 = 10 $\mu\text{V}/\sqrt{\text{Hz}}$ |
| 12 | n° 8 | Vers l'avant | Y = Y1; essai de réjection en mode commun de B.6.2.5 |
| 13 | Note 3 | Vers l'avant et l'arrière | Y = Y2; bruit d'essai de B.6.2.3.1 pour N1 = 300 $\mu\text{V}/\sqrt{\text{Hz}}$ et N2 = 30 $\mu\text{V}/\sqrt{\text{Hz}}$ Pire trajet des essais 1 à 11 |
| 14 | Note 3 | Note 3 | Y = Y3; aucune dégradation ajoutée; pire trajet des essais 1 à 11, BER < 10 ⁻⁸ |
| 15 | n° 2 | Vers l'avant | Y = Y1; essai par impulsions décrit au B.6.2.4.4 |
| 16 | Comme B.6.2.6 | Vers l'avant | Essai par micro-interruptions décrit au B.6.2.6 |
| <p>NOTE 1 – Boucle d'essai = n° 1 signifie que le trajet à l'essai doit être relié à la boucle d'essai #1, conformément à la définition de la Figure 32. Le trajet qui n'est pas à l'essai doit être relié par une boucle fictive, normalement la boucle #1.</p> <p>NOTE 2 – Y1 = 23 dB pour le système à une paire et Y1 = 31 dB pour le système à deux paires, sauf que, afin de déterminer la qualité de fonctionnement en présence de bruit gaussien tronqué (B.6.2.3.2), Y1 doit être réduit de 1 dB. Y2 = Y1 – 10 dB et Y3 = Y1 + 3 dB</p> <p>NOTE 3 – Les essais sont effectués sur le pire trajet dans la pire direction pour les essais 1 à 11, une boucle fictive étant branchée sur le trajet restant. En l'absence d'erreurs, la boucle n° 2 dans le sens vers l'avant pour le trajet A est adoptée par défaut.</p> <p>NOTE 4 – Les essais 1 à 15 doivent être effectués sur toutes les paires. Dans le cas d'un système HDSL à deux paires à installation réduite, les essais doivent porter seulement sur la paire installée.</p> | | | |

B.6.2.2 Configuration d'essai

Voir la description d'une configuration d'essai représentative au 6.3.2 et dans la Figure 34.

La séquence d'essai proposée pour le système HDSL est donnée dans le Tableau B.9

A noter que deux classes distinctes de perturbations ajoutées sont injectées: du bruit d'essai (spécifié aux B.6.2.3.1 et B.6.2.3.2) et des impulsions (définies au 6.3.4.1). Un autre essai (spécifié au 6.3.6) vérifie l'immunité du système aux micro-interruptions.

B.6.2.3 Procédure d'essai par bruit aléatoire

La plus grande partie du bruit sur les lignes de réseau local peut être représentée par la source de bruit artificiel décrite ci-dessous. Les essais doivent être conformes aux indications du Tableau B.9. Les essais doivent être effectués à l'aide du circuit d'injection décrit au 6.3.3.3, et l'étalonnage de la source de bruit et de la boucle d'essai doit être conforme aux spécifications du 6.3.3.4.

B.6.2.3.1 Bruit à facteur de crête bas

Ce bruit artificiel sert à représenter la diaphonie intersystème et intrasystème. Sa définition est telle qu'à peu près la même qualité de fonctionnement est obtenue de mesures en laboratoire utilisant des sources de bruit provenant de différents fournisseurs d'appareils de mesure.

Voir aux 6.3.3.1 et 6.3.3.2 la description du bruit mis en forme à facteur de crête bas.

B.6.2.3.2 Bruit gaussien tronqué

La définition du bruit gaussien tronqué comporte une répartition d'amplitude gaussienne nominale. Le bruit à distribution d'amplitude gaussienne est représentatif de la diaphonie dans le pire cas. La distribution d'amplitude peut toutefois être tronquée au facteur de crête de 5,0.

La densité de bruit doit être de $10 \mu\text{V}/\sqrt{\text{Hz}}$ et maintenir une uniformité nominale entre 10 et 240 kHz. Les essais à l'aide de la source de bruit décrite au 6.3.3 conviennent à l'évaluation des effets d'une amplitude accrue aux fréquences inférieures à 10 kHz.

B.6.2.4 Procédure d'essai par bruit impulsif

B.6.2.4.1 Forme d'onde d'essai par bruit impulsif

Voir les spécifications du bruit impulsif au 6.3.4.1.

B.6.2.4.2 Mesure d'essai par bruit impulsif

L'impulsion d'essai doit être appliquée au système à l'essai, selon les spécifications du 6.3.4.3, dans la configuration d'essai décrite au 6.3.4.2. Les critères de qualité de fonctionnement applicables aux émetteurs-récepteurs des systèmes à une paire et des systèmes à deux paires doivent être conformes aux spécifications du Tableau 21, sauf que la valeur de Y doit respectivement être de 23 dB et de 31 dB.

B.6.2.4.3 Exigences de qualité de fonctionnement visant l'essai par bruit impulsif

Le Tableau 21 indique le taux maximal d'erreur sur les bits pour les trois niveaux de bruit impulsif. L'amplitude crête à crête du bruit impulsif d'essai est donnée en mV (et en dB par rapport à un niveau de référence de 320 mV), la mesure étant effectuée à la sortie du circuit d'injection shunt et avec une résistance de charge de 67,5 ohms.

B.6.2.5 Essai de réjection en mode commun

Voir les exigences de réjection en mode commun au 6.3.5.

B.6.2.6 Essai par micro-interruptions

Voir au 6.3.6.

B.7 Alimentation

Voir les exigences d'alimentation au paragraphe 7.

B.8 Exigences environnementales

Voir les exigences environnementales au paragraphe 8.

APPENDICE I

Exemples spécifiques d'application

I.1 Exigences spécifiques d'application pour l'ADP-RNIS à 2048 kbit/s

I.1.1 Mappage des données à 2048 kbit/s dans une trame HDSL

Comme le sous-paragraphe 5.4 (structure de la trame) le décrit, les données d'application à 2048 kbit/s doivent être mappées dans une trame de base comportant 144 octets, d'une durée de 500 μ s. Les données aux interfaces d'application T et V3 (voir les Figures 1 et 2 et la Recommandation G.962 [1]) comprennent seulement 128 octets par tranche de 500 μ s et les octets inutilisés doivent être remplis au moyen de 16 octets de bourrage, appelés octets Y et R et contenant seulement des 1 binaires, comme l'indique la Figure 6 b). L'utilisation des octets de bourrage pour d'autres fins, comme pour la correction directe d'erreur sans voie de retour, reste à étudier. Afin d'obtenir le découplage complet de la trame HDSL par rapport à la trame de base, ainsi qu'un retard de signal minimal, l'emplacement de l'intervalle de temps 0 dans la trame de base est arbitraire. Cela signifie qu'à l'exception de l'emplacement occupé par les octets de bourrage Y et R, le premier bit de l'intervalle de temps 0 peut apparaître n'importe où dans la trame. De plus, la perte de verrouillage de trames aux interfaces d'application T et V3 n'entraîne pas une resynchronisation des émetteurs-récepteurs HDSL, car la trame de base est transmise de manière entièrement transparente dans les systèmes émetteurs-récepteurs HDSL.

Les bits Z_{m9} à Z_{m48} de la trame HDSL ne sont pas utilisés et sont mis à 1.

I.1.2 Mappage des fonctions de maintenance HDSL à l'interface

Les fonctions de maintenance qui dépendent de l'application, la définition des éléments de fonction (FE, *function element*) pour la signalisation aux interfaces d'application et le codage des éléments FE, en utilisant les bits E, A, Sa5 et Sa6 de l'intervalle de temps 0 dans la trame d'application, sont définis au paragraphe 9/G.962 [1] pour le point de référence V3 et au Tableau 1/I.431 [3] pour le point de référence T. Toutes ces fonctions doivent être accomplies dans les blocs d'interface selon la Figure 1, en évaluant le verrouillage de trames, les configurations de signal et la détection d'erreur CRC-4.

Pour la détection des états "Normal operation of the DS" (fonctionnement normal de la section numérique), "LOS/LFA at line side of the NT1" (LOS/LFA du côté ligne de la terminaison NT1) et "LOS at the line side of the LT" (LOS du côté ligne de la terminaison LT), les fonctions de maintenance "LOS/LFA at line side of the NTU" (LOS/LFA du côté ligne de l'unité NTU) et "Active indication (INDR)" [indication active (INDR)], qui sont créées par le noyau commun à l'unité NTU,

ou "LOS/LFA at LTU line side" (LOS/LFA du côté ligne de l'unité LTU) et "Active indication (INDC)" [indication active (INDC)], qui sont créées par le noyau commun à l'unité LTU, doivent être prises en compte.

La section numérique d'accès doit être considérée comme étant opérationnelle quand toutes les paires d'émetteurs-récepteurs ont indiqué l'achèvement de la procédure d'activation (voir 5.6 ou B.5.6), que l'identification correcte des paires a été obtenue dans la trame de base, comme le décrit 6.2 ou B.5.6.9, et qu'aucune autre condition de défaillance n'est détectée. Si l'une des paires d'émetteurs-récepteurs indique une condition non opérationnelle ou une identification incorrecte des paires, la section numérique d'accès doit être considérée comme n'étant pas opérationnelle.

La seule fonction de maintenance de cette application qui doit être effectuée par le noyau commun est la commande "Loopback 1" (Bouclage 1), telle qu'elle est décrite dans le Tableau I.1.

Tableau I.1/G.991.1 – Bouclage

| Fonction | Localisation | Commandée par | Demandée par l'intermédiaire de |
|--|-------------------------------------|-------------------------------------|---------------------------------|
| Bouclage 1 | Aussi près que possible de la ligne | OAM dans le bloc M de la LTU (Note) | Interface V3 |
| NOTE – Quand la fonction de bouclage 1 est demandée par l'intermédiaire d'une interface V3, un bouclage complet et transparent doit être activé dans tous les émetteurs-récepteurs HDSL du côté ligne de l'unité LTU. Ces bouclages sont gérés par une fonction OAM dans le bloc fonctionnel M de l'unité LTU. | | | |

I.1.3 Qualité de fonctionnement

I.1.3.1 Spécification de la qualité de fonctionnement

La qualité de fonctionnement globale doit être telle que les limites données dans la Recommandation G.826 [B9] puissent être respectées. Aux fins de conformité, un système de transmission HDSL doit satisfaire aux essais spécifiques en laboratoire relatifs à la qualité de fonctionnement définis au 6.3 ou B.6.2.

I.1.3.2 Retard de transfert de signal

Le retard de transfert de signal, soit la valeur moyenne du retard dans les deux sens de transmission entre les points de référence T et V3 définis dans la Recommandation G.962 [1], ne doit pas dépasser 1250 µs, l'affectation pour un système HDSL 2B1Q HDSL devant se faire comme suit:

| | |
|-------|----------|
| LTU | ≤ 450 µs |
| NTU | ≤ 450 µs |
| REG | ≤ 200 µs |
| Ligne | ≤ 150 µs |

I.1.3.3 Spécification d'horloge pour les interfaces externes

I.1.3.3.1 Tolérance de l'horloge de l'unité NTU

La fréquence de l'horloge libre de l'unité NTU est 2048 kHz, avec une tolérance maximale de ±50 ppm.

I.1.3.3.2 Tolérance de l'horloge de l'unité LTU

La fréquence de l'horloge libre de l'unité LTU est 2048 kHz, avec une tolérance maximale de ± 50 ppm.

I.1.3.3.3 Spécification de la gigue

La tolérance à la gigue d'entrée ainsi que la limite de transfert de gigue sont définies en fonction de l'amplitude et de la fréquence d'une gigue d'entrée sinusoïdale qui, lorsqu'elle module une séquence pseudo-aléatoire de $2^{15}-1$ bits dans les intervalles de temps 1 à 31 du flux binaire, ne devrait pas causer d'erreurs sur les bits dans le système de transmission, ni de la gigue à la sortie concernée dépassant les limites définies ci-dessous. Cette méthode d'essai est utilisée pour faciliter les essais et n'est pas, en soi, censée être représentative du type de gigue que l'on trouvera dans les applications pratiques.

La gigue d'entrée admissible est donnée à la Figure I.1, avec les valeurs du Tableau I.2. Les limites de la gigue de sortie figurant au Tableau I.3 doivent être respectées lorsqu'on applique la gigue admissible à l'entrée concernée, la valeur B1 étant mesurée à l'aide d'un filtre passe-bande ayant une fréquence de coupure supérieure de f_4 et une fréquence de coupure inférieure de f_1 , tandis que la valeur B2 est mesurée avec la même fréquence de coupure supérieure, mais avec une fréquence de coupure inférieure plus élevée, égale à f_3 .

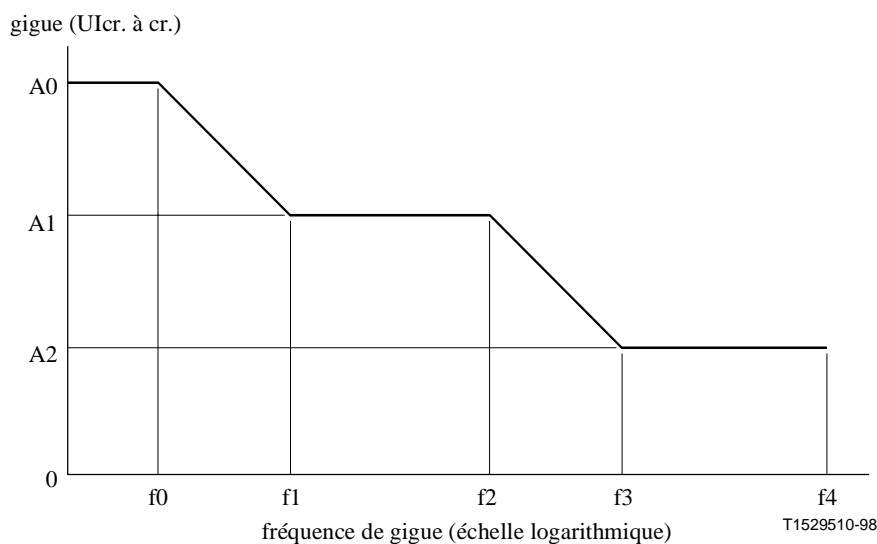


Figure I.1/G.991.1 – Limite inférieure de la valeur maximale admissible pour la gigue et le dérapage

Tableau I.2/G.991.1 – Valeurs des paramètres de tolérance applicables à la gigue d'entrée

| Interface | Paramètre | Amplitude de crête à crête | | | Fréquence | | | | |
|---------------|-----------|----------------------------|-------------|-------------|-----------|----|------|-----|-----|
| | | A0 | A1 | A2 | f0 | f1 | f2 | f3 | f4 |
| A l'entrée T | Valeur | – | 1,1 | 0,11 | – | – | 40 | 0,4 | 100 |
| A l'entrée V3 | Valeur | 20,5 | 0,9 | 0,18 | 12 | 20 | 3600 | 18 | 100 |
| | Unités | UIcr. à cr. | UIcr. à cr. | UIcr. à cr. | µHz | Hz | Hz | kHz | kHz |

NOTE 1 – UIcr. à cr. = Intervalle unitaire de crête à crête. $1 \text{ UIcr. à cr.} = \frac{1}{2048} \text{ kHz} = 488 \text{ ns}$ pour l'application ADP-RNIS.

NOTE 2 – Les valeurs pour l'entrée de l'interface T sont extraites de la Recommandation I.431 [3], comme l'exige la Recommandation G.962 [1].

NOTE 3 – Les valeurs pour l'entrée de l'interface V3 sont extraites de la Recommandation I.431 [3], mais réduites de 10% pour tenir compte de l'accumulation de gigue dans le système de transmission HDSL.

Tableau I.3/G.991.1 – Valeurs maximales admissibles pour la gigue de sortie

| Interface | Paramètre | Gigue maximale admissible | | Paramètres de la bande passante de mesure (la partie passe-haut présente une pente du premier ordre) | | |
|---------------|-----------|---------------------------|-------------|--|--------|-----|
| | | B1; (f1-f4) | B2; (f3-f4) | f1 | f3 | f4 |
| A l'entrée T | Valeur | 1,0 | 0,2 | 20 | 18 000 | 100 |
| A l'entrée V3 | Valeur | 1,2 | 0,2 | 20 | 700 | 100 |
| | Unités | UIcr. à cr. | UIcr. à cr. | Hz | Hz | kHz |

NOTE 1 – Les valeurs pour la sortie à l'interface T sont extraites de la Recommandation I.431 [3].

NOTE 2 – Les valeurs pour la sortie à l'interface V3 sont extraites de la Recommandation I.431 [3], mais sont augmentées de 10% pour tenir compte de l'accumulation de gigue dans le système de transmission HDSL dans la zone des fréquences moins élevées, et se fondent sur le réseau de transmission à facteur Q élevé qui suit.

I.1.3.3.4 Spécification du dérapage

Le dérapage maximal à la sortie d'un système HDSL, exprimé en erreur maximale sur la durée (MTIE) ne doit pas dépasser les valeurs données au Tableau I.4. La spécification générale qui en découle est représentée à la Figure I.2.

Tableau I.4/G.991.1 – Valeurs maximales admissibles du dérapage de sortie

| MTIE | Intervalle d'observation |
|---|----------------------------------|
| 732 ns | $0,05 < \tau \leq 100 \text{ s}$ |
| $13 \tau - 568 \text{ ns}$ | $100 < \tau \leq 200 \text{ s}$ |
| 2000 ns | $200 < \tau \leq 2000 \text{ s}$ |
| $433 \tau ^{0,2} + 0,01 \tau \text{ ns}$ | $\tau > 2000 \text{ s}$ |

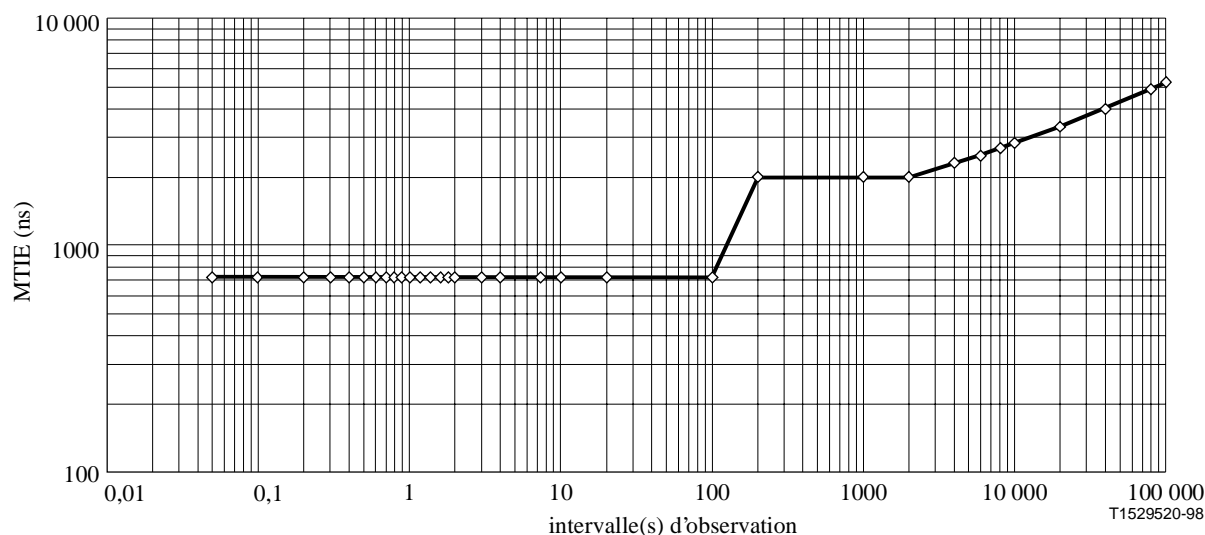


Figure I.2/G.991.1 – Valeurs maximales admissibles du dérapage de sortie exprimé en erreur MTIE

La référence de rythme de la mesure de l'erreur MTIE doit être la même que celle qui a servi de référence pour le générateur de séquence d'essai pseudo-aléatoire à 2048 Mbit/s. La séquence d'essai pseudo-aléatoire doit être de $2^{15}-1$, conformément à la Recommandation O.151.

NOTE 1 – Les systèmes de transmission conçus conformément aux instructions des éditions 1 à 3 de l'ETR 152 peuvent provoquer des valeurs de dérapage plus élevées et ne conviendront pas pour les applications sensibles au dérapage.

NOTE 2 – Pour déterminer l'amplitude maximale du dérapage produit par un système HDSL, il est nécessaire de faire varier la fréquence d'horloge du réseau à l'entrée du système sur une plage de ± 50 ppm. Il est recommandé d'utiliser une résolution de décalage de fréquence d'horloge de ≤ 1 ppm pour mesurer avec précision le dérapage.

NOTE 3 – Cette valeur doit également être respectée en présence d'un régénérateur.

I.1.3.4 Mesures de la qualité de fonctionnement en laboratoire

On suppose que la qualité de fonctionnement peut être évaluée à l'interface d'application. Il convient d'utiliser le montage d'essai et les procédures du 6.3 ou B.6.2.

I.2 Exigences spécifiques d'application pour la ligne numérique non structurée louée à 2048 kbit/s européenne (D2048U)

I.2.1 Interfaces d'application

I.2.1.1 Interface d'application du côté client

L'interface d'application du côté client doit être conforme aux normes ETS 300 418 [B6] et ETS 300 247 [B5].

I.2.1.2 Interface d'application du côté réseau

L'interface d'application du côté réseau est une interface à 2048 kbit/s, conformément à la Recommandation G.703 [B10].

I.2.2 Mappage du signal D2048U dans la trame HDSL

Comme le sous-paragraphe 5.4 le décrit, les données d'application ayant un débit nominal de 2048 kbit/s, avec une tolérance maximale de ± 50 ppm, doivent être mappées indépendamment de la séquence de bits dans une trame de base de 144 octets, d'une durée de 500 μ s. Les données à l'interface d'application du côté client comprennent seulement 128 octets par intervalle de 500 μ s. Les octets inutilisés doivent être remplis au moyen de 16 octets de bourrage appelés octets Y et R et contenant uniquement des 1 binaires, comme l'indique la Figure 6 b). L'utilisation des octets de bourrage pour d'autres fins, comme pour la correction directe d'erreur sans voie de retour, reste à étudier.

Les bits Z_{m9} à Z_{m48} de la trame HDSL ne sont pas utilisés et doivent être mis à 1.

I.2.3 Mappage des fonctions de maintenance HDSL avec l'interface

La section numérique d'accès doit être considérée comme étant opérationnelle quand toutes les paires d'émetteurs-récepteurs ont indiqué l'achèvement de la procédure d'activation (voir 5.6 ou B.5.6) et que l'identification correcte des paires a été obtenue dans la trame de base, comme le décrit 6.2 ou B.5.6.9, et qu'aucune autre condition de défaillance n'est détectée. Si l'une des paires d'émetteurs-récepteurs indique une condition non opérationnelle ou une identification incorrecte des paires, la section numérique d'accès doit être considérée comme n'étant pas opérationnelle.

Le fait que le signal D2048U n'est pas structuré rend impossible pour le noyau HDSL de mapper n'importe quelle information d'exploitation et de maintenance dans l'information utile ou hors d'elle, car le système HDSL n'a aucune information sur le contenu ni sur la structure interne des données transmises.

La seule information que le noyau peut obtenir est qu'il y a perte de signal à l'interface d'application de l'unité LTU ("LOS at the application interface of LTU") et perte de signal à l'interface d'application de l'unité NTU ("LOS at the application interface of NTU"). Quand une perte de signal est détectée à l'interface d'application de l'unité NTU ou LTU, un signal "ne comportant que des 1" doit être transmis jusqu'à l'extrémité distante du système HDSL. En même temps, le bit 15 de la trame HDSL ("losd") doit être mis à 0, comme l'indique le Tableau I.5.

Tableau I.5/G.991.1 – LOS à l'interface d'application de l'unité LTU et de l'unité NTU

| Condition de l'entrée de la ligne louée | Action |
|---|-----------------------------|
| LOS à l'interface d'application de la LTU | losd = 0 dans HOH (LTU/NTU) |
| LOS à l'interface d'application de la NTU | losd = 0 dans HOH (NTU/LTU) |

Le mappage de LOS/LFA du côté ligne des unités LTU, NTU et des deux côtés du régénérateur à l'interface d'application est indiqué au Tableau I.6.

Tableau I.6/G.991.1 – Mappage des fonctions de maintenance aux interfaces d'application

| Condition sur une ou plusieurs paires | Message en direction de l'interface d'application de l'unité | |
|---|---|-----|
| | NTU | LTU |
| LOS/LFA du côté ligne de la LTU | Note | AIS |
| LOS/LFA du côté ligne de la NTU | Note | AIS |
| LOS/LFA à REG-R | Note | AIS |
| LOS/LFA à REG-C | Note | AIS |
| NOTE – Tant que le système HDSL n'est pas pleinement en fonctionnement, c'est-à-dire tant que tous les émetteurs-récepteurs HDSL ne sont pas dans l'état émetteur-récepteur actif, le signal en direction de l'interface d'application de l'unité NTU n'est pas défini. | | |

I.2.4 Qualité de fonctionnement

I.2.4.1 Spécification de qualité de fonctionnement

La qualité de fonctionnement globale doit être telle que les limites données dans la Recommandation G.826 [B9] puissent être respectées.

I.2.4.2 Retard de transfert du signal

Le retard de transfert unidirectionnel du signal entre les interfaces d'application ne doit pas dépasser 1250 µs. Le retard se calcule comme la moyenne du retard dans les deux sens. L'allocation pour un système 2B1Q HDSL doit être la suivante:

$$\text{LTU} \leq 450 \mu\text{s}$$

$$\text{NTU} \leq 450 \mu\text{s}$$

$$\text{REG} \leq 200 \mu\text{s}$$

$$\text{Ligne} \leq 150 \mu\text{s}$$

I.2.4.3 Spécification de la fréquence d'horloge pour les interfaces externes

I.2.4.3.1 Tolérance de la fréquence d'horloge de l'unité NTU

La fréquence de l'horloge libre de l'unité NTU doit être de 2048 kHz, avec une tolérance maximale de ±50 ppm.

I.2.4.3.2 Tolérance de la fréquence d'horloge de l'unité LTU

La fréquence de l'horloge libre de l'unité LTU doit être de 2048 kHz, avec une tolérance maximale de ±50 ppm.

I.2.4.3.3 Spécification de la gigue

La tolérance à la gigue d'entrée ainsi que la limite de transfert de gigue sont définies en fonction de l'amplitude et de la fréquence d'une gigue d'entrée sinusoïdale qui, lorsqu'elle module une séquence pseudo-aléatoire d'essai de $2^{15}-1$ bits du flux binaire à 2048 kbit/s au débit nominal et avec les tolérances de +50 ppm et -50 ppm, ne doit pas causer d'erreurs sur les bits dans le système de transmission, ni de la gigue à la sortie concernée dépassant les limites définies ci-dessous. Cette méthode d'essai est utilisée pour faciliter les essais et n'est pas, en soi, censée être représentative du type de gigue que l'on trouvera dans les applications pratiques.

La gigue d'entrée admissible est donnée à la Figure I.1 (voir I.1.3.3.3), avec les valeurs du Tableau I.7. Les limites de la gigue de sortie figurant au Tableau I.8 doivent être respectées lorsqu'on applique la gigue admissible à l'entrée concernée.

Tableau I.7/G.991.1 – Valeurs des paramètres de tolérance applicables à la gigue d'entrée

| Interface d'application | Paramètre | Amplitude de crête à crête | | | Fréquence | | | | |
|-------------------------|-----------|----------------------------|-------------------------|-------------------------|-----------|----|------|------|-----|
| | | A0 | A1 | A2 | f0 | f1 | f2 | f3 | f4 |
| à la NTU (entrée) | Valeur | – | 1,1 | 0,11 | – | – | 4 | 0,04 | 100 |
| à la LTU (entrée) | Valeur | – | 1,35 | 0,18 | – | 20 | 2400 | 18 | 100 |
| | Unités | – | U _{Icr.} à cr. | U _{Icr.} à cr. | – | Hz | Hz | kHz | kHz |

NOTE 1 – U_{Icr.} à cr. = Intervalle unitaire de crête à crête. 1 U_{Icr.} à cr. = $\frac{1}{2048}$ kHz = 488 ns pour l'application D2048U.

NOTE 2 – Les valeurs pour l'entrée de l'unité NTU sont extraites de la norme ETS 300 247 [B5].

NOTE 3 – Les valeurs pour l'entrée de l'unité LTU sont extraites de la Recommandation G.823, mais réduites de 10% pour tenir compte de l'accumulation de gigue dans le système de transmission HDSL.

Tableau I.8/G.991.1 – Valeurs maximales admissibles pour la gigue de sortie

| Interface d'application | Paramètre | Gigue maximale admissible | | Paramètres de la bande passante de mesure (la partie passe-haut présente une pente du premier ordre) | | |
|-------------------------|-----------|---------------------------|-------------------------|--|--------|-----|
| | | B1; (f1-f4) | B2; (f3-f4) | f1 | f3 | f4 |
| à la sortie de la NTU | Valeur | 1,5 | 0,2 | 20 | 18 000 | 100 |
| à la sortie de la LTU | Valeur | 0,3 | 0,15 | 20 | 700 | 100 |
| | Unités | U _{Icr.} à cr. | U _{Icr.} à cr. | Hz | Hz | kHz |

NOTE 1 – Les valeurs pour la sortie de l'unité NTU sont extraites de la norme ETS 300 247 [B5].

NOTE 2 – Les valeurs pour la sortie de l'unité LTU se fondent sur l'entrée de l'unité NTU, mais sont augmentées de 10% pour tenir compte de l'accumulation de gigue dans le système de transmission HDSL dans la zone des fréquences moins élevées et se fondent sur le réseau de transmission à facteur Q élevé qui suit.

I.2.4.4 Mesures de la qualité de fonctionnement en laboratoire

On suppose que la qualité de fonctionnement peut être évaluée à l'interface d'application. Il convient d'utiliser le montage et les procédures d'essai du 6.3 ou B.6.2.

I.3 Exigences spécifiques d'application pour la ligne numérique structurée louée à 2048 kbit/s européenne (D2048S)

I.3.1 Interfaces d'application

I.3.1.1 Interface d'application du côté client

L'interface d'application du côté client doit être conforme aux normes ETS 300 418 [B6] et ETS 300 419 [B7], 5.1.7.2.

I.3.1.2 Interface d'application du côté réseau

L'interface d'application du côté réseau est une interface à 2048 kbit/s, conformément à la Recommandation G.703 [B10]. Si l'information portant sur la structure est traitée dans l'unité NTU et/ou dans l'unité LTU, la fonction pertinente doit alors être mise en œuvre conformément aux prescriptions des Recommandations G.704 [B11] et G.706 [B12].

I.3.2 Mappage du signal D2048S dans la trame HDSL

Comme le sous-paragraphe 5.4 le décrit, les données d'application ayant un débit nominal de 2048 kbit/s, avec une tolérance maximale de ± 50 ppm, doivent être mappées indépendamment de la séquence de bits dans une trame de base de 144 octets, d'une durée de 500 μ s. Les données à l'interface d'application du côté client comprennent seulement 128 octets par intervalle de 500 μ s. Les octets inutilisés doivent être remplis au moyen de 16 octets de bourrage appelés octets Y et R et contenant uniquement des 1 binaires, comme l'indique la Figure 6 b). L'utilisation des octets de bourrage pour d'autres fins, comme pour la correction directe d'erreur sans voie de retour, reste à étudier.

Les bits Z_{m9} à Z_{m48} de la trame HDSL ne sont pas utilisés et doivent être mis à 1.

I.3.3 Mappage des fonctions de maintenance HDSL avec l'interface

La section numérique d'accès doit être considérée comme étant opérationnelle quand toutes les paires d'émetteurs-récepteurs ont indiqué l'achèvement de la procédure d'activation (voir 5.6 ou B.5.6) et que l'identification correcte des paires a été obtenue dans la trame de base, comme le décrit 6.2 ou B.5.6.9, et qu'aucune autre condition de défaillance n'est détectée. Si l'une des paires d'émetteurs-récepteurs indique une condition non opérationnelle ou une identification incorrecte des paires, la section numérique d'accès doit être considérée comme n'étant pas opérationnelle.

Le mappage de LOS/LFA du côté ligne des unités LTU, NTU et des deux côtés du régénérateur à l'interface d'application est indiqué au Tableau I.9.

Tableau I.9/G.991.1 – Mappage des fonctions de maintenance aux interfaces d'application

| Condition sur une ou plusieurs paires | Message en direction de l'interface d'application de l'unité | |
|---|--|--------|
| | NTU | LTU |
| LOS/LFA du côté ligne de la LTU | Note 1 | Note 2 |
| LOS/LFA du côté ligne de la NTU | Note 1 | Note 2 |
| LOS/LFA à REG-R | Note 1 | Note 2 |
| LOS/LFA à REG-C | Note 1 | Note 2 |
| NOTE 1 – Tant que le système HDSL n'est pas pleinement en fonctionnement, c'est-à-dire tant que tous les émetteurs-récepteurs HDSL ne sont pas dans l'état émetteur-récepteur actif, le signal en direction de l'interface d'application de l'unité NTU n'est pas défini. | | |
| NOTE 2 – Le message envoyé vers l'interface d'application de l'unité LTU doit être le signal AIS ou AUXP, selon les exigences de l'opérateur de réseau. | | |

Le Tableau I.10 indique comment obtenir un bouclage complet et transparent dans l'unité LTU.

Tableau I.10/G.991.1 – Bouclage dans l'unité LTU

| Fonction | Localisation | Commandée par | Demandée par l'intermédiaire de |
|---|-------------------------------------|------------------------------|-------------------------------------|
| Bouclage 1 | Aussi près que possible de la ligne | OAM dans le bloc M de la LTU | l'interface d'application de la LTU |
| NOTE 1 – L'utilisation de ce bouclage dépend du réseau. | | | |
| NOTE 2 – Quand la fonction de bouclage 1 est demandée par l'intermédiaire de l'interface d'application de l'unité LTU, un bouclage complet et transparent doit être activé dans tous les émetteurs-récepteurs HDSL du côté ligne de l'unité LTU. Ces bouclages sont gérés par une fonction OAM dans le bloc fonctionnel M de l'unité LTU. | | | |

I.3.4 Qualité de fonctionnement

I.3.4.1 Spécification de la qualité de fonctionnement

La qualité de fonctionnement globale doit être telle que les limites données dans la Recommandation G.826 [B9] puissent être respectées.

I.3.4.2 Retard de transfert du signal

Le retard de transfert unilatéral du signal entre les interfaces d'application ne doit pas dépasser 1250 µs. Le retard se calcule comme la moyenne du retard dans les deux sens. L'allocation pour un système 2B1Q HDSL doit être la suivante:

$$\text{LTU} \leq 450 \mu\text{s}$$

$$\text{NTU} \leq 450 \mu\text{s}$$

$$\text{REG} \leq 200 \mu\text{s}$$

$$\text{Ligne} \leq 150 \mu\text{s}$$

I.3.4.3 Spécification de la fréquence d'horloge pour les interfaces externes

I.3.4.3.1 Tolérance de la fréquence d'horloge de l'unité NTU

La fréquence de l'horloge libre de l'unité NTU doit être de 2048 kHz, avec une tolérance maximale de ± 50 ppm.

I.3.4.3.2 Tolérance de la fréquence d'horloge de l'unité LTU

La fréquence de l'horloge libre de l'unité LTU doit être de 2048 kHz, avec une tolérance maximale de ± 50 ppm.

I.3.4.3.3 Spécification de la gigue

La tolérance à la gigue d'entrée ainsi que la limite de transfert de gigue sont définies en fonction de l'amplitude et de la fréquence d'une gigue d'entrée sinusoïdale qui, lorsqu'elle module une séquence pseudo-aléatoire de $2^{15}-1$ bits dans les intervalles de temps 1 à 31 du flux binaire à 2048 kbit/s au débit nominal et avec les tolérances de +50 ppm et -50 ppm, ne doit pas causer d'erreurs sur les bits dans le système de transmission, ni de la gigue à la sortie concernée dépassant les limites définies ci-dessous. Cette méthode d'essai est utilisée pour faciliter les essais et n'est pas, en soi, censée être représentative du type de gigue que l'on trouvera dans les applications pratiques.

La gigue d'entrée admissible est donnée à la Figure I.1 (voir I.1.3.3.3), avec les valeurs du Tableau I.11. Les limites de la gigue de sortie figurant au Tableau I.12 doivent être respectées lorsqu'on applique la gigue admissible à l'entrée concernée.

Tableau I.11/G.991.1 – Valeurs des paramètres de tolérance applicables à la gigue d'entrée

| Interface d'application | Paramètre | Amplitude de crête à crête | | | Fréquence | | | | |
|-------------------------|-----------|----------------------------|-------------|-------------|-----------|----|------|------|-----|
| | | A0 | A1 | A2 | f0 | f1 | f2 | f3 | f4 |
| à la NTU (entrée) | Valeur | – | 1,1 | 0,11 | – | – | 4 | 0,04 | 100 |
| à la LTU (entrée) | Valeur | – | 1,35 | 0,18 | – | 20 | 2400 | 18 | 100 |
| | Unités | – | UICr. à cr. | UICr. à cr. | – | Hz | Hz | kHz | kHz |

NOTE 1 – UICr. à cr. = Intervalle unitaire de crête à crête. $1 \text{ UICr. à cr.} = \frac{1}{2048} \text{ kHz} = 488 \text{ ns}$ pour l'application D2048S.

NOTE 2 – Les valeurs pour l'entrée de l'unité NTU sont extraites de la norme ETS 300 419 [B7].

NOTE 3 – Les valeurs pour l'entrée de l'unité LTU sont extraites de la Recommandation G.823, mais sont réduites de 10% pour tenir compte de l'accumulation de gigue dans le système de transmission HDSL.

Tableau I.12/G.991.1 – Valeurs maximales admissibles pour la gigue de sortie

| Interface d'application | Paramètre | Gigue maximale admissible | | Paramètres de la bande passante de mesure (la partie passe-haut présente une pente du premier ordre) | | |
|-------------------------|-----------|---------------------------|-------------------------|--|--------|-----|
| | | B1; (f1-f4) | B2; (f3-f4) | f1 | f3 | f4 |
| à la sortie de la NTU | Valeur | 1,5 | 0,2 | 20 | 18 000 | 100 |
| à la sortie de la LTU | Valeur | 0,3 | 0,15 | 20 | 700 | 100 |
| | Unités | U _{Icr.} à cr. | U _{Icr.} à cr. | Hz | Hz | kHz |

NOTE 1 – Les valeurs pour la sortie de l'unité NTU sont extraites de la norme ETS 300 419 [B7].

NOTE 2 – Les valeurs pour la sortie de l'unité LTU se fondent sur l'entrée de l'unité NTU, mais sont augmentées pour tenir compte de l'accumulation de gigue dans le système de transmission HDSL dans la zone des fréquences moins élevées et se fondent sur le réseau de transmission à facteur Q élevé qui suit.

I.3.4.4 Mesures de la qualité de fonctionnement en laboratoire

On suppose que la qualité de fonctionnement peut être évaluée à l'interface d'application, évitant d'accéder aux voies de données individuelles à des fins d'essais. Il convient d'utiliser le montage et les procédures d'essai du 6.3 ou B.6.2.

I.4 Exigences spécifiques d'application pour une installation réduite

I.4.1 Mappage des services réduits dans la trame HDSL

I.4.1.1 Aperçu général de la procédure de mappage

L'interface d'application de l'installation réduite se fonde sur la Recommandation G.704 [B11].

L'application d'installation réduite HDSL fournit une capacité d'accès réduite dans le cas où les émetteurs-récepteurs HDSL ne sont pas tous équipés. La trame de base de 144 octets, d'une durée de 500 µs, décrite au 5.4 (structure de la trame) est mappée dans une, deux ou trois trames HDSL parallèles, selon le débit (784 kbit/s ou 1168 kbit/s) et le nombre d'émetteurs-récepteurs HDSL équipés. Dans le cas de l'implémentation de l'option de mappage de la Figure 6 c), dans laquelle la trame de base HDSL est synchronisée avec la trame d'application, le créneau TS0 étant inséré à la première position de l'information utile dans la trame HDSL, la transmission transparente d'une trame d'application partiellement remplie est possible, ainsi que l'exploitation partielle du système en cas de défaillance de transmission sur une ou plusieurs paires.

Une interface externe de données (par exemple ISO 2110 [B13]) et des fonctions de prétraitement peuvent accepter des données à un débit composite de (n × 64) kbit/s et les mapper dans la trame de l'interface d'application à 2048 kbit/s. Un bloc optionnel d'échange d'intervalles de temps permet l'implémentation d'applications complexes comme l'exploitation point à multipoint ou la transmission de blocs contigus de voies sur chacune des paires HDSL. (Ces fonctions dépassent la portée de la présente Recommandation.)

Le mappage de la trame de base dans la trame HDSL suit, de manière normale, sauf que toutes les paires n'ont pas besoin d'être équipées. Ce processus de mappage est illustré aux Figures I.3 et I.4.

Il convient de noter qu'avec ce mappage, une exploitation partielle d'un système à trois paires à installation réduite est possible.

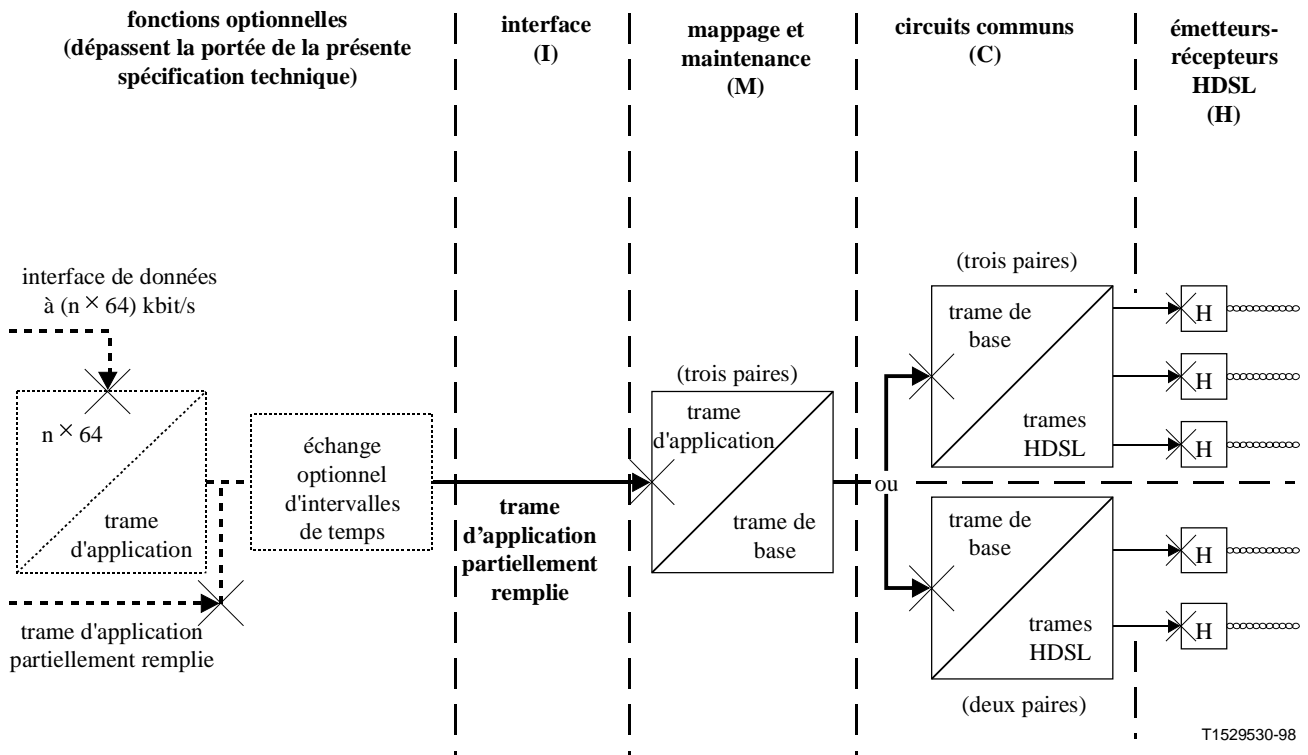
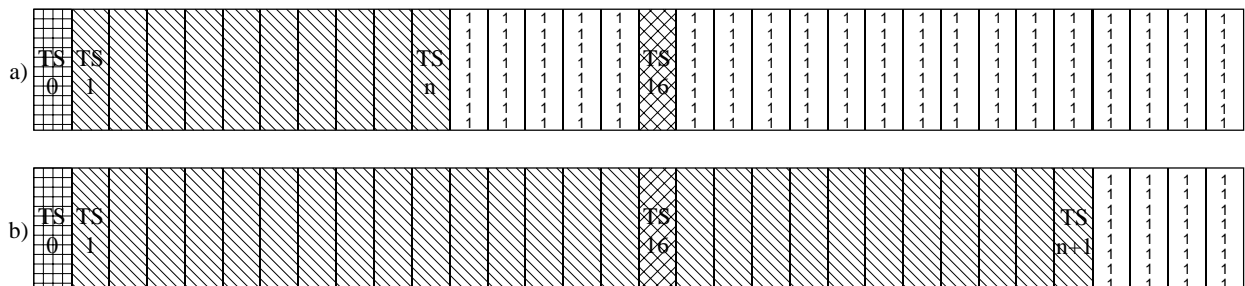


Figure I.3/G.991.1 – Processus de mappage pour une installation réduite



T1529540-98

NOTE – Les intervalles de temps de l'application à 2048 kbit/s sont remplis comme suit:

TS0 est rempli conformément à la norme ETS 300 167 [B15]

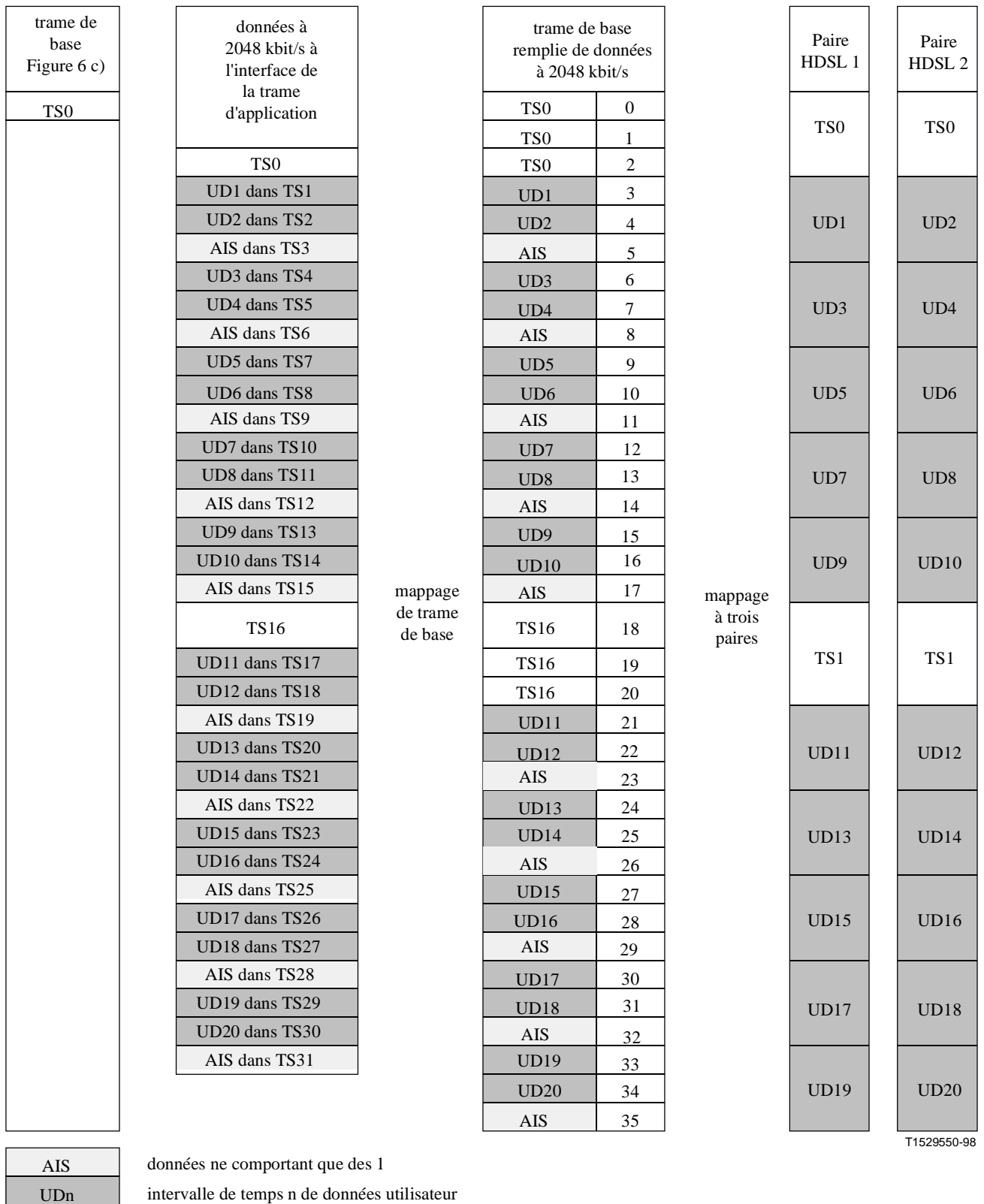
TS16 est réservé pour l'utilisation, au besoin, d'une voie de signalisation à 64 kbit/s

- si $2 \leq n \leq 15$, TS1 à TSn sont remplis de données à $n \times 64$ kbit/s a)
- si $15 < n \leq 30$, TS1 à TS15 et TS17 à TS(n+1) sont remplis de données à $n \times 64$ kbit/s b)
- Les intervalles de temps restants sont remplis de données ne comportant que des 1 (signal AIS).

Figure I.4/G.991.1 – Illustration du mappage d'une installation réduite dans une trame d'application à 2048 kbit/s

I.4.1.2 Détails du mappage de l'interface d'application à partir de la trame de base HDSL

Le processus de mappage pour un émetteur-récepteur à 784 kbit/s est indiqué aux Figures I.5 et I.6, et pour les émetteurs-récepteurs à 1168 kbit/s, à la Figure I.7. La trame de l'interface d'application décrite dans la norme ETS 300 167 [20] est mappée de manière synchrone, au niveau de l'octet, dans la trame de base, la trame d'application occupant une position définie dans la trame HDSL. On insère un signal AIS (composé entièrement de 1) dans les octets inutilisés.



T1529550-98

Figure I.5/G.991.1 – Procédure de mappage pour une installation réduite de deux paires sur trois d'un système HDSL à 784 kbit/s

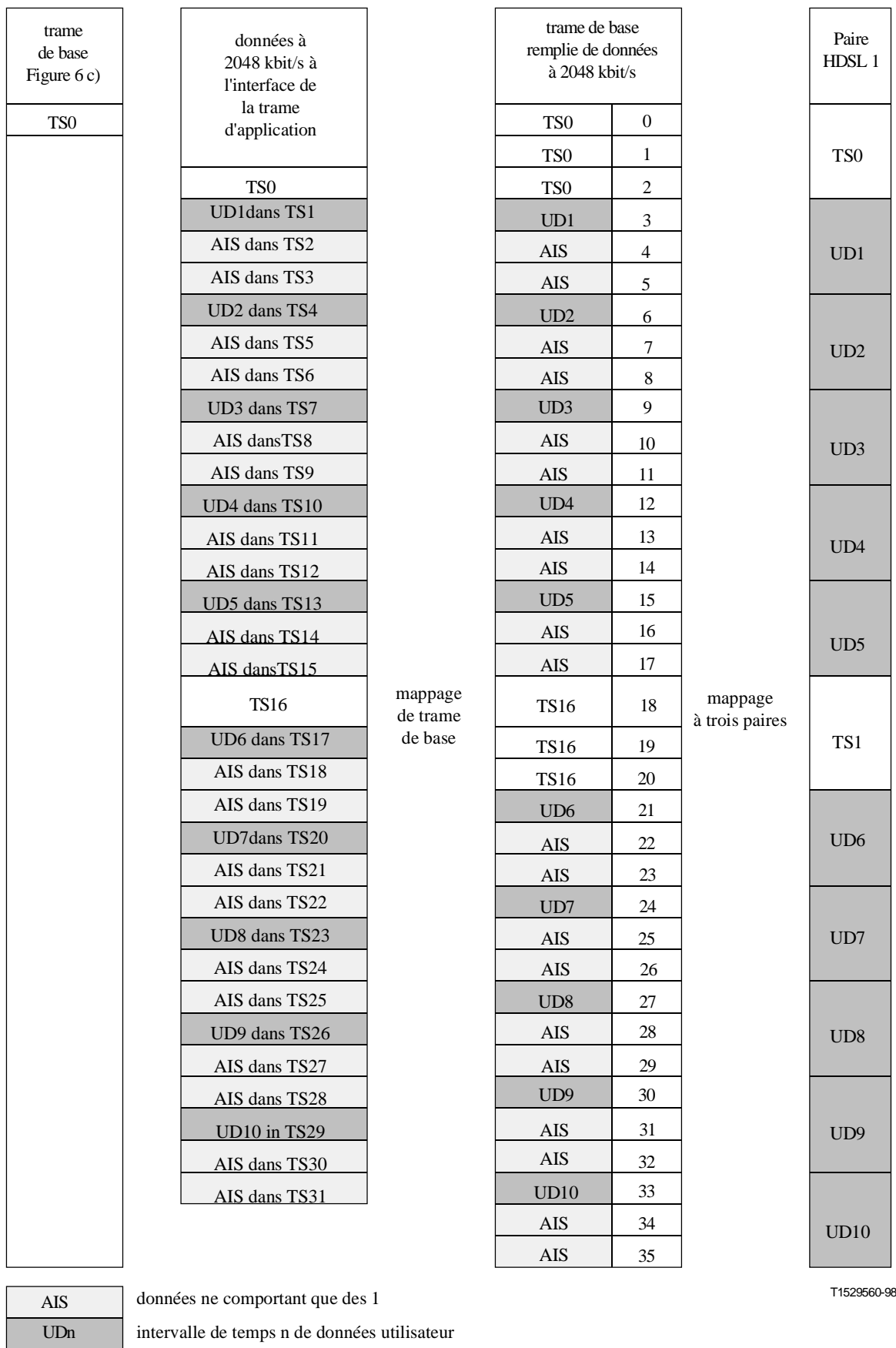
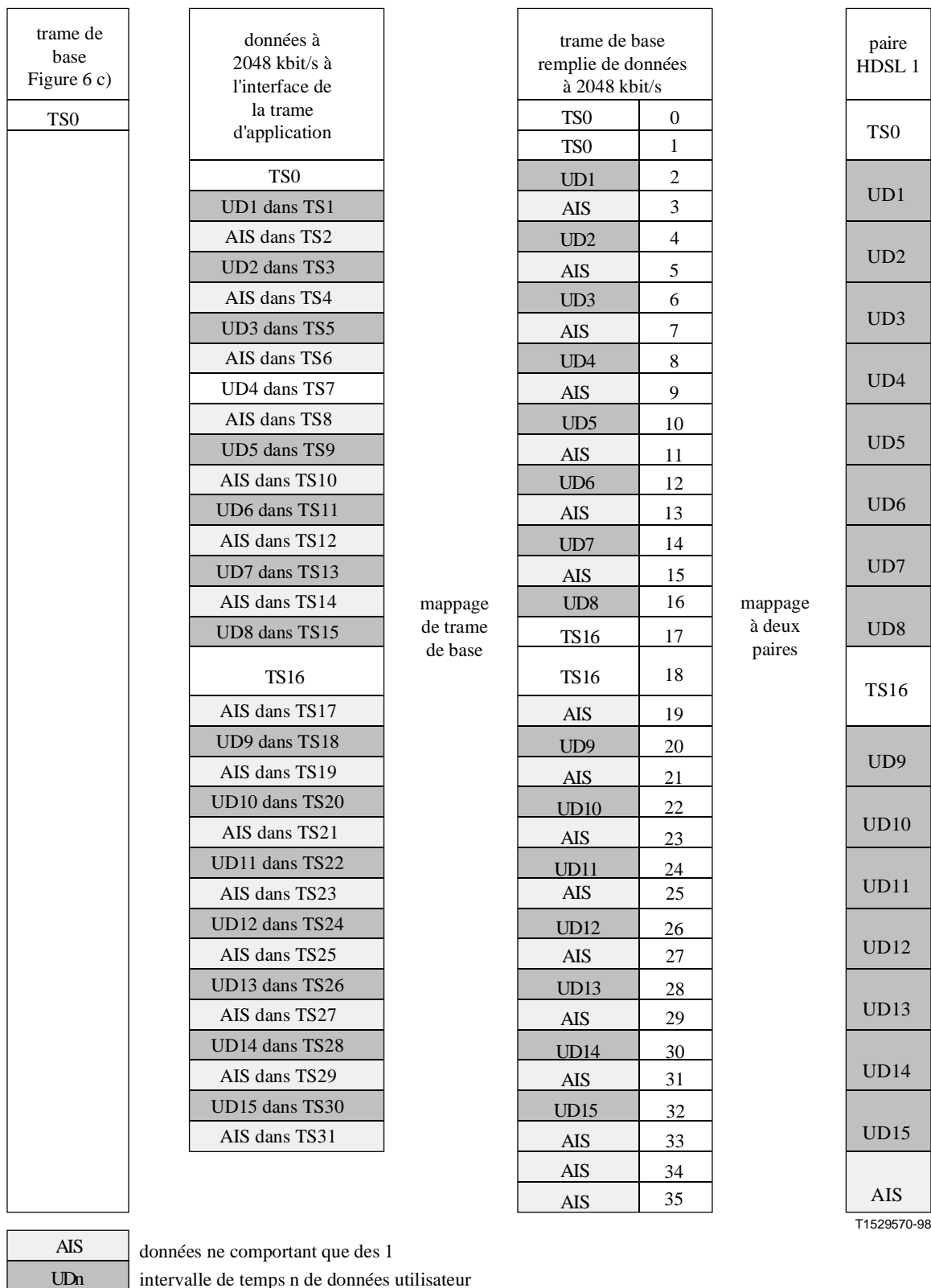


Figure I.6/G.991.1 – Procédure de mappage pour une installation réduite de une paire sur trois d'un système HDSL à 784 kbit/s



T1529570-98

Figure I.7/G.991.1 – Mappage d'une installation réduite d'une paire d'un système à deux paires

I.4.1.3 Détails du mappage de la trame de base HDSL dans la trame HDSL

Le mappage à partir de la trame de base dans la trame de transmission HDSL se fait exactement de la même manière que pour les autres applications, comme le montrent les Figures I.5, I.6 et I.7. Le prétraitement que comporte le mappage de l'application dans la trame de base est chargé de définir le mappage final dans les paires HDSL. Aucun traitement supplémentaire n'est nécessaire pour le mappage trame de base – trame HDSL. Les paires transportant seulement le signal AIS n'ont pas besoin d'être équipées, le signal AIS étant réinséré au récepteur. Le contrôle CRC-4 dans la trame d'application semble donc transparent dans l'ensemble du système; autrement dit, du point de vue du contrôle CRC-4, le système se comporte comme s'il y avait une transmission exempte d'erreur sur les voies (contenant le signal AIS) qui se terminaient à l'émetteur et qui ont été réintroduites au récepteur.

I.4.1.4 Mappages externes optionnels dans la trame d'application

Des mappages supplémentaires dans la trame d'application, à partir d'interfaces de données externes peuvent être mis en œuvre de manière externe afin de faciliter les applications telles que l'exploitation point à multipoint, les flux de données multiples ($n \times 64$), la création de flux de données à priorité élevée et à faible priorité (dans le cas de l'exploitation réduite) et le mappage de blocs contigus d'intervalles de temps dans une paire HDSL spécifique. La définition de tels mappages dépasse cependant la portée de la présente Recommandation.

I.4.2 Mappage des fonctions de maintenance HDSL avec l'interface

Un système à installation réduite doit être considéré comme étant pleinement opérationnel quand toutes les paires d'émetteurs-récepteurs installées ont indiqué l'achèvement de la procédure d'activation (voir 5.6 ou B.5.6), que l'identification correcte des paires a été obtenue dans la trame de base, comme le décrit le 6.2 ou B.5.6.9, et qu'aucune autre condition de défaillance n'est détectée. Si l'une des paires d'émetteurs-récepteurs installées indique une condition non opérationnelle ou une identification incorrecte des paires, le système à installation réduite doit être considéré comme n'étant pas opérationnel.

Le mappage de LOS/LFA du côté ligne des unités LTU, NTU et des deux côtés du régénérateur à l'interface d'application est indiqué au Tableau I.13, tandis que le Tableau I.14 montre comment un bouclage complet et transparent est obtenu.

Tableau I.13/G.991.1 – Mappage des fonctions de maintenance avec les interfaces d'application

| Condition sur une ou plusieurs paires | Message en direction de l'interface d'application de l'unité | |
|---------------------------------------|--|--------|
| | NTU | LTU |
| LOS/LFA du côté ligne de la LTU | Note 1 | Note 2 |
| LOS/LFA du côté ligne de la NTU | Note 1 | Note 2 |
| LOS/LFA à REG-R | Note 1 | Note 2 |
| LOS/LFA à REG-C | Note 1 | Note 2 |

NOTE 1 – Tant que l'émetteur-récepteur sélectionné n'est pas pleinement en fonctionnement, le signal en direction de l'interface d'application de l'unité NTU n'est pas défini.

NOTE 2 – Le message envoyé vers l'interface d'application de l'unité LTU doit être le signal AIS ou AUXP, selon les exigences de l'opérateur de réseau.

Tableau I.14/G.991.1 – Bouclage dans l'unité LTU

| Fonction | Localisation | Commandée par | Demandée par l'intermédiaire de |
|---|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|
| Bouclage 1 | Aussi près que possible de la ligne | OAM dans le bloc M de la LTU (Note) | l'interface d'application de la LTU |
| NOTE – Quand la fonction de bouclage 1 est demandée par l'intermédiaire de l'interface d'application de l'unité LTU, un bouclage complet et transparent doit être activé dans tous les émetteurs-récepteurs HDSL du côté ligne de l'unité LTU. Ces bouclages sont gérés par une fonction OAM dans le bloc fonctionnel M de l'unité LTU. | | | |

I.4.3 Qualité de fonctionnement

I.4.3.1 Spécification de la qualité de fonctionnement

La qualité de fonctionnement globale doit être telle que les limites données dans la Recommandation G.826 [B9] puissent être respectées. Aux fins de conformité, un système de transmission HDSL doit satisfaire aux essais spécifiques de la qualité de fonctionnement en laboratoire définis dans les sous-paragraphe qui suivent.

Les exigences en matière de qualité de fonctionnement ont été spécifiées de manière à ce que les émetteurs-récepteurs HDSL soient tolérants à la paradiaphonie (NEXT, *near-end crosstalk*), au bruit impulsif et au bruit conformé, et non pas à ce qu'ils soient optimisés seulement pour une condition d'exploitation.

Le retard de transfert de signal unidirectionnel doit être tel qu'il est défini au I.1.3.2.

I.4.3.2 Spécification d'horloge pour les interfaces externes

I.4.3.2.1 Tolérance de l'horloge

La tolérance de l'horloge doit être telle qu'elle est définie aux I.1.3.3.1 et I.1.3.3.2.

I.4.3.2.2 Spécifications de la gigue et du dérapage

La spécification de la gigue du I.1.3.3.3 s'applique à l'interface d'application. La spécification de la gigue et du dérapage à la sortie de l'interface de données externe dépasse la portée de la présente Recommandation.

I.4.3.3 Mesures de la qualité de fonctionnement en laboratoire

On suppose que la qualité de fonctionnement peut être évaluée à l'interface d'application, ce qui évite le besoin d'accéder aux voies de données individuelles à des fins d'essai. Il convient d'utiliser le montage et les procédures d'essai du 6.3 ou B.6.2.

I.5 Exigences spécifiques d'application pour une exploitation partielle

I.5.1 Mappage de la trame d'application pour une application à exploitation partielle

Comme le décrit le 5.4 (structure de la trame), les données d'application à 2048 kbit/s sont mappées dans une trame de base comportant 144 octets, d'une durée de 500 µs. Si l'option de mappage de la Figure 6 c) est mise en œuvre, l'exploitation partielle du système est possible en cas de défaillance de transmission sur une ou plusieurs paires. Ce mappage est illustré de manière plus détaillée pour le cas de l'exploitation partielle à la Figure I.8 (système à trois paires) et à la Figure I.9 (système à deux paires). Ces mappages permettent l'exploitation normale de l'ADP-RNIS ou d'un système ETS 300 167 [B15] à trames, mais permettent aussi l'exploitation à capacité réduite s'il y a


défaillance d'une ou deux paires. Il est également possible d'avoir une exploitation partielle dans le cas d'une défaillance partielle d'un système à trois paires à installation réduite.

Dans le cas d'une exploitation partielle, le mappage de sortie des voies non corrompues doit rester inchangé, et les intervalles de temps des voies manquantes doivent être remplis de données ne comportant que des 1 (signal AIS). En outre, il convient d'effectuer la modification qui s'impose des fonctions de maintenance incorporées (TS0 and TS16), conformément aux indications du I.5.2.

| trame de base Figure 6 c) | données à 2048 kbit/s à l'interface de la trame d'application | trame de base remplie de données à 2048 kbit/s | paire HDSL 1 | paire HDSL 2 | paire HDSL 3 |
|------------------------------|--|--|-----------------|-----------------|-----------------|
| TS0 | TS0 | TS0 0 | TS0 | TS0 | TS0 |
| | TS1 | TS0 1 | | | |
| | TS2 | TS0 2 | TS1 | TS2 | TS3 |
| | TS3 | TS1 3 | | | |
| | TS4 | TS2 4 | TS4 | TS5 | TS6 |
| | TS5 | TS3 5 | | | |
| | TS6 | TS4 6 | TS7 | TS8 | TS9 |
| | TS7 | TS5 7 | | | |
| | TS8 | TS6 8 | TS10 | TS11 | TS12 |
| | TS9 | TS7 9 | | | |
| | TS10 | TS8 10 | TS13 | TS14 | TS15 |
| | TS11 | TS9 11 | | | |
| | TS12 | TS10 12 | TS1 | TS1 | TS1 |
| | TS13 | TS11 13 | TS17 | TS18 | TS19 |
| | TS14 | TS12 14 | | | |
| | TS15 | TS13 15 | TS20 | TS21 | TS22 |
| | TS16 | TS14 16 | TS23 | TS24 | TS25 |
| | TS17 | TS15 17 | TS26 | TS27 | TS28 |
| | TS18 | TS16 18 | TS29 | TS30 | TS31 |
| | TS19 | TS17 19 | | | |
| | TS20 | TS18 20 | | | |
| | TS21 | TS19 21 | | | |
| | TS22 | TS20 22 | | | |
| | TS23 | TS21 23 | | | |
| | TS24 | TS22 24 | | | |
| | TS25 | TS23 25 | | | |
| | TS26 | TS24 26 | | | |
| | TS27 | TS25 27 | | | |
| | TS28 | TS26 28 | | | |
| | TS29 | TS27 29 | | | |
| | TS30 | TS28 30 | | | |
| | TS31 | TS29 31 | | | |
| | | TS30 32 | | | |
| | | TS31 33 | | | |
| | | TS31 34 | | | |
| | | TS31 35 | | | |

mappage
de trame
de base

mappage à
trois paires

 données utilisateur (voies à 30 × 64 kbit/s)

T1529580-98

Figure I.8/G.991.1 – Mappage de trame de base – Mappage synchrone sur trois paires

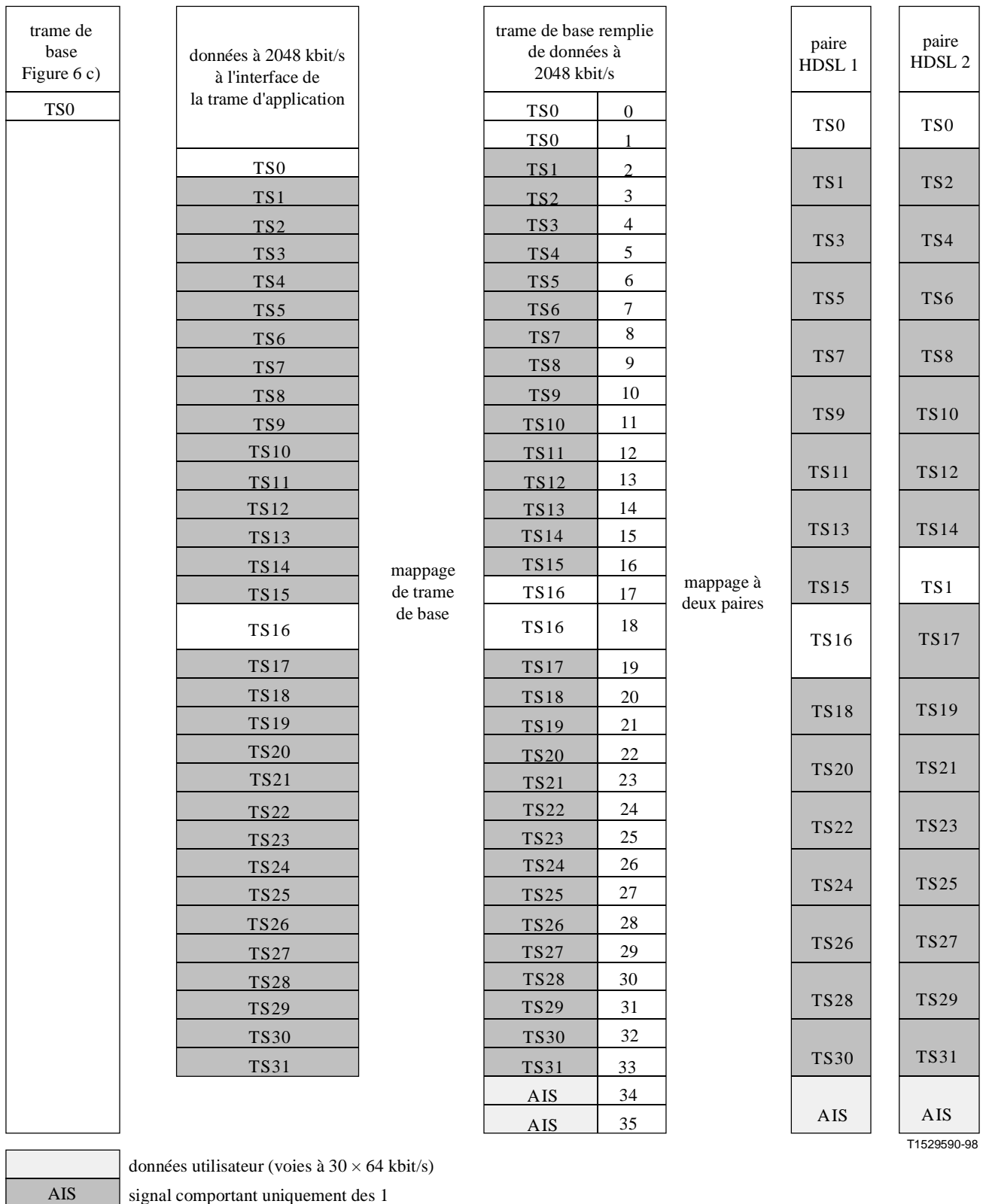


Figure I.9/G.991.1 – Mappage de trame de base – Mappage synchrone sur deux paires

I.5.2 Mappage des fonctions de maintenance HDSL avec l'interface

La voie d'exploitation incorporée (eoc) HDSL est transmise en parallèle sur toutes les paires HDSL (5.5.2). Ainsi, en cas de défaillance de l'une des paires HDSL, toutes les fonctions de la voie eoc resteront disponibles pour les paires restantes. Dans le cas de défaillance de l'une des paires, il

existera un moyen de communiquer la défaillance à la fonction de mappage HDSL, de sorte que cette fonction de mappage puisse prendre les mesures appropriées, comme la réaffectation des intervalles de temps (au besoin) et l'insertion du signal AIS dans les intervalles de temps qui ne peuvent être pris en charge. Le bloc de mappage et de maintenance doit surveiller de manière continue l'état de toutes les paires et, en particulier celui de toute paire ayant subi une défaillance. Une fois que la condition de défaillance est supprimée, le bloc M peut alors réaffecter à la paire réactivée les intervalles de temps qui ne pouvaient être pris en charge précédemment.

La section numérique d'accès doit être considérée comme étant opérationnelle quand toutes les paires d'émetteurs-récepteurs ont indiqué l'achèvement de la procédure d'activation, que l'identification correcte des paires a été obtenue dans la trame de base, comme le décrit 5.6, et qu'aucune autre condition de défaillance n'est détectée. Si l'une des paires d'émetteurs-récepteurs indique une condition non opérationnelle ou une identification incorrecte des paires, la section numérique d'accès doit être considérée comme n'étant pas opérationnelle. Si, pendant l'exploitation, un émetteur-récepteur devient inexploitable, le transport dans les autres boucles continue à fonctionner. Le mappage de LOS/LFA du côté ligne des unités LTU, NTU et des deux côtés du régénérateur à l'interface d'application est indiqué au Tableau I.15, tandis que le Tableau I.16 indique comment obtenir un bouclage complet et transparent.

Tableau I.15/G.991.1 – Mappage des fonctions de maintenance aux interfaces d'application

| Condition sur une ou plusieurs paires | Message en direction de l'interface d'application de l'unité | |
|--|--|------|
| | NTU | LTU |
| LOS/LFA du côté ligne de la LTU | Note | Note |
| LOS/LFA du côté ligne de la NTU | Note | Note |
| LOS/LFA à REG-R | Note | Note |
| LOS/LFA à REG-C | Note | Note |
| NOTE – Signal AIS dans les intervalles de temps de la ou des boucles inexploitables. | | |

Tableau I.16/G.991.1 – Bouclage dans l'unité LTU

| Fonction | Localisation | Commandée par | Demandée par l'intermédiaire de |
|---|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|
| Bouclage 1 | Aussi près que possible de la ligne | OAM dans le bloc M de la LTU (Note) | l'interface d'application de la LTU |
| NOTE – Quand la fonction de bouclage 1 est demandée par l'intermédiaire de l'interface d'application de l'unité LTU, un bouclage complet et transparent doit être activé dans tous les émetteurs-récepteurs HDSL du côté ligne de l'unité LTU. Ces bouclages sont gérés par une fonction OAM dans le bloc fonctionnel M de l'unité LTU. | | | |

I.5.3 Qualité de fonctionnement

La qualité de fonctionnement globale doit être telle que les limites données dans la Recommandation G.826 [B9] puissent être respectées, soit pour le système de transmission complet, soit pour les voies de données individuelles qui sont prises en charge pendant l'exploitation partielle.

Il convient d'appliquer la spécification de qualité de fonctionnement relative à l'application ADP-RNIS décrite au I.1.3. Il n'est pas nécessaire de vérifier séparément la qualité de fonctionnement pour l'exploitation partielle.

Il faut vérifier la fonctionnalité de l'exploitation partielle en coupant chaque boucle tour à tour et en confirmant que le système continue à fonctionner correctement en mode d'exploitation partielle, et que la qualité de fonctionnement des voies restantes est acceptable.

I.5.4 Alimentation à distance

Il conviendrait de noter que dans les systèmes HDSL qui se fondent uniquement sur l'alimentation à distance, l'unité NTU peut ne pas fonctionner en cas de défaillance d'une paire, car il se peut que l'unité NTU consomme plus d'énergie que celle que peut fournir une seule paire, en particulier lorsque des boucles à forte résistance ohmique sont en jeu. Pour de tels systèmes, il serait approprié que les unités NTU soient alimentées localement.

I.5.5 Critères de défaillance partielle

Les critères pour la détection d'une défaillance partielle ne devraient pas se fonder seulement sur la perte du mot de synchronisation (LOSW, *loss of sync word*), car cette condition pourrait être due à un événement négligeable (par exemple un événement de bruit) et ne devrait pas être interprétée comme une défaillance de la ligne.

Des indicateurs d'activation (par exemple LOS, LOST) devraient être utilisés pour indiquer la défaillance d'une ou plusieurs paires au bloc fonctionnel de mappage et de maintenance.

I.5.6 Action suite à une défaillance partielle

L'émetteur-récepteur qui a signalé une défaillance, au moyen d'un indicateur, au bloc fonctionnel de mappage et de maintenance doit automatiquement entreprendre les procédures de déclenchement, indépendamment des autres émetteurs-récepteurs du système, et doit continuer de le faire jusqu'à ce qu'il puisse réactiver la liaison. Une fois que cela a été fait, l'indicateur de défaillance de paire devrait être supprimé. La fonction de mappage et de maintenance peut alors réattribuer cette capacité supplémentaire à la transmission de données d'application.

I.5.7 Attribution de priorité/réaffectation des intervalles de temps

Dans certaines applications, il peut être nécessaire d'attribuer des priorités aux intervalles de temps, de sorte qu'en cas de défaillance d'une paire, seuls les intervalles de temps ayant la priorité la plus élevée soient transmis dans la ou les paires restantes. Cela suppose qu'en cas de défaillance d'une paire, la réaffectation dynamique des intervalles de temps ayant la priorité la plus élevée est nécessaire, de même qu'un moyen pour les unités LTU et NTU de se mettre d'accord sur les détails de la réaffectation. Comme l'unité LTU est l'unité maîtresse en ce qui concerne les fonctions OAM, la stratégie de réaffectation des intervalles de temps doit être déterminée à l'extrémité LTU du système. La réaffectation peut se faire en divers points du trajet de transmission, par exemple:

- a) échange d'intervalles de temps à l'interface d'application;
- b) mappage de trame de base;
- c) mappage de paires.

L'option a) suppose que les interfaces d'application à l'unité LTU comme à l'unité NTU contiennent la fonctionnalité nécessaire à l'échange des intervalles de temps et au traitement approprié de la signalisation et des bits de correction d'erreur dans la trame d'application, de sorte que la trame d'application puisse être reconstruite aux deux interfaces d'application. Cette option permet de garder le même mappage de base et de trame aux unités LTU et NTU, à la suite de la défaillance d'une paire.

NOTE – Les intervalles de temps de priorité élevée se trouveront dans les nouvelles trames d'application, tandis que les intervalles de temps de faible priorité ne s'y trouveront pas et contiendront à la place le signal AIS.

L'équipement des interfaces UNI et NNI autre que l'équipement HDSL aurait besoin de connaître l'état des paires, car il ne pourrait pas faire la distinction entre la défaillance d'une paire et l'absence d'information d'appel, qui sont toutes deux indiquées par le signal AIS.

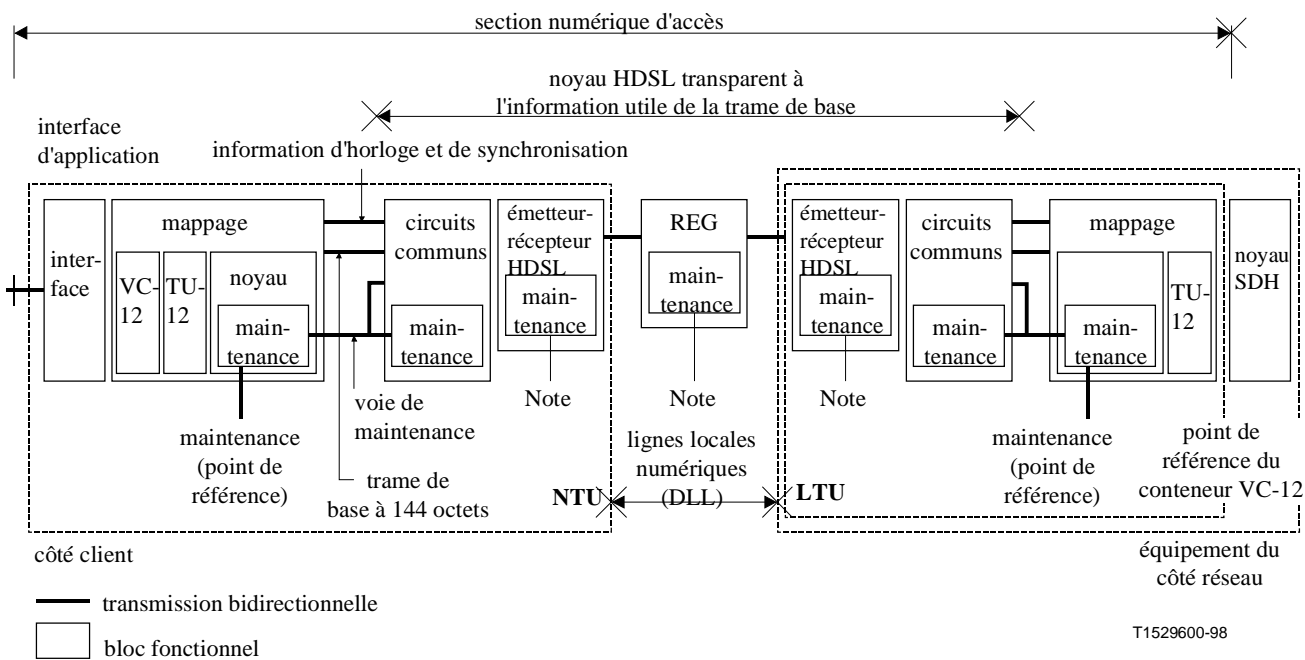
L'option b) nécessite un mécanisme permettant d'informer la fonction de mappage des trames de base de l'unité NTU quant aux changements survenus au mappage des trames de base de l'unité LTU, afin que l'unité NTU puisse reproduire les changements.

L'option c) nécessite un mécanisme permettant d'informer la fonction de mappage des trames HDSL de l'unité NTU quant aux changements survenus au mappage des trames HDSL de l'unité LTU, afin que l'unité NTU puisse reproduire les changements.

I.6 Exigences spécifiques d'application pour 2048 kbit/s mappés dans une structure d'unité TU-12

I.6.1 Configuration de référence

La section d'accès modifiée du système de transmission HDSL à signaux à structure TU-12 est illustrée à la Figure I.10. Des fonctions VC-12 et TU-12 supplémentaires sont insérées à la partie de mappage de l'unité NTU. L'unité LTU fait partie d'un équipement SDH.



NOTE – Une trame HDSL pleinement équipée comprend une, deux ou trois combinaisons de H, de REG et de lignes DLL, selon le débit de transmission des données de l'émetteur-récepteur HDSL. Les REC sont facultatifs.

Figure I.10/G.991.1 – Section d'accès pour le transport par une unité TU-12 utilisant la technologie HDSL

I.6.2 Interfaces d'application

I.6.2.1 Interface d'application du côté client

L'interface d'application du côté client doit être une interface de ligne louée numérique non structurée à 2048 kbit/s conforme aux normes ETS 300 418 [B6] et ETS 300 247 [B5].

I.6.2.2 Interface d'application du côté réseau

Aucune interface d'application n'existe du côté réseau; seul est défini un point de référence de conteneur VC-12 interne à l'équipement du côté réseau entre l'unité LTU et le noyau SDH.

I.6.3 Mappage de la trame d'application dans la trame HDSL en utilisant la structure de l'unité TU-12

Le mappage des données à la trame d'application avec la trame HDSL se fait en trois étapes.

I.6.3.1 Mappage de la trame d'application dans la structure VC-12

Les données à l'interface d'application sont mappées dans la structure de conteneur VC-12 conformément au 10.1.4/G.707 [B14]. Tous les modes de mappage décrits dans la présente Recommandation doivent être pris en charge.

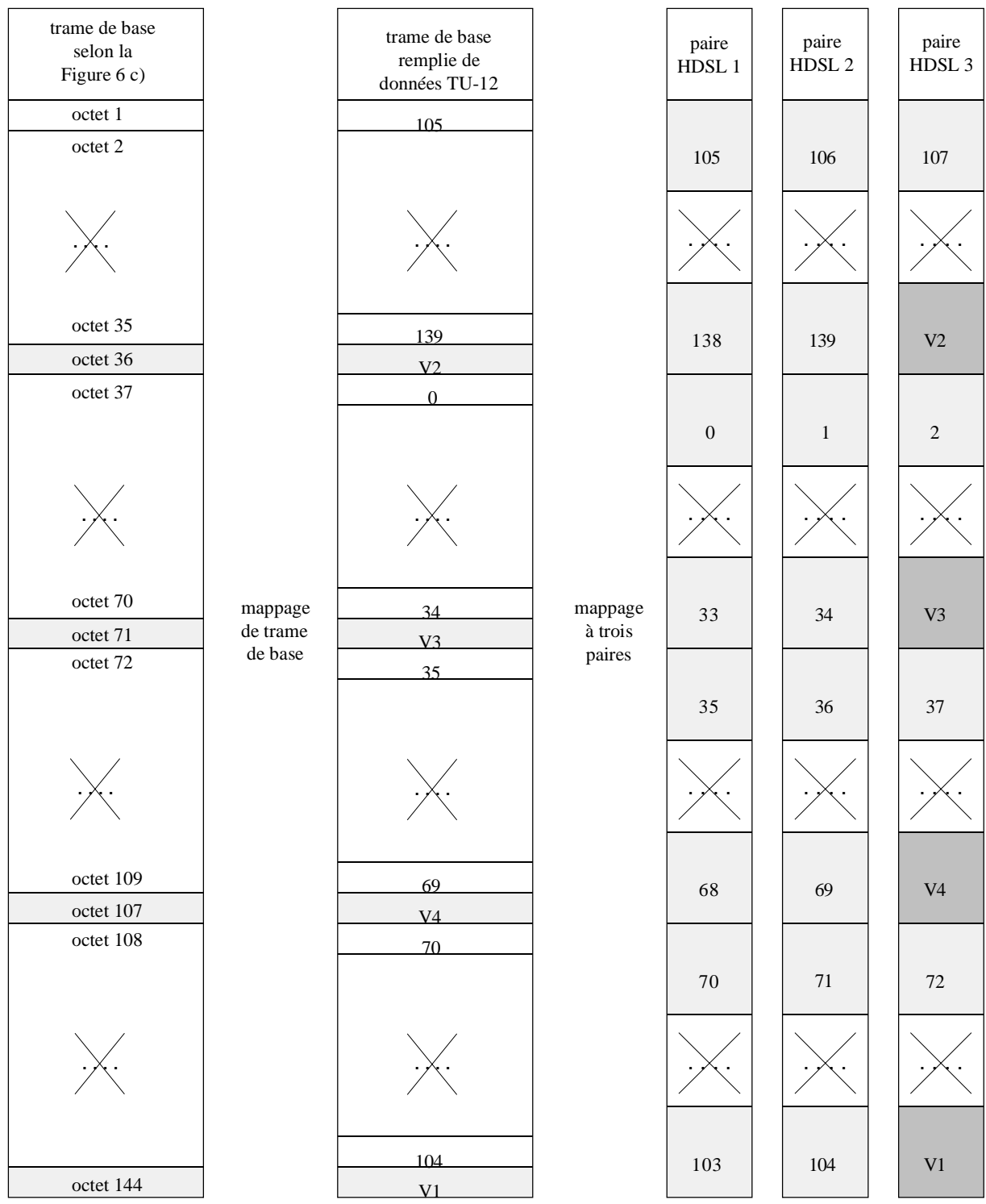
I.6.3.2 Mappage d'un conteneur VC-12 dans une unité TU-12

Les conteneurs VC-12 sont mappés dans la structure TU-12 conformément au 8.3/G.707 [B14].

I.6.3.3 Mappage d'une unité TU-12 dans une trame HDSL

Comme le décrit le sous-paragraphe 5.4, les données structurées de l'unité d'affluent TU-12 ayant un débit de 2304 kbit/s doivent être mappées dans une trame de base comportant 144 octets, d'une durée de 500 μ s. L'octet pointeur V1 doit se trouver dans l'octet 144 de la trame de base. Les bits Z_{m9} à Z_{m48} ne sont pas utilisés et doivent être mis à 1.

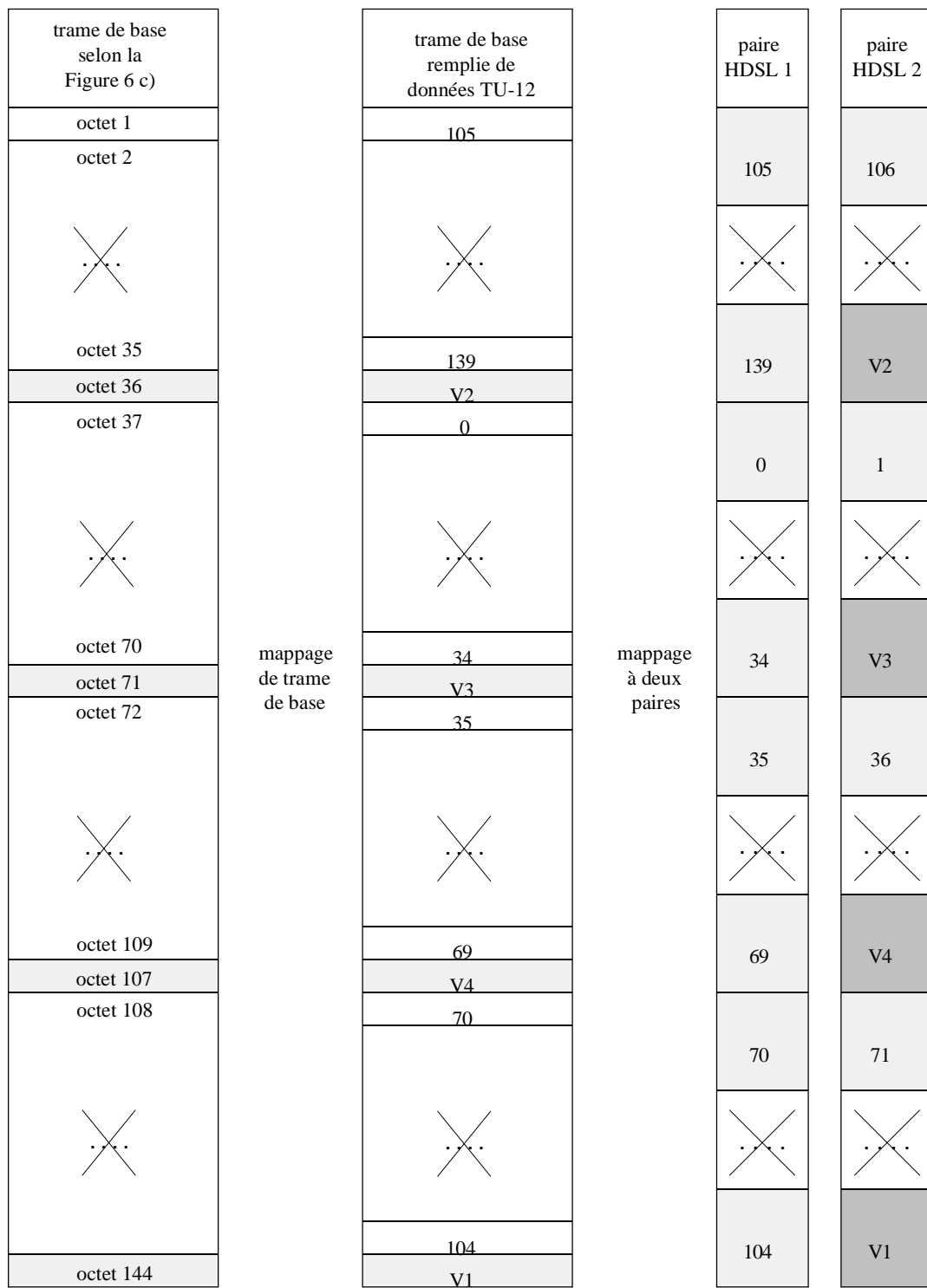
Le processus de mappage dans trois et deux paires est indiqué dans les Figures I.11 et I.12.



T1529610-98

NOTE – V1, V2 et V3 sont les pointeurs 1, 2 et 3 de l'unité TU-12; V4 est mis à 1. Ces octets font partie de l'unité d'affluent TU-12 et se terminent à un processeur de pointeur.

Figure I.11/G.991.1 – Mappage de la trame de base de l'option de l'unité TU-12 – Mappage synchrone dans trois paires



T1529620-98

NOTE – V1, V2 et V3 sont les pointeurs 1, 2 et 3 de l'unité TU-12; V4 est mis à 1. Ces octets font partie de l'unité d'affluent TU-12 et se terminent à un processeur de pointeur.

Figure I.12/G.991.1 – Mappage de la trame de base de l'option de l'unité TU-12 – Mappage synchrone dans deux paires

I.6.4 Mappage des fonctions de maintenance HDSL avec l'interface

La section numérique d'accès doit être considérée comme étant opérationnelle quand toutes les paires d'émetteurs-récepteurs ont indiqué l'achèvement de la procédure d'activation (voir 5.6 ou B.5.6), que l'identification correcte des paires a été obtenue dans la trame de base, comme le décrit 6.2 ou B.5.6.9, et qu'aucune autre condition de défaillance n'est détectée. Si l'une des paires d'émetteurs-récepteurs indique une condition non opérationnelle ou une identification incorrecte des paires, la section numérique d'accès doit être considérée comme n'étant pas opérationnelle.

Le fait que le signal D2048U n'est pas structuré rend impossible pour le noyau HDSL de mapper n'importe quelle information d'exploitation et de maintenance dans l'information utile ou hors d'elle, car le système HDSL n'a aucune information sur le contenu ni sur la structure interne des données transmises.

La seule information que le noyau peut obtenir est qu'il y a LOS à l'interface d'application de l'unité LTU ("LOS at the application interface of LTU") et LOS à l'interface d'application de l'unité NTU ("LOS at the application interface of NTU"). Quand une perte de signal est détectée à l'interface d'application de l'unité NTU ou LTU, un signal "ne comportant que des 1" doit être transmis jusqu'à l'extrémité éloignée du système HDSL. En même temps, le bit 15 de la trame HDSL ("losd") doit être mis à 0, comme l'indique le Tableau I.17.

Tableau I.17/G.991.1 – LOS à l'interface d'application de l'unité LTU et de l'unité NTU

| Condition de l'entrée de la ligne louée | Action |
|---|-----------------------------|
| LOS à l'interface d'application de la LTU | losd = 0 dans HOH (LTU/NTU) |
| LOS à l'interface d'application de la NTU | losd = 0 dans HOH (NTU/LTU) |

Le mappage de LOS/LFA du côté ligne des unités LTU, NTU et des deux côtés du régénérateur à l'interface d'application est indiqué au Tableau I.18.

Tableau I.18/G.991.1 – Mappage des fonctions de maintenance aux interfaces d'application

| Condition sur une ou plusieurs paires | Message en direction de l'interface d'application de l'unité | |
|---------------------------------------|--|-----|
| | NTU | LTU |
| LOS/LFA du côté ligne de la LTU | Note | AIS |
| LOS/LFA du côté ligne de la NTU | Note | AIS |
| LOS/LFA à REG-R | Note | AIS |
| LOS/LFA à REG-C | Note | AIS |

NOTE – Tant que le système HDSL n'est pas pleinement en fonctionnement, c.-à-d. tant que tous les émetteurs-récepteurs HDSL ne sont pas dans l'état émetteur-récepteur actif, le signal en direction de l'interface d'application de l'unité NTU n'est pas défini.

I.6.5 Qualité de fonctionnement

I.6.5.1 Spécification de la qualité de fonctionnement

La qualité de fonctionnement globale doit être telle que les limites données dans la Recommandation G.826 [B9] puissent être respectées.

I.6.5.2 Retard de transfert du signal

Le retard de transfert unidirectionnel du signal entre l'interface d'application à l'unité NTU et au point de référence de l'unité TU-12 à l'unité LTU ne doit pas dépasser 1250 µs. Le retard se calcule comme la moyenne du retard dans les deux sens. L'affectation pour un système 2B1Q HDSL doit être la suivante:

| | |
|-------|----------|
| LTU | ≤ 450 µs |
| NTU | ≤ 450 µs |
| REG | ≤ 200 µs |
| Ligne | ≤ 150 µs |

I.6.5.3 Spécification de la fréquence d'horloge

I.6.5.3.1 Synchronisation de l'horloge de l'unité NTU

Le signal de l'unité TU-12 en direction du réseau doit utiliser la base de temps du sens d'arrivée provenant du côté réseau comme référence de base de temps.

La base de temps de l'unité NTU en direction de l'interface d'application peut être tirée:

- du signal reçu du conteneur VC-12;
- du signal reçu de l'unité TU-12, un tampon de trame supplémentaire étant inséré dans le sens de réception.

I.6.5.3.2 Spécification de la gigue

La tolérance à la gigue d'entrée ainsi que la limite de transfert de gigue sont définies en fonction de l'amplitude et de la fréquence d'une gigue d'entrée sinusoïdale qui, lorsqu'elle module une séquence pseudo-aléatoire d'essai de $2^{15}-1$ du flux binaire à 2048 kbit/s au débit nominal et avec les tolérances de +50 ppm et -50 ppm, ne doit pas causer d'erreurs sur les bits dans le système de transmission, ni de la gigue à la sortie concernée dépassant les limites définies ci-dessous. Cette méthode d'essai est utilisée pour faciliter les essais et n'est pas, en soi, censée être représentative du type de gigue que l'on trouvera dans les applications pratiques.

La gigue d'entrée admissible est donnée à la Figure I.1 (voir I.1.3.3.3), avec les valeurs du Tableau I.19. Les limites de la gigue de sortie figurant au Tableau I.20 doivent être respectées lorsqu'on applique la gigue admissible à l'entrée concernée.

Tableau I.19/G.991.1 – Valeurs des paramètres de tolérance applicables à la gigue d'entrée

| Interface d'application | Paramètre | Amplitude de crête à crête | | | Fréquence | | | | |
|-------------------------|-----------|----------------------------|-------------------------|-------------------------|-----------|----|------|------|-----|
| | | A0 | A1 | A2 | f0 | f1 | f2 | f3 | f4 |
| à la NTU (entrée) | Valeur | – | 1,1 | 0,11 | – | – | 4 | 0,04 | 100 |
| à la LTU (entrée) | Valeur | – | 1,35 | 0,18 | – | 20 | 2400 | 18 | 100 |
| | Unités | – | U _{Icr.} à cr. | U _{Icr.} à cr. | – | Hz | Hz | kHz | kHz |

NOTE 1 – U_{Icr.} à cr. = Intervalle unitaire de crête à crête. $1 \text{ U}_{Icr. \text{ à cr.}} = \frac{1}{2048} \text{ kHz} = 488 \text{ ns}$ pour l'application D2048U.

NOTE 2 – Les valeurs pour l'entrée de l'unité NTU sont extraites de la norme ETS 300 247 [B5].

NOTE 3 – Les valeurs pour l'entrée de l'unité LTU sont extraites de la Recommandation G.823, mais réduites de 10% pour tenir compte de l'accumulation de gigue dans le système de transmission HDSL.

Tableau I.20/G.991.1 – Valeurs maximales admissibles pour la gigue de sortie

| Interface d'application | Paramètre | Gigue maximale admissible | | Paramètres de la bande passante de mesure (la partie passe-haut présente une pente du premier ordre) | | |
|-------------------------|-----------|---------------------------|-------------|--|--------|-----|
| | | B1; (f1-f4) | B2; (f3-f4) | f1 | f3 | f4 |
| à la sortie de la NTU | Valeur | 1,5 | 0,2 | 20 | 18 000 | 100 |
| à la sortie de la LTU | Valeur | 0,3 | 0,15 | 20 | 700 | 100 |
| | Unités | UIcr. à cr. | UIcr. à cr. | Hz | Hz | kHz |

NOTE 1 – Les valeurs pour la sortie de l'unité NTU sont extraites de la norme ETS 300 247 [B5].
 NOTE 2 – Les valeurs pour la sortie de l'unité LTU se basent sur l'entrée de l'unité NTU, augmentée d'un certain taux pour tenir compte de l'accumulation de gigue dans le système de transmission HDSL dans la zone des fréquences moins élevées, et se basent sur le réseau de transmission à facteur Q élevé qui suit.

I.6.5.4 Mesures de la qualité de fonctionnement en laboratoire

Il convient d'utiliser le montage et les procédures d'essai du 6.3 ou B.6.2. La qualité de fonctionnement doit être évaluée entre l'interface d'application à l'unité NTU et au point de référence du conteneur VC-12 dans l'unité LTU entre la fonctionnalité de mappage et le noyau SDH. Un adaptateur spécial sera utilisé pour le raccordement de l'équipement de mesure au point de référence interne du conteneur VC-12.

APPENDICE II

Définition détaillée des caractéristiques des câbles et des boucles d'essai

II.1 Caractéristiques types des câbles

Le présent appendice contient les tableaux donnant les paramètres types des câbles, ainsi que les valeurs calculées du comportement attendu des boucles. Les mesures pratiques effectuées sur les câbles et les boucles d'essai ne seront pas nécessairement identiques aux valeurs de ces tableaux. L'Annexe C/G.960 [2], donne des renseignements supplémentaires sur les câbles et les boucles d'essai (y compris des représentations graphiques).

Tableau II.1/G.991.1 – Paramètres des câbles PE de 0,4 mm

| Fréquence | 0 Hz | 10 kHz | 20 kHz | 40 kHz | 100 kHz | 150 kHz | 200 kHz | 400 kHz | 500 kHz |
|------------|------|--------|--------|--------|---------|---------|---------|---------|---------|
| R' (Ω/km) | 268 | 268 | 269 | 271 | 282 | 295 | 312 | 390 | 425 |
| L' (μH/km) | 680 | 678 | 675 | 669 | 650 | 642 | 635 | 619 | 608 |
| C' (nF/km) | 45,5 | 45,5 | 45,5 | 45,5 | 45,5 | 45,5 | 45,5 | 45,5 | 45,5 |

Tableau II.2/G.991.1 – Paramètres des câbles PE de 0,5 mm

| Fréquence | 0 Hz | 10 kHz | 20 kHz | 40 kHz | 100 kHz | 150 kHz | 200 kHz | 400 kHz | 500 kHz |
|------------|------|--------|--------|--------|---------|---------|---------|---------|---------|
| R' (Ω/km) | 172 | 172 | 173 | 175 | 190 | 207 | 227 | 302 | 334 |
| L' (μH/km) | 680 | 678 | 675 | 667 | 646 | 637 | 629 | 603 | 592 |
| C' (nF/km) | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 |

Tableau II.3/G.991.1 – Paramètres des câbles PE de 0,6 mm

| Fréquence | 0 Hz | 10 kHz | 20 kHz | 40 kHz | 100 kHz | 150 kHz | 200 kHz | 400 kHz | 500 kHz |
|--------------------|------|--------|--------|--------|---------|---------|---------|---------|---------|
| R' (Ω /km) | 119 | 120 | 121 | 125 | 146 | 167 | 189 | 260 | 288 |
| L' (μ H/km) | 700 | 695 | 693 | 680 | 655 | 641 | 633 | 601 | 590 |
| C' (nF/km) | 56 | 56 | 56 | 56 | 56 | 56 | 56 | 56 | 56 |

Tableau II.4/G.991.1 – Paramètres des câbles PE de 0,8 mm

| Fréquence | 0 Hz | 10 kHz | 20 kHz | 40 kHz | 100 kHz | 150 kHz | 200 kHz | 400 kHz | 500 kHz |
|--------------------|------|--------|--------|--------|---------|---------|---------|---------|---------|
| R' (Ω /km) | 67 | 70 | 72,5 | 75,0 | 91,7 | 105 | 117 | 159 | 177,5 |
| L' (μ H/km) | 700 | 700 | 687 | 665 | 628 | 609 | 595 | 568 | 543 |
| C' (nF/km) | 37,8 | 37,8 | 37,8 | 37,8 | 37,8 | 37,8 | 37,8 | 37,8 | 37,8 |

Tableau II.5/G.991.1 – Paramètres des câbles PVC de 0,32 mm

| Fréquence | 0 Hz | 10 kHz | 20 kHz | 40 kHz | 100 kHz | 150 kHz | 200 kHz | 400 kHz | 500 kHz |
|--------------------|------|--------|--------|--------|---------|---------|---------|---------|---------|
| R' (Ω /km) | 419 | 419 | 419 | 419 | 427 | 453 | 493 | 679 | 750 |
| L' (μ H/km) | 650 | 650 | 650 | 650 | 647 | 635 | 621 | 577 | 560 |
| C' (nF/km) | 120 | 120 | 120 | 120 | 120 | 120 | 120 | 120 | 120 |

Tableau II.6/G.991.1 – Paramètres des câbles PVC de 0,4 mm

| Fréquence | 0 Hz | 10 kHz | 20 kHz | 40 kHz | 100 kHz | 150 kHz | 200 kHz | 400 kHz | 500 kHz |
|--------------------|------|--------|--------|--------|---------|---------|---------|---------|---------|
| R' (Ω /km) | 268 | 268 | 268 | 268 | 281 | 295 | 311 | 391 | 426 |
| L' (μ H/km) | 650 | 650 | 650 | 650 | 635 | 627 | 619 | 592 | 579 |
| C' (nF/km) | 120 | 120 | 120 | 120 | 120 | 120 | 120 | 120 | 120 |

Tableau II.7/G.991.1 – Paramètres des câbles PVC de 0,63 mm

| Fréquence | 0 Hz | 10 kHz | 20 kHz | 40 kHz | 100 kHz | 150 kHz | 200 kHz | 400 kHz | 500 kHz |
|--------------------|------|--------|--------|--------|---------|---------|---------|---------|---------|
| R' (Ω /km) | 108 | 108 | 108 | 111 | 141 | 173 | 207 | 319 | 361 |
| L' (μ H/km) | 635 | 635 | 635 | 630 | 604 | 584 | 560 | 492 | 469 |
| C' (nF/km) | 120 | 120 | 120 | 120 | 120 | 120 | 120 | 120 | 120 |

II.2 Caractéristiques théoriques des boucles d'essai pour Y= 31 dB à 150 kHz

Tableau II.8/G.991.1 – Boucle 2

| Fréquence (kHz) | 10 | 20 | 40 | 100 | 150 | 200 | 400 | 500 | |
|------------------------------------|-----------|-----------|-----------|------------|------------|------------|------------|------------|-----|
| Atténuation (dB) | 15,2 | 19,0 | 23,4 | 28,6 | 31,0 | 33,3 | 42,5 | 46,8 | |
| Atténuation (dB) | -97 | -165 | -280 | -611 | -889 | -1168 | -2277 | -2823 | |
| Phase (degrés) | 21,7 | 17,0 | 15,4 | 15,4 | 15,5 | 15,6 | 15,3 | 15,1 | |
| Impédance (Ω) à la NTU | Re. | 228 | 179 | 146 | 126 | 122 | 120 | 117 | 117 |
| | Im. | -209 | -129 | -82 | -39 | -28 | -23 | -14 | -13 |
| Impédance (Ω) à la LTU | Re. | 228 | 179 | 146 | 126 | 122 | 120 | 117 | 117 |
| | Im. | -209 | -129 | -82 | -39 | -28 | -23 | -14 | -13 |

Tableau II.9/G.991.1 – Boucle 3

| Fréquence (kHz) | 10 | 20 | 40 | 100 | 150 | 200 | 400 | 500 | |
|---|-----------|-----------|-----------|------------|------------|------------|------------|------------|-----|
| Atténuation (dB) | 16,4 | 20,0 | 23,2 | 28,3 | 31,3 | 34,5 | 45,9 | 50,3 | |
| Phase (degrés) | -114 | -191 | -336 | -770 | -1129 | -1489 | -2896 | -3588 | |
| Temps de propagation de groupe (μ s) | 23,8 | 20,2 | 20,1 | 20,0 | 20,0 | 19,9 | 19,4 | 19,1 | |
| Impédance (Ω) à la NTU | Re. | 219 | 199 | 166 | 120 | 123 | 120 | 117 | 116 |
| | Im. | -152 | -98 | -91 | -41 | -27 | -26 | -13 | -13 |
| Impédance (Ω) à la LTU | Re. | 257 | 190 | 134 | 128 | 121 | 116 | 118 | 120 |
| | Im. | -201 | -151 | -84 | -33 | -34 | -19 | -17 | -12 |

Tableau II.10/G.991.1 – Boucle 4

| Fréquence (kHz) | 10 | 20 | 40 | 100 | 150 | 200 | 400 | 500 | |
|---|-----------|-----------|-----------|------------|------------|------------|------------|------------|-----|
| Atténuation (dB) | 15,3 | 19,3 | 23,3 | 28,2 | 31,2 | 34,3 | 45,6 | 50,0 | |
| Phase (degrés) | -113 | -195 | -339 | -768 | -1126 | -1484 | -2887 | -3578 | |
| Temps de propagation de groupe (μ s) | 25,5 | 20,9 | 19,6 | 19,9 | 20,0 | 19,9 | 19,3 | 19,1 | |
| Impédance (Ω) à la NTU | Re. | 128 | 110 | 114 | 105 | 109 | 108 | 103 | 103 |
| | Im. | -143 | -68 | -26 | -18 | -18 | -11 | -9 | -7 |
| Impédance (Ω) à la NTU | Re. | 263 | 210 | 192 | 159 | 165 | 159 | 157 | 157 |
| | Im. | -205 | -122 | -75 | -30 | -34 | -16 | -13 | -12 |

Tableau II.11/G.991.1 – Boucle 5

| Fréquence (kHz) | 10 | 20 | 40 | 100 | 150 | 200 | 400 | 500 | |
|-------------------------------------|-----------|-----------|-----------|------------|------------|------------|------------|------------|-----|
| Atténuation (dB) | 13,9 | 16,7 | 18,6 | 24,4 | 28,9 | 33,0 | 46,1 | 51,1 | |
| Phase (degrés) | -160 | -290 | -545 | -1300 | -1912 | -2512 | -4838 | -5963 | |
| Temps de propagation de groupe (µs) | 36,5 | 35,5 | 35,4 | 34,4 | 33,6 | 33,5 | 31,3 | 30,7 | |
| Impédance (Ω) à la NTU | Re. | 164 | 144 | 126 | 87 | 67 | 57 | 60 | 79 |
| | Im. | -95 | -71 | -60 | -55 | -44 | -31 | +8 | +11 |
| Impédance (Ω) à la LTU | Re. | 164 | 144 | 126 | 87 | 67 | 57 | 60 | 79 |
| | Im. | -95 | -71 | -60 | -55 | -44 | -31 | +8 | +11 |

Tableau II.12/G.991.1 – Boucle 6

| Fréquence (kHz) | 10 | 20 | 40 | 100 | 150 | 200 | 400 | 500 | |
|-------------------------------------|-----------|-----------|-----------|------------|------------|------------|------------|------------|-----|
| Atténuation (dB) | | 12,4 | 21,9 | 31,2 | 27,0 | 28,1 | 35,7 | 41,4 | |
| Phase (degrés) | -81 | -138 | -232 | -413 | -612 | -833 | -1613 | -1977 | |
| Temps de propagation de groupe (µs) | 18,5 | 14,1 | 12,1 | 8,3 | 12,1 | 12,3 | 11,6 | 10,1 | |
| Impédance (Ω) à la NTU | Re. | 124 | 88 | 65 | 49 | 68 | 75 | 68 | 52 |
| | Im. | -167 | -97 | -64 | -9 | 0 | -19 | -18 | 3 |
| Impédance (Ω) à la NTU | Re. | 253 | 188 | 144 | 125 | 124 | 120 | 117 | 117 |
| | Im. | -200 | -133 | -88 | -43 | -29 | -21 | -14 | -13 |

Tableau II.13/G.991.1 – Boucle 7

| Fréquence (kHz) | 10 | 20 | 40 | 100 | 150 | 200 | 400 | 500 | |
|-------------------------------------|-----------|-----------|-----------|------------|------------|------------|------------|------------|-----|
| Atténuation (dB) | 14,1 | 17,7 | 22,1 | 28,0 | 30,6 | 33,1 | 45,2 | 50,9 | |
| Phase (degrés) | -98 | -171 | -296 | -645 | -941 | -1237 | -2391 | -2801 | |
| Temps de propagation de groupe (µs) | 22,9 | 18,4 | 16,6 | 16,3 | 16,3 | 16,7 | 15,8 | 15,5 | |
| Impédance (Ω) à la NTU | Re. | 124 | 86 | 57 | 48 | 70 | 96 | 73 | 61 |
| | Im. | -182 | -109 | -65 | -4 | +16 | -14 | +2 | -17 |
| Impédance (Ω) à la NTU | Re. | 218 | 161 | 133 | 103 | 91 | 81 | 57 | 53 |
| | Im. | -218 | -135 | -90 | -59 | -53 | -49 | -31 | -21 |

APPENDICE III

Bibliographie

- [B1] LEE-FANG WEI: Rotationally Invariant Convolutional Coding with Expanded Signal Space – Part II: Nonlinear Codes, *IEEE Transactions on Information Theory*, Vol. IT-33, juillet 1984.
- [B2] CUPO (R.L.) et coll.: Combined Trellis Coding and DFE Through Tomlinson Precoding, *IEEE Journal on Selected Areas in Communications*, Vol. 9, n° 6, août 1991.
- [B3] Rapport technique n° 28 du Comité T1 de l' ANSI: A Technical Report on High bit rate Digital Subscriber Lines (HDSL), février 1994.
- [B4] BOYD (S.): Multitone Signals with Low Crest Factor, *IEEE Transactions on Circuits and Systems*, Vol CAS-33, n° 10, octobre 1986.
- [B5] ETS 300 247 (1993), *Télécommunications d'affaires; Prescriptions techniques pour les réseaux ouverts – Liaisons louées numériques à 2048 kbit/s non structurées (D2048U) – Caractéristiques de connexion.*
- [B6] ETS 300 418 (1995), *Télécommunications d'affaires (BTC) – Liaisons louées numériques à 2048 kbit/s structurées et non structurées (D2048U et D2048S) – Description de l'interface réseau.*
- [B7] ETS 300 419 (1995), *Télécommunications d'affaires (BTC) – Liaisons louées numériques à 2048 kbit/s structurées (D2048S) – Caractéristiques de connexion.*
- [B8] Recommandation UIT-T G.823 (1993), *Régulation de la gigue et du dérapage dans les réseaux numériques fondés sur la hiérarchie à 2048 kbit/s.*
- [B9] Recommandation UIT-T G.826 (1996), *Paramètres et objectifs relatifs aux caractéristiques d'erreur pour les conduits numériques internationaux à débit constant égal ou supérieur au débit primaire.*
- [B10] Recommandation UIT-T G.703 (1998), *Caractéristiques physiques et électriques des jonctions numériques hiérarchiques.*
- [B11] Recommandation UIT-T G.704 (1998), *Structures de trame synchrone utilisées aux niveaux hiérarchiques de 1544, 6312, 2048, 8448 et 44 736 kbit/s.*
- [B12] Recommandation CCITT G.706 (1991), *Procédures de verrouillage de trames et de contrôle de redondance cyclique (CRC) concernant les structures de trame de base définies dans la Recommandation G.704.*
- [B13] ISO 2110:1989, *Technologies de l'information – Communication de données – Connecteur d'interface ETTD/ETCD à 25 pôles et affectation des numéros de contacts.*
- [B14] Recommandation UIT-T G.707 (1996), *Interface de nœud de réseau pour la hiérarchie numérique synchrone.*
- [B15] ETS 300 167 (1993), *Transmission et multiplexage: Caractéristiques fonctionnelles des interfaces à 2048 kbit/s.*

SERIES DES RECOMMANDATIONS UIT-T

| | |
|----------------|---|
| Série A | Organisation du travail de l'UIT-T |
| Série B | Moyens d'expression: définitions, symboles, classification |
| Série C | Statistiques générales des télécommunications |
| Série D | Principes généraux de tarification |
| Série E | Exploitation générale du réseau, service téléphonique, exploitation des services et facteurs humains |
| Série F | Services de télécommunication non téléphoniques |
| Série G | Systèmes et supports de transmission, systèmes et réseaux numériques |
| Série H | Systèmes audiovisuels et multimédias |
| Série I | Réseau numérique à intégration de services |
| Série J | Transmission des signaux radiophoniques, télévisuels et autres signaux multimédias |
| Série K | Protection contre les perturbations |
| Série L | Construction, installation et protection des câbles et autres éléments des installations extérieures |
| Série M | RGT et maintenance des réseaux: 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, installations téléphoniques et réseaux locaux |
| Série Q | Commutation et signalisation |
| Série R | Transmission télégraphique |
| Série S | Equipements terminaux de télégraphie |
| Série T | Terminaux 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 Y | Infrastructure mondiale de l'information |
| Série Z | Langages de programmation |