



UNION INTERNATIONALE DES TÉLÉCOMMUNICATIONS

**UIT-T**

SECTEUR DE LA NORMALISATION  
DES TÉLÉCOMMUNICATIONS  
DE L'UIT

**G.991.2**

(12/2003)

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

Sections numériques et systèmes de lignes numériques –  
Réseaux d'accès

---

**Emetteurs-récepteurs pour ligne d'abonné  
numérique à haut débit sur paire unique  
(SHDSL)**

Recommandation UIT-T G.991.2

---

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
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	G.500–G.599
CARACTÉRISTIQUES DES SUPPORTS DE TRANSMISSION	G.600–G.699
EQUIPEMENTS TERMINAUX NUMÉRIQUES	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
<b>Réseaux d'accès</b>	<b>G.990–G.999</b>
QUALITÉ DE SERVICE ET DE TRANSMISSION – ASPECTS GÉNÉRIQUES ET ASPECTS LIÉS À L'UTILISATEUR	G.1000–G.1999
CARACTÉRISTIQUES DES SUPPORTS DE TRANSMISSION	G.6000–G.6999
EQUIPEMENTS TERMINAUX NUMÉRIQUES	G.7000–G.7999
RÉSEAUX NUMÉRIQUES	G.8000–G.8999

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

## Recommandation UIT-T G.991.2

### Émetteurs-récepteurs pour ligne d'abonné numérique à haut débit sur paire unique (SHDSL)

#### Résumé

La présente Recommandation décrit une méthode de transmission pour le transport de données dans des réseaux d'accès de télécommunication. Les émetteurs-récepteurs SHDSL sont conçus principalement pour une exploitation duplex sur des paires métalliques torsadées à deux fils de jauges diverses. Une exploitation optionnelle sur des paires multiples est prise en charge pour des applications impliquant une portée accrue. La présente Recommandation spécifie également des régénérateurs de signal optionnels pour un fonctionnement sur une paire unique ou sur des paires multiples. Les émetteurs-récepteurs SHDSL sont en mesure de prendre en charge des débits de données utilisateur symétriques sélectionnés au sein du domaine de 192 kbit/s à 2312 kbit/s en utilisant un code de ligne avec modulation d'impulsions en amplitude avec codage par treillis (TCPAM, *trellis coded pulse amplitude modulation*). Les extensions optionnelles décrites à l'Annexe F permettent d'assurer des débits de données utilisateur allant jusqu'à 5696 kbit/s. Les émetteurs-récepteurs SHDSL sont conçus de manière à fournir une compatibilité spectrale avec d'autres technologies de transmission utilisées dans le réseau d'accès, y compris d'autres technologies DSL. Les émetteurs-récepteurs SHDSL ne prennent pas en charge l'utilisation de technologies de division analogique permettant la coexistence avec un réseau téléphonique classique ou RNIS. Les Annexes A, B et C spécifient des prescriptions régionales portant sur des différences de fonctionnement et des prescriptions de performances. L'Annexe D spécifie des prescriptions pour les régénérateurs de signal. L'Annexe E décrit des modes de trame spécifiques pouvant être pris en charge par des émetteurs-récepteurs SHDSL.

Se référer à l'Annexe H/G.992.1 [1] en ce qui concerne des spécifications d'émetteurs-récepteurs utilisables dans des réseaux avec un service RNIS existant (telles qu'elles sont données dans l'Appendice III/G.961, dans la Bibliographie [B1]).

#### Historique

Relativement à la version 1 (2000) de la présente Recommandation, la version 2 comporte les ajouts et modifications ci-après:

- le mode à quatre fils a été étendu à un mode plus général à paires multiples qui assure la prise en charge optionnelle de connexions allant jusqu'à quatre paires. Voir le § 7.2.1.5. Il convient de noter que l'intégrité du mode de fonctionnement optionnel sur quatre fils décrit dans la révision 1 est préservée. Le mode à quatre fils est identique au mode à  $M$  paires avec  $M = 2$ , sauf pour la méthode d'attribution des nombres ordinaux aux paires de fils. Dans le mode à quatre fils, les nombres ordinaux (numéros d'identification des paires de fils) sont attribués selon le § 6.3 alors que dans le mode à  $M$  paires, les nombres ordinaux sont attribués aux paires de fils selon le § 7.2.1.5;
- les boucles et conditions d'essai spécifiées à l'Annexe B ont été mises à jour (voir le § B.3.3); l'Appendice IV et les tableaux de profils de bruit de l'Annexe B ont été ajoutés;
- les extensions optionnelles décrites à l'Annexe F permettent d'assurer des débits de données utilisateur allant jusqu'à 5696 kbit/s;
- les procédures de désactivation et de démarrage à chaud spécifiées à l'Annexe H ont été ajoutées;
- la prise en charge de la répartition dynamique des débits a été ajoutée pour le mode à double support. Voir le § E.10.3;

- les définitions de la couche TPS-TC ont été ajoutées pour le mode de transfert par paquets (§ E.11), le mode transfert synchrone avec un canal de signalisation spécialisé (§ E.12), le réseau téléphonique classique et le RNIS à encapsulation V5 (§ E.13).

### **Source**

La Recommandation G.991.2 de l'UIT-T a été approuvée le 14 décembre 2003 par la Commission d'études 15 (2001-2004) de l'UIT-T selon la procédure définie dans la Recommandation UIT-T A.8.

## 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.

L'Assemblée mondiale de normalisation des télécommunications (AMNT), qui se réunit tous les quatre ans, détermine les thèmes d'étude 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 1 de l'AMNT.

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, l'expression "Administration" est utilisée pour désigner de façon abrégée aussi bien une administration de télécommunications qu'une exploitation reconnue.

Le respect de cette Recommandation se fait à titre volontaire. Cependant, il se peut que la Recommandation contienne certaines dispositions obligatoires (pour assurer, par exemple, l'interopérabilité et l'applicabilité) et considère que la Recommandation est respectée lorsque toutes ces dispositions sont observées. Le futur d'obligation et les autres moyens d'expression de l'obligation comme le verbe "devoir" ainsi que leurs formes négatives servent à énoncer des prescriptions. L'utilisation de ces formes ne signifie pas qu'il est obligatoire de respecter la Recommandation.

## 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 2004

Tous droits réservés. Aucune partie de cette publication ne peut être reproduite, par quelque procédé que ce soit, sans l'accord écrit préalable de l'UIT.

## TABLE DES MATIÈRES

		Page
1	Domaine d'application .....	1
2	Références normatives.....	1
3	Définitions et abréviations.....	2
	3.1 Définitions .....	2
	3.2 Abréviations .....	3
4	Modèles de référence.....	6
	4.1 Modèle fonctionnel de l'unité STU-x .....	6
	4.2 Modèle de référence de protocole dans le plan utilisateur .....	7
	4.3 Modèles d'application.....	8
5	Capacité de transport .....	8
6	Caractéristiques fonctionnelles de la couche PMD .....	9
	6.1 Fonctionnement en mode "données" .....	9
	6.2 Séquence d'activation de la densité PMD.....	13
	6.3 Séquence de préactivation PMD .....	18
	6.4 Séquence de préactivation G.994.1 .....	22
7	Caractéristiques fonctionnelles de la couche PMS-TC .....	25
	7.1 Fonctionnement en mode "données" .....	25
	7.2 Activation de la couche PMS-TC.....	32
8	Caractéristiques fonctionnelles de la couche TPS-TC.....	34
	8.1 Structure de données du bloc de charge utile .....	34
	8.2 Entrelacement des données dans le mode à $M$ paires.....	34
9	Gestion.....	35
	9.1 Modèle de référence de gestion.....	35
	9.2 Primitives de performance SHDSL .....	36
	9.3 Paramètres de performances liés à la ligne SHDSL .....	37
	9.4 Stockage des données relatives aux performances.....	38
	9.5 Canal d'exploitation incorporé.....	38
10	Architecture d'horloge .....	65
	10.1 Architecture d'horloge de référence.....	65
	10.2 Précision de l'horloge .....	66
	10.3 Définition des sources d'horloge .....	66
	10.4 Synchronisation avec les sources d'horloges.....	67

	<b>Page</b>
11	Caractéristiques électriques ..... 67
11.1	Symétrie longitudinale..... 67
11.2	Tension de sortie longitudinale ..... 68
11.3	Affaiblissement d'adaptation ..... 69
11.4	Essais de puissance émise ..... 71
11.5	Délai de transfert du signal..... 73
12	Essais de conformité ..... 73
12.1	Micro-interruptions..... 73
Annexe A	– Prescriptions régionales – Région 1 ..... 74
A.1	Domaine d'application ..... 74
A.2	Boucles d'essai..... 74
A.3	Essais de performances..... 75
A.4	Masques de densité PSD ..... 91
A.5	Caractéristiques fonctionnelles propres à la région..... 100
Annexe B	– Prescriptions régionales – Région 2..... 108
B.1	Domaine d'application ..... 108
B.2	Boucles d'essai..... 108
B.3	Essais de performance ..... 111
B.4	Masques de densité PSD ..... 130
B.5	Caractéristiques fonctionnelles propres à la région..... 135
Annexe C	– Prescriptions régionales – Région 3..... 138
Annexe D	– Fonctionnement du régénérateur de signal ..... 138
D.1	Diagramme de référence..... 138
D.2	Procédures de démarrage..... 139
D.3	Débits de symbole ..... 143
D.4	Masques de densité PSD ..... 143
Annexe E	– Trame de couche TPS-TC propre à l'application ..... 143
E.1	Couche TPS-TC pour des données de canal libre ..... 143
E.2	TPS-TC pour des données de canal libre en mode octet..... 144
E.3	Couche TPS-TC pour le transport DS1 non aligné ..... 146
E.4	Couche TPS-TC pour le transport DS1 aligné/DS1 fractionnaire..... 146
E.5	Couche TPS-TC pour ligne louée numérique européenne non structurée à 2048 kbit/s (D2048U)..... 148
E.6	Couche TPS-TC pour ligne louée numérique européenne structurée à 2048 kbit/s (D2048S) ..... 148
E.7	Couche TPS-TC pour ligne louée numérique européenne structurée à 2048 kbit/s (D2048S) et fractionnaire ..... 149
E.8	Couche TPS-TC pour accès RNIS au débit de base synchrone ..... 151
E.9	Couche TPS-TC pour le transport ATM ..... 168
E.10	Mode de la couche TPS-TC à double support..... 176

	<b>Page</b>	
E.11	Couche TPS-TC pour le transport PTM.....	193
E.12	Couche TPS-TC pour le mode STM avec un canal de signalisation spécialisé (DSC).....	200
E.13	Couche TPS-TC pour le RNIS ou le réseau téléphonique commuté à enveloppement LAPV5.....	202
Annexe F – Prescriptions concernant les débits de charge utile allant jusqu'à 5696 kbit/s en Région 1.....		208
F.1	Domaine d'application.....	208
F.2	Débit binaire.....	208
F.3	Dispositif de mappage.....	210
F.4	Masques de densité PSD.....	211
F.5	Prescriptions relatives aux perturbations de diaphonie.....	214
F.6	Caractéristiques fonctionnelles.....	216
Annexe G – Réservee pour les prescriptions relatives aux débits binaires compris entre 2320 et **débit maximal** kbit/s en Région 2.....		216
Annexe H – Procédure de désactivation et de démarrage à chaud.....		216
H.1	Désactivation et passage au mode à puissance réduite.....	216
H.2	Activation du démarrage à chaud.....	218
Appendice I – Exemples de circuit d'essai (caractère informatif).....		224
I.1	Exemple de circuit d'essai d'injection de diaphonie.....	224
I.2	Exemple de circuits de couplage pour la symétrie longitudinale et la tension de sortie longitudinale.....	224
I.3	Circuit d'essai d'affaiblissement d'adaptation.....	225
I.4	Circuit d'essai pour mesures de puissance totale ou de densité PSD en émission.....	225
Appendice II – Caractéristiques usuelles des câbles (caractère informatif).....		226
II.1	Caractéristiques usuelles pour les câbles de l'Annexe B.....	226
Appendice III – Description du démarrage du régénérateur de signal (caractère informatif).....		227
III.1	Démarrage initié par l'unité STU-R.....	228
III.2	Démarrage initié par l'unité STU-C.....	229
III.3	Démarrage initié par une unité SRU.....	230
III.4	Collisions et reconditionnements.....	231
III.5	Activation du mode "diagnostic".....	231
Appendice IV – Présentation des profils de bruit décrits à l'Annexe B sous forme de tableaux.....		232
Bibliographie.....		245

## Recommandation UIT-T G.991.2

### Émetteurs-récepteurs pour ligne d'abonné numérique à haut débit sur paire unique (SHDSL)

#### 1 Domaine d'application

La présente Recommandation décrit une méthode de transmission pour la fourniture d'un service de ligne d'abonné numérique à haut débit sur paire unique (SHDSL, *single-pair high-speed digital subscriber line*) comme moyen de transport de données dans des réseaux d'accès de télécommunication. La présente Recommandation ne spécifie pas la totalité des prescriptions d'implémentation des émetteurs-récepteurs SHDSL. Elle se limite à la description des fonctionnalités nécessaires pour l'interfonctionnement d'équipements de fournisseurs divers. Les définitions des interfaces utilisateur physiques et d'autres caractéristiques spécifiques d'implémentation sont en dehors du domaine d'application de la présente Recommandation.

Se référer à la Rec. UIT-T G.995.1 dans la Bibliographie [B2] (texte à caractère informatif) en ce qui concerne les relations de la présente Recommandation avec d'autres Recommandations UIT-T de la série G.99x.

La présente Recommandation traite des caractéristiques principales suivantes:

- dispositions concernant une exploitation duplex sur des paires métalliques torsadées à deux fils d'une jauge (ou, de manière optionnelle, de jauges diverses);
- spécification des fonctionnalités de la couche Physique, par exemple les codes de ligne et la correction d'erreur directe;
- spécification des fonctionnalités de la couche Liaison de données, par exemple la synchronisation de trame et le tramage d'application ainsi que des données de gestion, d'exploitation et de maintenance (OAM, *operations, administration and maintenance*);
- dispositions concernant l'utilisation optionnelle de répéteurs pour un accroissement de portée;
- dispositions concernant la compatibilité spectrale avec d'autres technologies de transmission utilisées dans le réseau d'accès;
- dispositions concernant des prescriptions régionales, incluant des différences fonctionnelles et des prescriptions de performances.

#### 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. La référence à un document figurant dans la présente Recommandation ne donne pas à ce document en tant que tel le statut d'une Recommandation.

- [1] Recommandation UIT-T G.992.1 (1999), *Émetteurs-récepteurs de ligne d'abonné numérique asymétrique*.
- [2] Recommandation UIT-T G.994.1 (2003), *Procédures de prise de contact pour les émetteurs-récepteurs de ligne d'abonné numérique*.

- [3] Recommandation UIT-T G.997.1 (2003), *Gestion de couche Physique pour les émetteurs-récepteurs de ligne d'abonné numérique*.
- [4] IETF RFC 1662 (1994), *PPP in HDLC-like Framing*.
- [5] ISO 8601:2000, *Eléments de données et formats d'échange – Echange d'information – Représentation de la date et de l'heure*.
- [6] Recommandation UIT-T G.996.1 (2001), *Procédures de test pour les émetteurs-récepteurs de ligne d'abonné numérique*.
- [7] CEI 60950 (1999), *Matériels de traitement de l'information – Sécurité*.
- [8] Recommandation UIT-T I.432.1 (1999), *Interface utilisateur-réseau du RNIS-LB – Spécification de la couche physique: caractéristiques générales*.
- [9] ETSI EN 300 324-1 (1994), *V Interfaces at the digital Local Exchange (LE); V5.1 interface for the support of Access Network (AN); Part 1: V5.1 Interface specification*.
- [10] ETSI EG 201 900-1 V1.1.1 (2001), *Services and Protocols for Advanced Networks (SPAN); Narrowband Services over ATM; Loop Emulation Service (LES) using AAL2; Part 1: LES interface specification [ATM Forum Specification af-vmoa-0145.000 (2000), modified]*.
- [11] Coded Identification of Equipment Entities of the North American Telecommunications System for Information Exchange [Revision of T1.213-1990 (R1996)], May 2001.

### 3 Définitions et abréviations

#### 3.1 Définitions

La présente Recommandation définit les termes suivants:

**3.1.1 taux d'erreur binaire:** rapport entre le nombre de bits erronés et le nombre de bits émis pendant une durée donnée.

**3.1.2 aval:** direction de l'unité STU-C vers l'unité STU-R (centre de commutation vers terminal distant).

**3.1.3 rebouclage:** inversion de la direction de transmission de la charge utile (c'est-à-dire, des données utilisateur) au niveau d'un élément réseau SHDSL spécifié.

**3.1.4 dispositif de mappage:** dispositif permettant d'associer un regroupement de bits avec un symbole de transmission.

**3.1.5 micro-interruption:** interruption temporaire de la ligne.

**3.1.6 modulo:** dispositif fournissant des sorties de valeur limitée (différent de l'opération de modulo mathématique).

**3.1.7 bloc de charge utile:** partie de la trame contenant des données utilisateur.

**3.1.8 plésiochrone:** procédé d'horloge dans lequel la trame SHDSL est basée sur l'horloge de transmission arrivée, mais l'horloge de symbole est basée sur une autre source d'horloge indépendante.

**3.1.9 précodeur:** dispositif présent dans l'émetteur, permettant de compenser certaines perturbations du canal.

**3.1.10 coefficients de précodeur:** coefficients du filtre du précodeur, générés par le récepteur et transférés vers l'émetteur.

**3.1.11 terminal distant:** terminal situé en aval d'un centre de commutation.

- 3.1.12 embrouilleur:** dispositif de transformation aléatoire d'un flux de données.
- 3.1.13 segment:** partie d'un arc entre deux terminaisons (unité STU ou SRU).
- 3.1.14 élément réseau SHDSL:** unité STU-R, STU-C ou SRU.
- 3.1.15 arc:** liaison entre unités STU-C et STU-R, y compris les régénérateurs.
- 3.1.16 dispositif de mise en forme du spectre:** dispositif de remise en forme des caractéristiques spectrales d'un signal.
- 3.1.17 bits de remplissage:** bits ajoutés pour la synchronisation de flux de données indépendants.
- 3.1.18 synchrone:** procédé d'horloge dans lequel les horloges de trame et de symbole SHDSL sont basées sur l'horloge de transmission en entrée de l'unité STU-C ou sur une source d'horloge liée au réseau.
- 3.1.19 amont:** direction de l'unité STU-R vers l'unité STU-C (terminal distant vers centre de commutation).

## 3.2 Abréviations

La présente Recommandation utilise les abréviations suivantes:

$\alpha$	interface entre les couches PMS-TC et TPS-TC dans une unité STU-C
$\beta$	interface entre les couches PMS-TC et TPS-TC dans une unité STU-R
$\gamma_C$	interface entre la couche TPS-TC et la section propre à l'application dans une unité STU-C
$\gamma_R$	interface entre la couche TPS-TC et la section propre à l'application dans une unité STU-R
$a_k$	coefficients de codeur convolutionne
AFE	équipement frontal analogique ( <i>analogue front end</i> )
AGC	commande automatique de gain ( <i>automatic gain control</i> )
$b_k$	coefficients du codeur convolutionnel
BER	taux d'erreur binaire ( <i>bit error ratio</i> )
bit/s	bits par seconde
$C_k$	coefficient d'ordre k du précodeur
CC	centre de commutation
CLEI™	identificateur d'équipement en langage commun ( <i>common language equipment identifier</i> )
CMRR	taux d'affaiblissement du mode commun ( <i>common mode rejection ratio</i> )
CPE	équipement des locaux client ( <i>customer premises equipment</i> )
CRC	contrôle de redondance cyclique
CRC-6	contrôle CRC d'ordre 6 (utilisé dans une trame SHDSL)
$crc(X)$	polynôme de contrôle CRC
DAC	convertisseur numérique-analogique ( <i>digital-to-analogue converter</i> )
dBm	décibels, par rapport à un niveau de référence de 1 mW, c'est-à-dire, 0 dBm = 1 mW
DC	courant continu ( <i>direct current</i> )

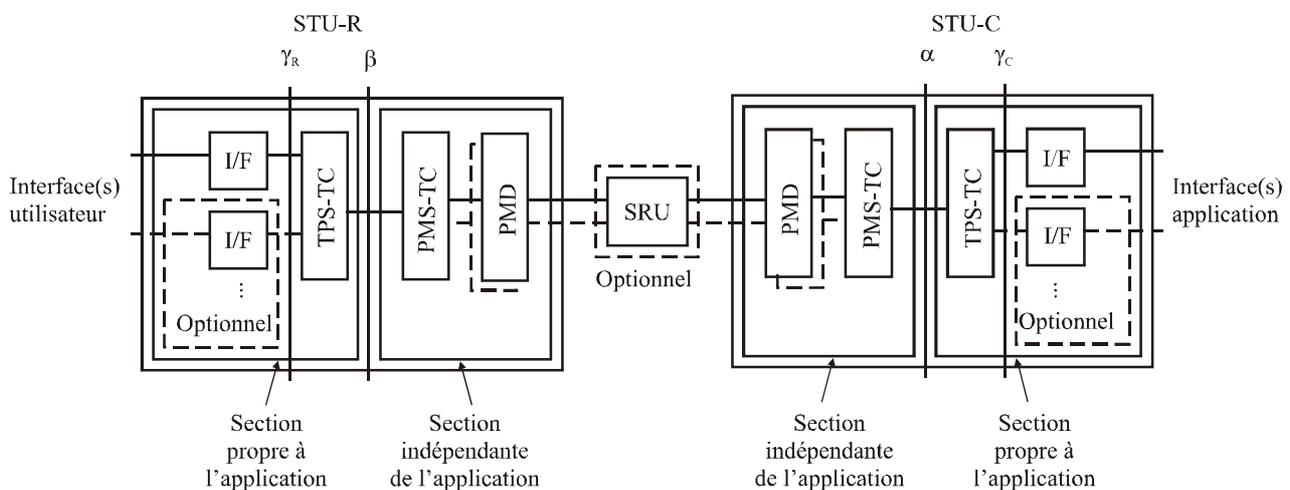
DLL	ligne numérique locale ( <i>digital local line</i> )
DRR	répartition dynamique de débit ( <i>dynamic rate repartitioning</i> )
DS	aval ( <i>downstream</i> )
DSC	canal de signalisation spécialisé ( <i>dedicated signalling channel</i> )
DSL	ligne d'abonné numérique ( <i>digital subscriber line</i> )
DUT	dispositif soumis aux essais ( <i>device under test</i> )
EOC	canal d'exploitation incorporé ( <i>embedded operations channel</i> )
ES	seconde erronée ( <i>errored second</i> )
$f_s$	fréquence d'échantillonnage
$f_{sym}$	fréquence de symbole
FCS	séquence de contrôle de trame ( <i>frame check sequence</i> )
FEC	correction d'erreur directe ( <i>forward error correction</i> )
FEXT	trajet de télédiaphonie ( <i>far-end crosstalk</i> )
FSW	mot de synchronisation de trame ( <i>frame synchronization word</i> )
$g(X)$	polynôme générateur du contrôle CRC ( <i>generating polynomial for CRC</i> )
HDLC	commande de liaison de données à haut niveau ( <i>high-level data link control</i> )
HW	matériel ( <i>hardware</i> )
I/F	interface
kbit/s	kilobits par seconde
LB	symétrie longitudinale ( <i>longitudinal balance</i> )
LCL	affaiblissement de conversion longitudinale ( <i>longitudinal conversion loss</i> )
$losd$	bit d'indication de perte de signal au niveau de l'interface application
LOSW	défaillance par perte de mot de synchronisation ( <i>loss of sync word failure</i> )
LSB	bit le moins significatif ( <i>least significant bit</i> )
LT	terminaison de ligne ( <i>line termination</i> )
$m(X)$	polynôme de message pour le contrôle CRC ( <i>message polynomial for CRC</i> )
Mbit/s	mégabits par seconde
MSB	bit le plus significatif ( <i>most significant bit</i> )
MTU	unité de terminaison de maintenance ( <i>maintenance termination unit</i> )
NEXT	trajet de paradiaphonie ( <i>near-end crosstalk</i> )
NT	terminaison réseau ( <i>network termination</i> )
OAM	gestion, exploitation et maintenance ( <i>operations, administration and maintenance</i> )
OH	en-tête ( <i>overhead</i> )
PAM	modulation d'impulsion en amplitude ( <i>pulse amplitude modulation</i> )
2-PAM	modulation PAM à deux niveaux (utilisée au démarrage)
PBO	réduction de puissance ( <i>power back-off</i> )
PL-OAM	gestion, exploitation et maintenance de la couche Physique ( <i>physical layer – OAM</i> )

PMD	dépendant du support physique ( <i>physical medium dependent</i> )
PMMS	session avec modulation pour mesure de puissance (examen de ligne) ( <i>power measurement modulation session (line probe)</i> )
PMS-TC	couche TC propre au support physique ( <i>physical medium-specific TC layer</i> )
ppm	millionième ( <i>parts per million</i> )
PPP	protocole de point à point
<i>ps</i>	bit de statut d'alimentation ( <i>power status bit</i> )
PSD	densité spectrale de puissance ( <i>power spectral density</i> )
PTD	dispositif de terminaison d'itinéraire (du côté centre de commutation) ( <i>path terminating device (CO side terminating equipment)</i> )
PTM	mode de transfert par paquets ( <i>packet transfer mode</i> )
REG	régénérateur de signal
rms	écart quadratique moyen ( <i>root mean square</i> )
RSP	bit de période de silence de régénérateur ( <i>regenerator silence period bit</i> )
Rx	récepteur ( <i>receiver</i> )
S/B	rapport signal sur bruit ( <i>SNR, signal-to-noise ratio</i> )
S/T	interface logique entre l'unité STU-R et l'équipement terminal utilisateur raccordé
<i>sb</i>	bit de remplissage ( <i>stuff bit</i> )
<i>sbit</i>	bit indicateur d'identification de bit de remplissage ( <i>stuff bit identified indicator bit</i> )
<i>sega</i>	bit indicateur d'anomalie de segment ( <i>segment anomaly indicator bit</i> )
<i>segd</i>	bit indicateur de défaut de segment ( <i>segment defect indicator bit</i> )
SES	seconde gravement erronée ( <i>severely errored second</i> )
SHDSL	ligne DSL à haut débit sur paire unique ( <i>single-pair high-speed digital subscriber line</i> )
SRU	unité de régénération SHDSL ( <i>SHDSL regenerator unit</i> )
STU	unité d'émission réception SHDSL ( <i>SHDSL transceiver unit</i> )
STU-C	unité STU au niveau du centre de commutation ( <i>STU at the central office</i> )
STU-R	unité STU au niveau de l'extrémité distante ( <i>STU at the remote end</i> )
TBD	à définir ( <i>to be determined</i> )
TC	couche de convergence de transmission ( <i>transmission convergence layer</i> )
TCM	modulation avec codage par treillis ( <i>trellis coded modulation</i> )
TCM-RNIS	RNIS avec multiplexage par compression temporelle (tel qu'il est spécifié par l'Appendice III/G.961 [B1]) ( <i>time-compression multiplexed</i> )
TCPAM	modulation d'impulsions en amplitude avec codage par treillis (utilisée dans le mode "données") ( <i>trellis coded PAM</i> )
TPS-TC	couche de convergence de transmission propre au protocole de transmission ( <i>transmission protocol-specific TC layer</i> )
Tx	émetteur ( <i>transmitter</i> )

U-C	interface de boucle – côté centre de commutation ( <i>loop interface – central office end</i> )
U-R	interface de boucle – côté terminal distant ( <i>loop interface – remote terminal end</i> )
UAS	seconde indisponible ( <i>unavailable second</i> )
US	amont ( <i>upstream</i> )
UTC	impossibilité de se conformer ( <i>unable to comply</i> )
V	interface logique entre l'unité STU-C et un élément réseau numérique tel qu'un ou plusieurs systèmes de commutation
xDSL	désignation globale pour l'un des divers types de technologie DSL

## 4 Modèles de référence

### 4.1 Modèle fonctionnel de l'unité STU-x



G.991.2\_F4-1

**Figure 4-1/G.991.2 – Modèle fonctionnel d'unité STU-x**

La Figure 4-1 représente un diagramme de principe de l'émetteur d'une unité émettrice-réceptrice SHDSL (STU, *SHDSL transceiver unit*), se constituant des blocs fonctionnels et des interfaces auxquels fait référence la présente Recommandation. Elle illustre les fonctionnalités de base des unités STU-R et STU-C. Chacune des unités STU se constitue d'une partie indépendante de l'application et d'une partie propre à l'application. La partie indépendante de l'application contient les couches PMD et PMS-TC, les caractéristiques propres à l'application se situant dans la couche TPS-TC et dans les interfaces d'équipement. Un arc SHDSL peut également contenir un ou plusieurs régénérateurs de signal optionnels, comme indiqué par la figure. La figure ne représente pas les fonctions de gestion qui sont en général sous la commande du système de gestion de réseau de l'exploitant; se référer au § 9 pour ce qui est des détails concernant la gestion. L'alimentation à distance, fournie de manière optionnelle par l'unité STU-C par le biais de l'arc, n'est pas représentée par la figure.

L'unité STU-C (ou la terminaison de ligne (LT)) fournit les fonctions du côté du centre de commutation. L'unité STU-C joue le rôle de maître pour les fonctions de l'unité STU-R du côté client (ou de la terminaison de réseau (NT)) et pour tout régénérateur.

Les unités STU-C et STU-R, associées à la ligne numérique locale (DLL, *digital local line*) et aux régénérateurs éventuels constituent un arc SHDSL. La ligne DLL peut se composer d'une unique paire torsadée en cuivre, ou de manière optionnelle de paires multiples. Dans ce dernier cas, chaque

unité STU contient plusieurs couches PMD distinctes qui fournissent des interfaces avec une couche PMS-TC unique. Si une extension de la transmission est nécessaire, il est alors possible d'insérer un ou plusieurs régénérateurs de signal au niveau de points intermédiaires dans la boucle. Ces points seront choisis de manière à satisfaire aux critères s'appliquant pour les caractéristiques d'affaiblissement d'insertion et de transmission de boucle.

La couche PMD fournit les fonctions principales suivantes:

- génération et récupération de l'horloge de symbole;
- codage et décodage;
- modulation et démodulation;
- annulation d'écho;
- égalisation de la ligne;
- démarrage de la liaison.

Le § 6 donne la description détaillée des fonctionnalités de la couche PMD.

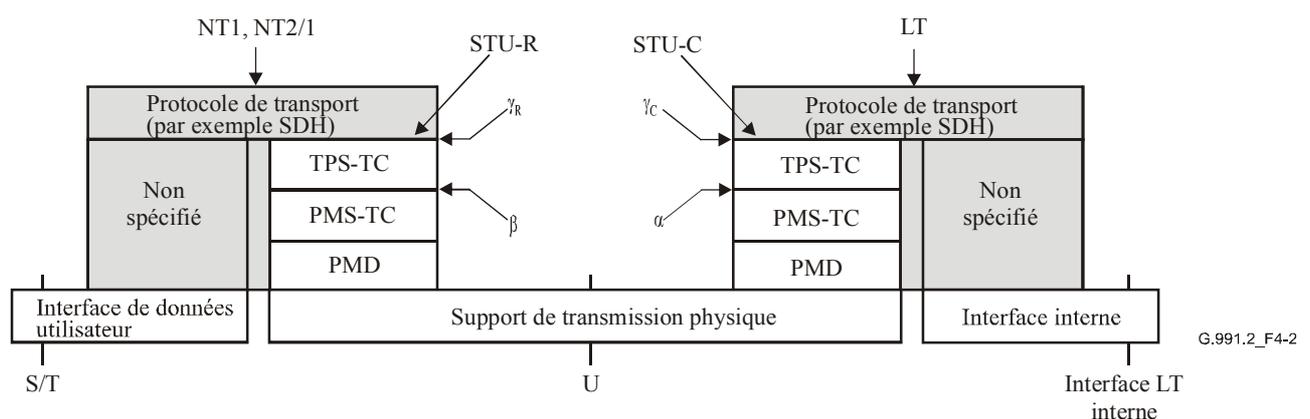
La couche PMS-TC fournit les fonctions de mise en trame et de synchronisation de trame, ainsi que d'embrouillage et de désembrouillage. Le § 7 donne la description de la couche PMS-TC.

La couche PMS-TC est connectée à la couche TPS-TC au moyen des interfaces  $\alpha$  et  $\beta$  respectives des unités STU-C et STU-R. La couche TPS-TC est propre à l'application et traite principalement la mise en forme des données utilisateur au sein de la trame SHDSL; se référer au § 8 pour plus de détails. Il peut s'agir du multiplexage, du démultiplexage et de l'alignement temporel des canaux utilisateur multiples. L'Annexe E décrit les formats de trame utilisateur de la couche TPS-TC.

La couche TPS-TC communique avec les blocs d'interface par le biais des interfaces  $\gamma_R$  et  $\gamma_C$ . La couche TPS-TC peut, selon l'application concernée, avoir l'obligation de fournir un ou plusieurs canaux de données utilisateur avec les interfaces correspondantes. La définition de ces interfaces est en dehors du domaine d'application de la présente Recommandation.

Il convient de noter que les interfaces  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma_R$  et  $\gamma_C$  représentent uniquement des délimitations logiques auxquelles aucun accès physique n'est nécessaire.

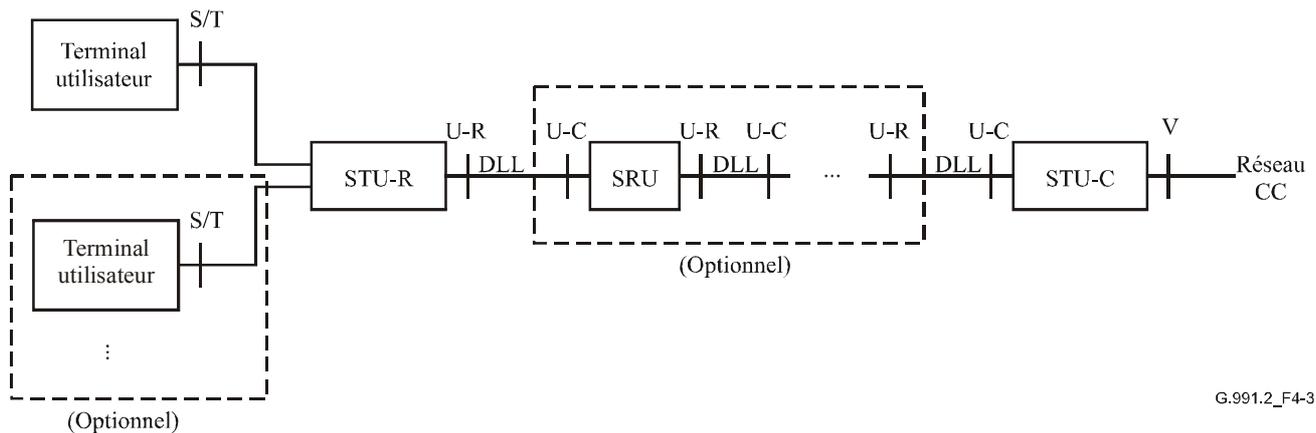
#### 4.2 Modèle de référence de protocole dans le plan utilisateur



**Figure 4-2/G.991.2 – Modèle de référence de protocole dans le plan utilisateur**

Le modèle de référence de protocole dans le plan utilisateur de la Figure 4-2 constitue une variante de la représentation des informations de la Figure 4-1. Elle met en évidence la structure en couche de la présente Recommandation et présente une vue conforme aux modèles xDSL génériques définis par la Rec. UIT-T G.995.1 [B2].

### 4.3 Modèles d'application



G.991.2\_F4-3

Figure 4-3/G.991.2 – Modèle d'application

La Figure 4-3 représente un modèle d'application pour un système SHDSL usuel indiquant les points de référence et les équipements connectés. Dans une telle application, une unité STU-R sera connectée en général à un ou plusieurs terminaux utilisateur qui peuvent être des terminaux de données, des équipements de télécommunications ou d'autres dispositifs. Les connexions à ces équipements terminaux se font au niveau des points de référence S/T. La connexion entre les unités STU-R et STU-C peut impliquer, de manière optionnelle, un ou plusieurs régénérateurs de signal SHDSL (unités SRU). Les connexions avec les lignes DLL qui interconnectent les unités STU et les unités SRU se font au niveau de points de référence U. Pour tout couple d'unités STU-x et SRU, la connexion du côté réseau se fait au niveau d'une interface U-R et la connexion du côté client au niveau d'une interface U-C. L'unité STU-C est connectée en général à un réseau de centre de commutation au niveau du point de référence V.

### 5 Capacité de transport

La présente Recommandation spécifie, pour des émetteurs-récepteurs SHDSL, un mode de fonctionnement à deux fils pouvant prendre en charge des débits de données utilisateur (charge utile) allant de 192 kbit/s à 2,312 Mbit/s par incréments de 8 kbit/s. Les débits autorisés sont donnés par la formule  $n \times 64 + i \times 8$  kbit/s, avec  $3 \leq n \leq 36$  et  $0 \leq i \leq 7$ . Les valeurs de  $i$  sont limitées à 0 ou 1 pour  $n = 36$ . Se référer aux Annexes A et B pour plus de détails concernant des prescriptions régionales spécifiques. Il convient de noter que les extensions optionnelles décrites à l'Annexe F permettent d'assurer des débits de données utilisateur allant jusqu'à 5696 kbit/s.

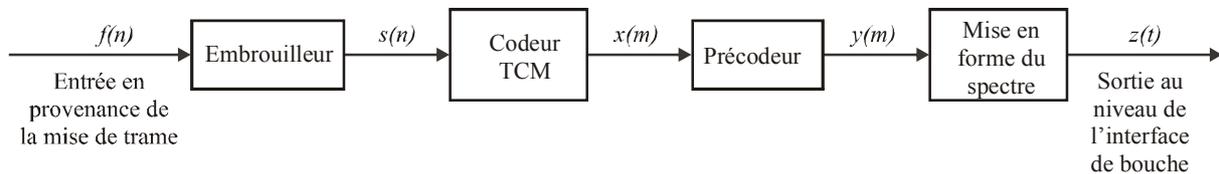
La présente Recommandation spécifie également un mode de fonctionnement optionnel sur  $M$  paires pouvant prendre en charge des débits de données utilisateur (charge utile) allant de  $M \times 192$  kbit/s à  $M \times 2,312$  Mbit/s par incréments de  $M \times 8$  kbit/s, avec  $1 \leq M \leq 4$ . Il convient de noter que les extensions optionnelles décrites à l'Annexe F permettent d'assurer des débits de données utilisateur allant jusqu'à  $M \times 5696$  kbit/s. Le mode à quatre fils est identique au mode de fonctionnement sur  $M$  paires avec  $M = 2$ , sauf pour la méthode d'attribution de nombres ordinaux aux paires de fils. Dans le mode à quatre fils, les nombres ordinaux (numéros d'identification des paires de fils) sont attribués selon le § 6.3 alors que dans le mode à  $M$  paires, les nombres ordinaux sont attribués aux paires de fils selon le § 7.2.1.5. Se référer également aux Annexes A et B pour plus de détails concernant des prescriptions régionales spécifiques et à l'Annexe F pour les débits de données étendus.

## 6 Caractéristiques fonctionnelles de la couche PMD

### 6.1 Fonctionnement en mode "données"

#### 6.1.1 Modèle de référence de l'unité STU en mode "données"

La Figure 6-1 représente un modèle de référence de la couche PMD en "mode données" pour un émetteur d'unité STU-C ou STU-R.



G.991.2\_F6-1

Figure 6-1/G.991.2 – Modèle de référence PMD en mode "données"

L'index  $n$  représente le temps de bit, l'index  $m$  représente le temps de symbole et  $t$  représente le temps analogique. Le signal  $f(n)$  désigne l'entrée en provenance du dispositif de mise en trame et  $s(n)$  la sortie de l'encodeur. Les dispositifs de mise en trame et d'embrouillage sont situés au sein de la couche PMS-TC et sont représentés dans la figure pour plus de clarté. Le signal  $x(m)$  désigne la sortie de codeur TCM: modulation avec codage par treillis (TCM, *trellis coded modulation*), le signal  $y(m)$  désigne la sortie du précodeur de canal et le signal  $z(t)$  représente la sortie analogique du dispositif de mise en forme du spectre au niveau de l'interface de boucle. Lorsque  $K$  bits d'information sont transmis dans un symbole PAM unidimensionnel, la durée du symbole est égale à  $K$  fois la durée de bit, de sorte que les  $K$  valeurs de  $n$  pour une valeur donnée de  $m$  sont  $\{mK + 0, mK + 1, \dots, mK + K - 1\}$ .

$M$  sous-couches PMD distinctes sont actives dans le mode optionnel à  $M$  paires, à savoir une pour chaque paire de fils. La valeur de  $n$  représente dans ce cas le temps de bit pour chaque paire de fils et non le débit de ligne du système global.

##### 6.1.1.1 Débit PMD

Le fonctionnement de la couche PMD pour les débits d'information spécifiés sera conforme aux spécifications des § A.5.1 ou § B.5.1. Le fonctionnement de la couche PMD aux débits étendus optionnels spécifiés à l'Annexe F sera celui qui est défini au § F.2.

##### 6.1.2 Codeur TCM

La Figure 6-2 représente le schéma de principe du codeur TCM. Le flux de bits sériel  $s(n)$  issu de l'embrouilleur sera converti en un mot parallèle de  $K$  bits à l'instant correspondant au symbole d'ordre  $m$  et traité ensuite par le codeur convolutionnel. Le mot résultant de  $K + 1$  bits sera mappé vers l'un des  $2^{K+1}$  niveaux prédéterminés constituant le signal  $x(m)$ .

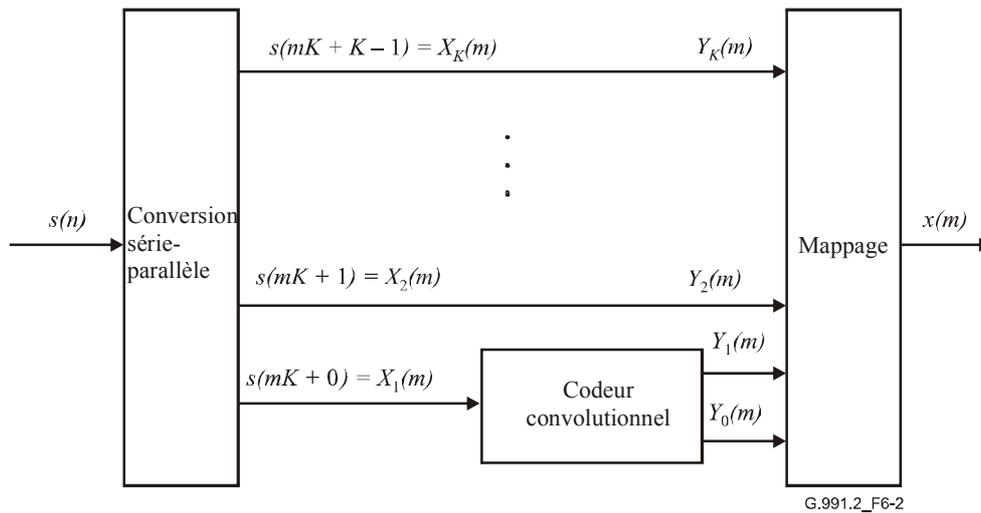


Figure 6-2/G.991.2 – Diagramme de principe du codeur TCM

### 6.1.2.1 Convertisseur série-parallèle

Le flux de bits sériel  $s(n)$  issu de l'embrouilleur sera converti en un mot parallèle de  $K$  bits  $\{X_1(m) = s(mK + 0), X_2(m) = s(mK + 1), \dots, X_K(m) = s(mK + K - 1)\}$  à l'instant correspondant au symbole d'ordre  $m$ , le premier bit émis étant  $X_1(m)$ .

### 6.1.2.2 Codeur convolutionnel

La Figure 6-3 représente le codeur convolutionnel non systématique avec transfert vers l'avant;  $T_s$  représente un retard d'une durée de symbole, " $\oplus$ " est l'opérateur binaire OU exclusif et " $\otimes$ " l'opérateur binaire ET. Le signal  $X_1(m)$  sera appliqué au codeur convolutionnel, les valeurs de  $Y_1(m)$  et  $Y_0(m)$  seront calculées et  $X_1(m)$  sera introduit dans le registre à décalage.

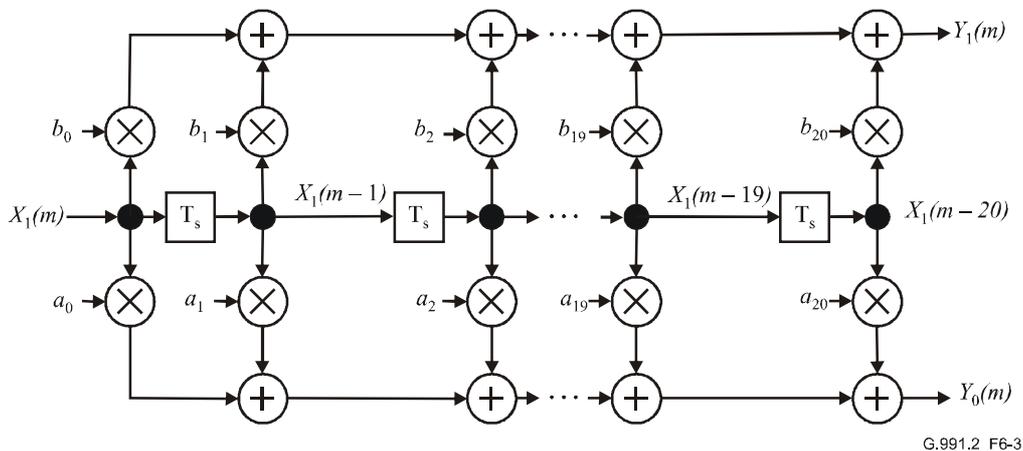


Figure 6-3/G.991.2 – Schéma de principe du codeur convolutionnel

Les coefficients binaires  $a_i$  et  $b_i$  seront transférés du codeur vers le récepteur durant la phase d'activation spécifiée par le § 7.2.1.3. Les valeurs  $A$  et  $B$  suivantes donnent une représentation numérique de ces coefficients:

$$A = a_{20} \cdot 2^{20} + a_{19} \cdot 2^{19} + a_{18} \cdot 2^{18} + \dots + a_0 \cdot 2^0; \text{ et}$$

$$B = b_{20} \cdot 2^{20} + b_{19} \cdot 2^{19} + b_{18} \cdot 2^{18} + \dots + b_0 \cdot 2^0$$

Le choix des coefficients du codeur est propre au fournisseur. Ce choix se fera de sorte à satisfaire aux prescriptions de performances du système (se référer aux Annexes A et/ou B en ce qui concerne les prescriptions de performances).

### 6.1.2.3 Dispositif de mappage

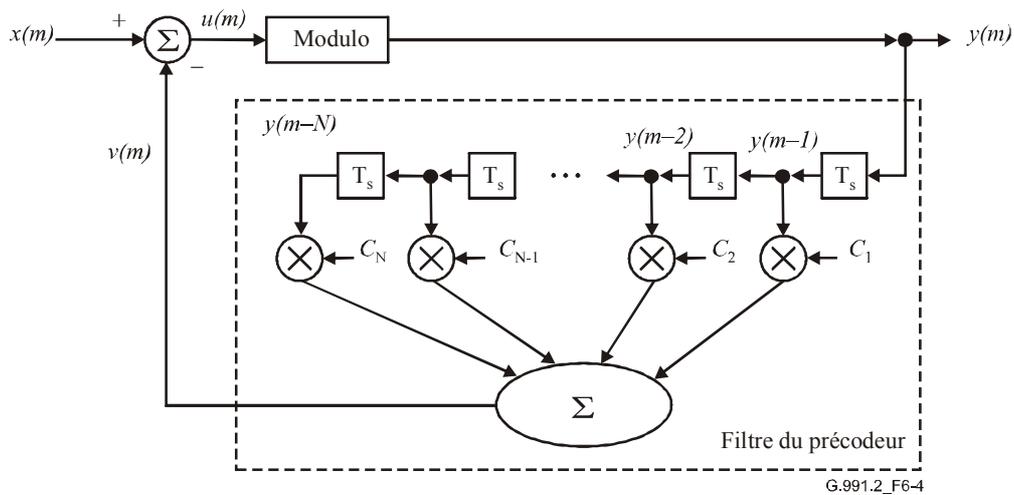
Les  $K + 1$  bits  $Y_K(m)$ , ...,  $Y_1(m)$  et  $Y_0(m)$  seront mappés vers un niveau  $x(m)$ . Le Tableau 6-1 donne le mappage des bits vers un niveau dans le cas d'un mappage avec 16 niveaux.

**Tableau 6-1/G.991.2 – Mappage de bits vers un niveau PAM**

$Y_3(m)$	$Y_2(m)$	$Y_1(m)$	$Y_0(m)$	$x(m)$ pour 16-PAM
0	0	0	0	-15/16
0	0	0	1	-13/16
0	0	1	0	-11/16
0	0	1	1	-9/16
0	1	0	0	-7/16
0	1	0	1	-5/16
0	1	1	0	-3/16
0	1	1	1	-1/16
1	1	0	0	1/16
1	1	0	1	3/16
1	1	1	0	5/16
1	1	1	1	7/16
1	0	0	0	9/16
1	0	0	1	11/16
1	0	1	0	13/16
1	0	1	1	15/16

### 6.1.3 Précodeur de canal

La Figure 6-4 représente le schéma de principe du précodeur de canal,  $T_s$  représentant un retard d'une durée de symbole.



**Figure 6-4/G.991.2 – Schéma de principe du précodeur de canal**

Les coefficients  $C_k$  du filtre de précodage seront transférés vers le précodeur de canal comme décrit au § 7.2.1.2. La sortie  $v(m)$  du filtre du précodeur sera calculée comme suit:

$$v(m) = \sum_{k=1}^N C_k y(m-k)$$

avec  $128 \leq N \leq 180$ . La fonction du bloc consistera à déterminer comme suit la valeur de  $y(m)$ : trouver, pour chaque valeur de  $u(m)$ , un entier  $d(m)$  tel que:

$$-1 \leq u(m) + 2d(m) < 1$$

puis calculer:

$$y(m) = u(m) + 2d(m)$$

#### 6.1.4 Dispositif de mise en forme du spectre

Le choix de la forme spectrale sera propre à la région. Les § A.4 et § B.4 donnent les détails des densités PSD pour les régions A et B. Le § F.4 décrit en détail les densités PSD pour les débits étendus optionnels indiqués à l'Annexe F.

#### 6.1.5 Réduction de puissance

Les équipements SHDSL implémenteront la réduction de puissance, telle qu'elle est spécifiée par le présent paragraphe. Les valeurs de réduction de puissance choisies seront communiquées lors de la réactivation en utilisant les sélections de paramètres G.994.1.

La valeur de la réduction de puissance sera choisie de façon à satisfaire aux prescriptions du Tableau 6-2. Les calculs de réduction de puissance seront basés sur la perte de puissance estimée (EPL, *estimated power loss*) définie comme suit:

perte de puissance estimée (dB) = puissance de l'émetteur (dBm) – puissance estimée du récepteur (dBm),

évaluée pour la densité PSD en "mode données".

La présente Recommandation ne fournit aucune spécification explicite pour le calcul de la puissance estimée du récepteur. Cette valeur peut être déterminée, selon l'application, au moyen de résultats d'examen de la ligne, d'une connaissance a priori ou des niveaux de tonalité G.994.1.

La réduction de puissance appliquée ne sera pas inférieure à la réduction de puissance par défaut et ne dépassera pas la valeur maximale de la réduction de puissance.

**Tableau 6-2/G.991.2 – Valeurs requises pour la réduction de puissance**

Perte de puissance estimée (dB)	Réduction maximale de puissance (dB)	Réduction de puissance par défaut (dB)
EPL > 6	31	0
6 ≥ EPL > 5	31	1
5 ≥ EPL > 4	31	2
4 ≥ EPL > 3	31	3
3 ≥ EPL > 2	31	4
2 ≥ EPL > 1	31	5
1 ≥ EPL > 0	31	6

## 6.2 Séquence d'activation de la densité PMD

Le présent paragraphe décrit les formes d'onde au niveau de l'interface de boucle et les procédures associées au cours du mode "activation". La présente Recommandation évite, dans la mesure du possible, de spécifier directement les performances individuelles des éléments du récepteur; elle fournit par contre, sur une base individuelle, les caractéristiques de l'émetteur, et les performances du récepteur sont spécifiées sous la forme générale d'une performance globale des éléments du récepteur. Des exceptions se présentent dans les cas où la performance d'un élément de récepteur particulier est cruciale pour l'interfonctionnement. Le § 6.2.2 "Convergence" fait référence à un état dans lequel tous les éléments adaptatifs ont atteint un régime permanent. Il en résulte que la déclaration de convergence d'un émetteur-récepteur dépend du fournisseur. Des actions basées sur l'état de convergence sont toutefois spécifiées de manière à faciliter l'interfonctionnement.

### 6.2.1 Modèle de référence d'activation de la densité PMD

La Figure 6-5 représente le modèle de référence du mode "activation" d'un émetteur d'unité STU-C ou STU-R."

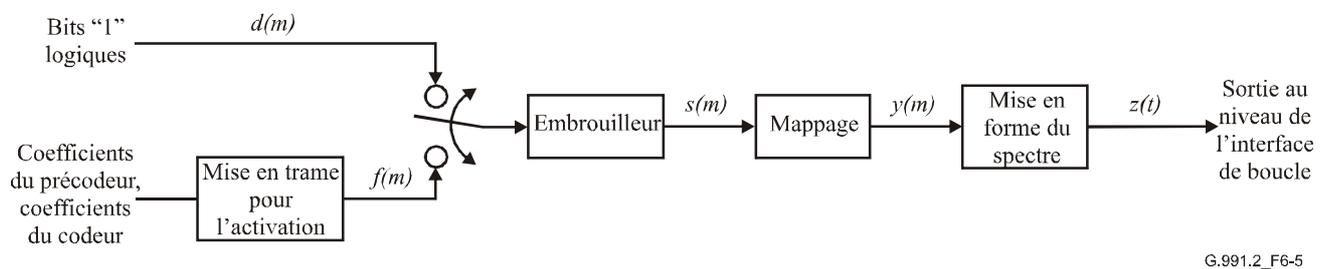


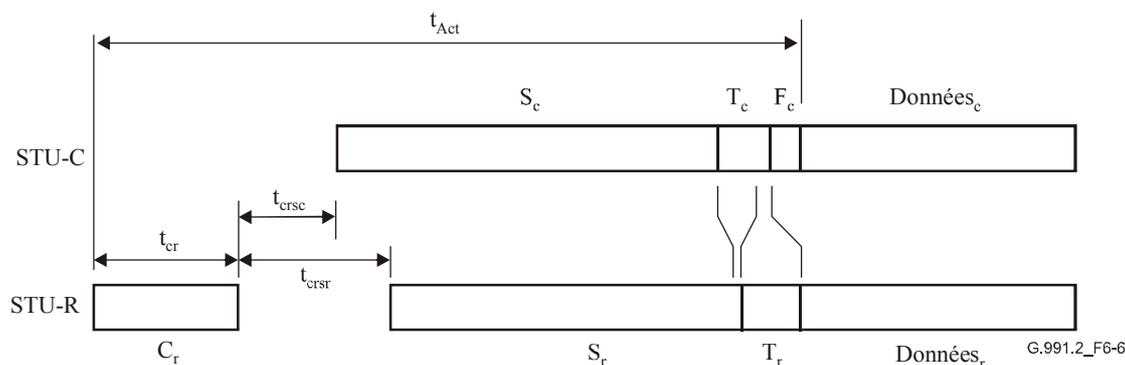
Figure 6-5/G.991.2 – Modèle de référence de l'activation

L'index temporel  $m$  représente le temps de symbole et  $t$  le temps analogique. Le démarrage utilise une modulation 2-PAM, de sorte que le temps de bit est équivalent au temps de symbole. La sortie du dispositif de mise en trame pour l'activation est représentée par le signal  $f(m)$ , constitué des bits d'information mis en trame. La sortie de l'embrouilleur est représentée par le signal  $s(m)$ . Les dispositifs de mise en trame et d'embrouillage sont situés au sein de la couche PMS-TC et sont représentés dans la figure pour plus de clarté. Le signal  $y(m)$  désigne la sortie du dispositif de mappage et le signal  $z(t)$  la sortie du dispositif de mise en forme du spectre au niveau de l'interface de boucle. Le signal  $d(m)$  est un signal d'initialisation qui sera constitué de bits "un" logiques pour toute valeur de  $m$ . La modulation sera au format 2-PAM sans codage avec le débit de symbole choisi pour le fonctionnement en mode "données".

On considérera que la principale procédure d'activation est indépendante pour chaque paire dans le cas d'équipements prenant en charge le mode optionnel à  $M$  paires. De tels équipements seront en mesure de détecter l'aboutissement de l'activation pour toutes les paires et d'initier ensuite la transmission de données utilisateur sur toutes les paires.

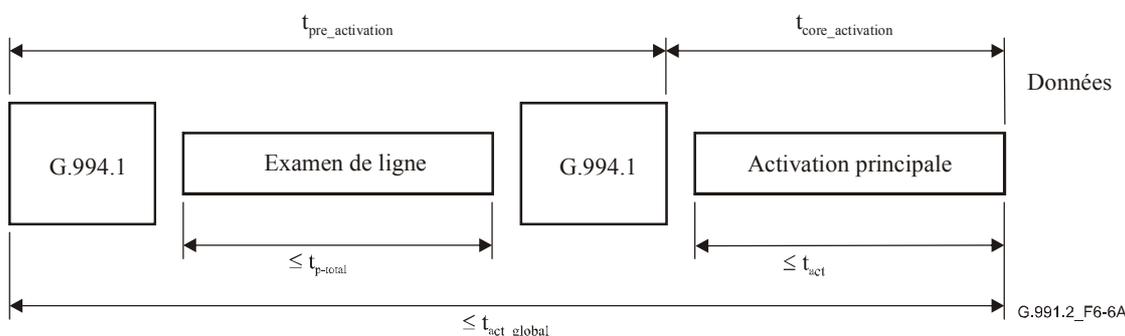
### 6.2.2 Description de la séquence d'activation de la densité PMD

La Figure 6-6 représente le diagramme temporel de la séquence d'activation. La Figure 6-7 décrit le diagramme de transitions entre états pour la séquence de démarrage. Tous les signaux de la séquence d'activation satisferont aux valeurs de tolérance indiquées par le Tableau 6-3.



**Figure 6-6/G.991.2 – Diagramme temporel de la séquence d'activation**

La Figure 6-6a représente la séquence d'activation complète G.991.2 de niveau supérieur, soit la préactivation et l'activation principale. A titre d'exemple dans la phase de préactivation on trouvera deux séquences de prise de contact conformément à la Rec. UIT-T G.994.1 avec examen de ligne.



**Figure 6-6a/G.991.2 – Séquence d'activation complète G.991.2**

Le temps d'activation total est la somme des temps de préactivation et d'activation principale. Pour cette raison on obtient, à partir de la Figure 6-6a:

$$t_{pre\_activation} + t_{core\_activation} \leq t_{act\_global}$$

où  $t_{pre\_activation}$  est la durée combinée des séquences G.994.1 (voir § 6.4) et de l'examen de ligne (voir § 6.3), et où  $t_{core\_activation}$  est la durée d'activation principale (voir § 6.2). Les valeurs de  $t_{act}$  et de  $t_{act\_global}$  sont définies dans le Tableau 6-3. La valeur de  $t_{p-total}$  figure dans le Tableau 6-5.

**Tableau 6-3/G.991.2 – Caractéristiques temporelles des signaux d'activation**

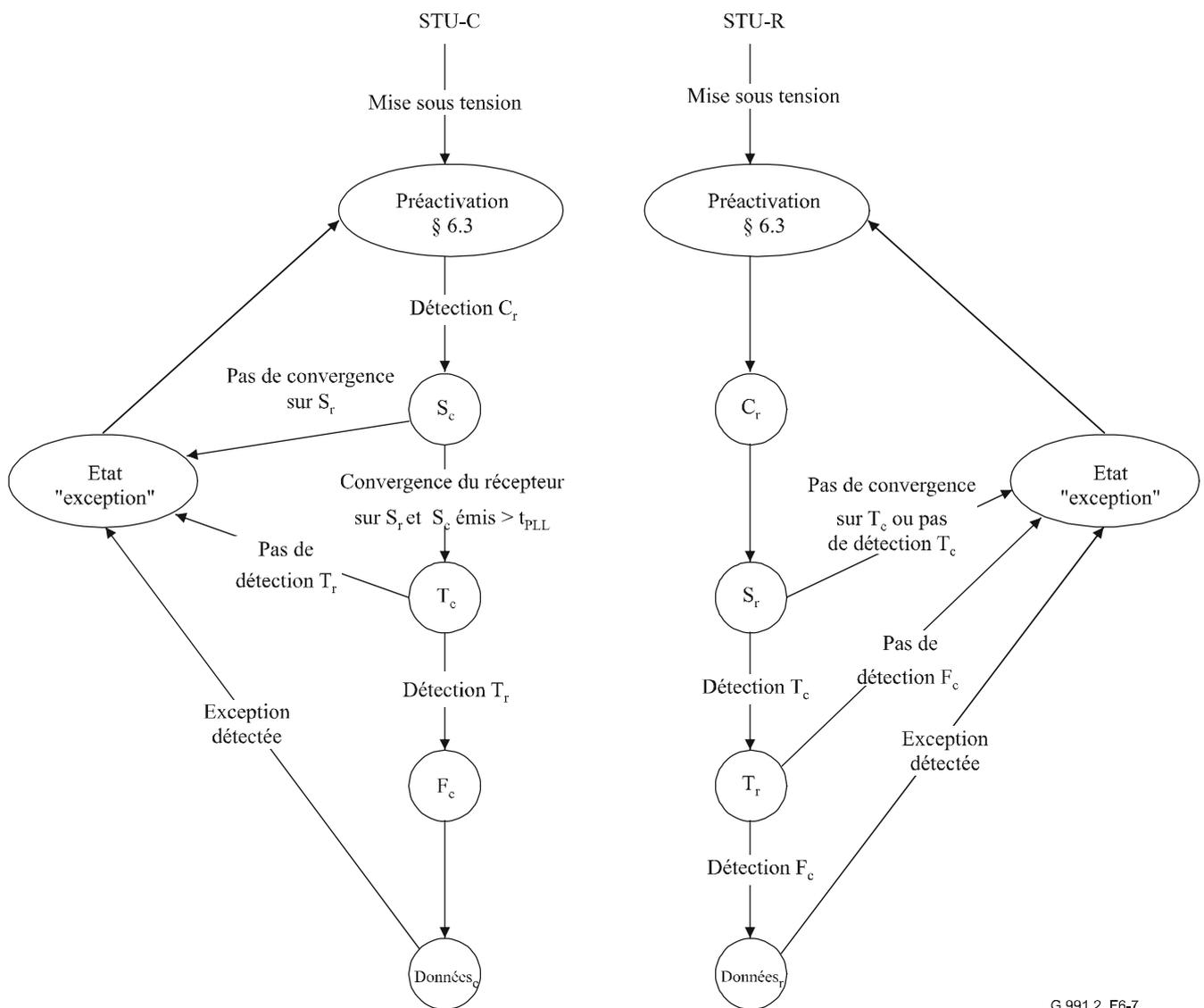
Durée	Paramètre	Référence	Valeur nominale	Tolérance
$t_{cr}$	Durée du signal $C_r$	Voir § 6.2.2.1	$1 \times \beta \text{ s}^a$	$\pm 20 \text{ ms}$
$t_{crsc}$	Durée entre la fin de $C_r$ et le début de $S_c$	Voir § 6.2.2.2	500 ms	$\pm 20 \text{ ms}$
$t_{crsr}$	Durée entre la fin de $C_r$ et le début de $S_r$	Voir § 6.2.2.3	$1.5 \times \beta \text{ s}^a$	$\pm 20 \text{ ms}$
$t_{act}$	Durée maximale entre le début de $C_r$ et $Data_r$		$15 \times \beta \text{ s}^a$	
$t_{payloadValid}$	Durée maximale entre le début de $Data_c$ ou $Data_r$ et l'existence de données valides dans la charge utile SHDSL		1 s	

**Tableau 6-3/G.991.2 – Caractéristiques temporelles des signaux d'activation**

Durée	Paramètre	Référence	Valeur nominale	Tolérance
$t_{\text{silence}}$	Durée minimale de silence entre une condition d'exception et le début du conditionnement		2 s	
$t_{\text{PLL}}$	Durée maximale entre le début de $S_c$ et le verrouillage PLL de l'unité STU-R		5 s	
$t_{\text{act\_global}}$	Durée entre le début de la séquence de préactivation initiale (§ 6.3) et $\text{Data}_r^b$		30 s	

a)  $\beta$  dépend du débit.  $\beta = 1$  pour  $n > 12$  et  $\beta = 2$  pour  $n \leq 12$ ,  $n$  étant défini au § 5.

b) Dans la majorité des cas, la valeur de  $t_{\text{act\_global}}$  sera inférieure à 30 secondes. Toutefois, vu que la définition du mécanisme de prise de contact Rec. UIT-T G.994.1 ne relève pas du cadre de la présente Recommandation, une valeur maximale de  $t_{\text{act\_global}}$  ne peut pas être assurée.



G.991.2\_F6-7

**Figure 6-7/G.991.2 – Diagramme de transitions entre états pour l'activation des unités STU-C et STU-R**

### 6.2.2.1 Signal $C_r$

Une fois qu'elle est sortie de la séquence de préactivation (conformément à la Rec. UIT-T G.994.1 [2], se référer au § 6.3 pour plus de détails), l'unité STU-R émettra le signal  $C_r$ . La forme d'onde du signal  $C_r$  sera générée, comme indiqué par la Figure 6-5, en connectant le signal  $d(m)$  à l'entrée de l'embrouilleur de l'unité STU-R. Le masque de densité PSD du signal  $C_r$  sera le masque PSD aval, tel qu'il a été négocié lors de la séquence de préactivation. Le signal  $C_r$  aura une durée de  $t_{cr}$  et sera émis 0,3 s après la fin de la préactivation.

NOTE – La fin de la préactivation peut être définie de deux façons selon la Rec. UIT-T G.994.1. Aux fins de la présente Recommandation, la fin de la préactivation correspondra à la fin de la transmission du message ACK(1), plus les temporisations requises. Les valeurs minimales et maximales de ces temporisations sont de 0,04 et de 1,0 seconde. En conséquence, la durée totale entre la fin du message ACK(1) et le début du signal  $C_r$  devrait être comprise entre 0,34 et 1,3 seconde.

### 6.2.2.2 Signal $S_c$

L'unité STU-C émettra le signal  $S_c$  après la détection du signal  $C_r$ . La forme d'onde du signal  $S_c$  sera générée, comme indiqué par la Figure 6-5, en connectant le signal  $d(m)$  à l'entrée de l'embrouilleur de l'unité STU-C. Le masque de densité PSD du signal  $S_c$  sera le masque PSD aval, tel qu'il a été négocié lors de la séquence de préactivation. Le signal  $S_c$  sera émis  $t_{crsc}$  après la fin du signal  $C_r$ . L'unité STU-C passera dans l'état "exception" si elle ne converge pas pendant la durée de transmission du signal  $S_c$  (§ 6.2.2.8).

### 6.2.2.3 Signal $S_r$

L'unité STU-R commencera à émettre le signal  $S_r$  après le temps  $t_{crsr}$  suivant la fin du signal  $C_r$ . La forme d'onde du signal  $S_r$  sera générée, comme indiqué par la Figure 6-5, en connectant le signal  $d(m)$  à l'entrée de l'embrouilleur de l'unité STU-R. Le masque PSD du signal  $S_r$  sera le même que celui du signal  $C_r$ . L'unité STU-R passera dans l'état "exception" si elle ne converge pas et détecte le signal  $T_c$  pendant la durée d'émission du signal  $S_r$  (§ 6.2.2.8). La méthode de détection du signal  $T_c$  dépend du fournisseur. Dans des modes de synchronisation prenant en charge la référence de temps de la boucle, la forme d'onde du signal  $S_r$  et tous les signaux émis ensuite par STU-R utiliseront une telle référence, ce qui signifie que l'horloge de symbole de l'unité STU-R sera verrouillée sur l'horloge de symbole de l'unité STU-C.

### 6.2.2.4 Signal $T_c$

L'unité STU-C émettra le signal  $T_c$  une fois qu'elle a convergé et émis le signal  $S_c$  pendant une durée au moins égale à  $t_{PLL}$  (Tableau 6-3). La forme d'onde du signal  $T_c$  est déterminée par les coefficients du précodeur et par d'autres informations système. Le signal  $T_c$  sera généré, comme indiqué par la Figure 6-5, en connectant le signal  $f(m)$  à l'entrée de l'embrouilleur de l'unité STU-C. Le masque PSD du signal  $T_c$  sera le même que celui du signal  $S_c$ . Le signal  $f(m)$  correspond aux informations d'activation de trame telles qu'elles sont décrites au § 7.2.1. L'unité STU-C passera dans l'état "exception" si elle ne détecte pas le signal  $T_r$  pendant la durée d'émission du signal  $T_c$  (§ 6.2.2.8). La méthode utilisée pour la détection du signal  $T_r$  dépend du fournisseur.

### 6.2.2.5 Signal $T_r$

L'unité STU-R émettra le signal  $T_r$  une fois qu'elle a convergé et détecté le signal  $T_c$ . La forme d'onde du signal  $T_r$  est déterminée par les coefficients du précodeur et par d'autres informations système. Le signal  $T_r$  sera généré, comme indiqué par la Figure 6-5, en connectant le signal  $f(m)$  à l'entrée de l'embrouilleur de l'unité STU-R. Le masque PSD du signal  $T_r$  sera le même que celui du signal  $C_r$ . Le signal  $f(m)$  correspond aux informations d'activation de trame telles qu'elles sont décrites au § 7.2.1. L'unité STU-R passera dans l'état "exception" si elle ne détecte pas le signal  $F_c$  pendant la durée d'émission du signal  $T_r$  (§ 6.2.2.8). La méthode utilisée pour la détection du signal  $F_c$  dépend du fournisseur.

### 6.2.2.6 Signal $F_c$

L'unité STU-C émettra le signal  $F_c$  une fois qu'elle a détecté le signal  $T_r$  et terminé l'émission de la trame  $T_c$  en cours. Le premier bit de la première trame  $F_c$  sera émis immédiatement après le dernier bit de la dernière trame  $T_c$ . Le signal  $F_c$  sera généré, comme indiqué par la Figure 6-5, en connectant le signal  $f(m)$  à l'entrée de l'embrouilleur de l'unité STU-C. Le masque PSD du signal  $F_c$  sera le même que celui du signal  $S_c$ . Le signal  $f(m)$  correspond aux informations d'activation de trame telles qu'elles sont décrites au § 7.2.1 avec les exceptions suivantes: le mot de synchronisation de trame sera inversé dans le temps et les bits d'information de la charge utile seront positionnés sur des valeurs quelconques, ces dernières étant utilisées pour le calcul du contrôle CRC. Le signal  $F_c$  sera émis exactement pendant la durée de deux trames d'activation. Les données de charge utile véhiculées par le signal  $T_r$  seront ignorées dès l'émission du premier bit du signal  $F_c$ .

### 6.2.2.7 $Data_c$ et $Data_r$

Dans un laps de temps au plus égal à 200 durées de symbole après la fin de la deuxième trame du signal  $F_c$ , l'unité STU-C passera en mode "données" et l'unité STU-R passera également en mode "données" et émettra des données. Ces signaux en modulation TCPAM sont décrits au § 6.1. Le masque PSD des signaux  $Data_r$  et  $Data_c$  sera conforme aux prescriptions du § A.4 ou du § B.4, comme négocié durant la séquence de préactivation. Il n'existe aucune prescription concernant une relation entre la fin de la trame d'activation d'une part et tout bit au sein de la trame SHDSL en mode "données" d'autre part. Les données de charge utile SHDSL deviendront valides au niveau de l'interface  $\alpha$  ou  $\beta$  dans un délai égal à  $t_{\text{payloadValid}}$  (Tableau 6-3) après la fin du signal  $F_c$ .

### 6.2.2.8 Etat "exception"

L'état "exception" sera invoqué si l'activation ne réussit pas dans un laps de temps égal à  $t_{\text{act}}$  (Tableau 6-3) ou si une condition d'exception se produit, c'est l'état d'exception qui sera invoqué. L'unité STU restera silencieuse pendant une durée au moins égale à  $t_{\text{silence}}$  (Tableau 6-3) lorsqu'elle passe dans l'état "exception", après quoi elle attendra la fin de l'émission de l'extrémité distante puis reviendra dans l'état de démarrage initial correspondant; les unités STU-R et STU-C lanceront la procédure de préactivation telle qu'elle est décrite au § 6.3.

### 6.2.2.9 Condition d'exception

Une condition d'exception sera déclarée, pendant l'activation, en cas d'expiration de l'une des temporisations définies par le Tableau 6-3 ou en cas d'apparition de l'un des événements d'erreur définis par le fournisseur. Une condition d'exception sera déclarée durant le mode "données" en cas d'apparition de l'un des événements d'erreur définis par le fournisseur. Un événement anormal sera défini par le fournisseur pour tout événement qui nécessite un redémarrage de la boucle à des fins de récupération.

### 6.2.3 Dispositifs de mise en trame et d'embrouillage

Le § 7.2 décrit les modes d'activation des dispositifs de mise en trame et d'embrouillage.

### 6.2.4 Dispositif de mappage

Les bits de sortie  $s(m)$  de l'embrouilleur seront mappés sur le niveau de sortie  $y(m)$  comme indiqué par le tableau ci-dessous:

**Tableau 6-4/G.991.2 – Mappage des bits vers les niveaux**

Sortie $s(m)$ de l'embrouilleur	Niveau de sortie $y(m)$ du mappage	Index du mode "données"
0	-9/16	0011
1	+9/16	1000

Ces niveaux, correspondant aux sorties 0 et 1 de l'embrouilleur, seront identiques aux niveaux de la constellation 16-TCPAM (Tableau 6-1) correspondant respectivement aux index 0011 et 1000.

### 6.2.5 Mise en forme du spectre

Le dispositif de mise en forme du spectre utilisé dans les modes "données" et "activation" sera le même que celui décrit au § A.4 ou au § B.4. Pour les débits étendus optionnels indiqués à l'Annexe F, le même dispositif de mise en forme du spectre sera utilisé pour le mode données et le mode d'activation ainsi qu'il est décrit au § F.4.

### 6.2.6 Temporisations

Le Tableau 6-3 indique les temporisations système et leurs valeurs. La temporisation  $t_{act}$  sera égale au délai maximal entre le démarrage du signal  $C_r$  et le démarrage du signal  $Data_r$ . Elle gère la durée globale du conditionnement. La temporisation  $t_{payloadValid}$  est égale au délai entre le démarrage du mode "données" et l'instant auquel les données de charge utile SHDSL deviennent valides (cette valeur tient compte du temps d'établissement, de transfert des données, de synchronisation de trame, etc.). La temporisation  $t_{silence}$  sera égale au délai minimal pendant lequel l'unité STU-C ou STU-R reste silencieuse dans l'état "exception" avant de revenir à la phase de préactivation (conformément à la Rec. UIT-T G.994.1 [2], se référer au § 6.3 pour plus de détails). La temporisation  $t_{PLL}$  sera égale au temps pendant lequel l'unité STU-R sera autorisée à fournir la référence d'horloge de l'unité STU-C. L'unité STU-C émettra le signal  $S_c$  pendant une durée minimale égale à  $t_{PLL}$ .

## 6.3 Séquence de préactivation PMD

Le présent paragraphe décrit les formes d'onde au niveau de l'interface de boucle et les procédures associées dans le mode "préactivation". La présente Recommandation évite, dans la mesure du possible, de spécifier directement les performances individuelles des éléments du récepteur; elle fournit par contre, sur une base individuelle, les caractéristiques de l'émetteur et les performances du récepteur sont spécifiées sous la forme générale d'une performance globale des éléments du récepteur. Des exceptions se présentent dans les cas où la performance d'un élément de récepteur particulier est cruciale pour l'interfonctionnement.

La détermination de la paire 1 et de la paire 2 dans le mode optionnel à 4 fils se fera lors de la séquence de préactivation selon les procédures définies à l'Annexe B/G.994.1 intitulée "Fonctionnement sur paires téléphoniques multiples". La paire 1 sera définie comme étant celle qui prend en charge la transaction G.994.1 finale.

Le mode à quatre fils est identique au mode à  $M$  paires avec  $M = 2$ , sauf pour la méthode d'attribution des nombres ordinaux aux paires de fils. Dans le mode optionnel à  $M$  paires, l'ordre des paires de fils sera déterminé selon le § 7.2.1.5.

### 6.3.1 Modèle de référence de la préactivation PMD

La Figure 6-8 représente le modèle de référence du mode "préactivation" d'une unité STU-C ou STU-R.

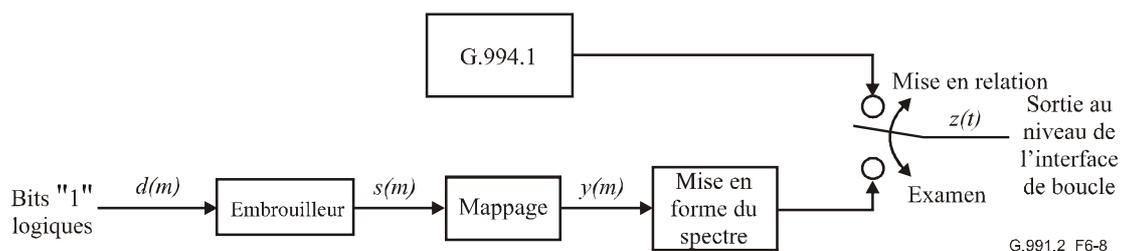


Figure 6-8/G.991.2 – Modèle de référence de la préactivation

L'index de temps  $m$  représente le temps de symbole et  $t$  représente le temps analogique. Le temps de bit est équivalent au temps de symbole étant donné que le signal d'examen utilise une modulation 2-PAM. Le signal  $s(m)$  représente la sortie de l'embrouilleur. L'embrouilleur utilisé pendant la préactivation PMD peut différer de l'embrouilleur de la couche PMS-TC utilisé dans les modes "activation" et "données"; se référer au § 6.3.3 en ce qui concerne les détails de l'embrouilleur de préactivation. Le signal  $y(m)$  représente la sortie du dispositif de mappage et  $z(t)$  la sortie du dispositif de mise en forme du spectre au niveau de l'interface de boucle. Le signal d'initialisation  $d(m)$  contiendra des bits "1" logiques pour toutes les valeurs de  $m$ . La modulation d'examen sera au format 2-PAM sans codage, avec un débit de symbole, une forme de spectre, une durée et une réduction de puissance conformes à la Rec. UIT-T G.994.1. Les résultats d'examen seront échangés conformément à la Rec. UIT-T G.994.1.

L'échange G.994.1 se conformera, dans le mode optionnel à  $M$  paires, aux procédures définies pour un fonctionnement avec paires multiples. Dans ce cas, les signaux  $P_{ri}$  et  $P_{ci}$  décrits ci-dessous seront émis en parallèle sur toutes les paires de fils.

### 6.3.2 Description de la séquence de préactivation PMD

La Figure 6-9 représente un diagramme temporel usuel de la séquence de préactivation. Les signaux de cette séquence respecteront les valeurs de tolérance indiquées par le Tableau 6-5.

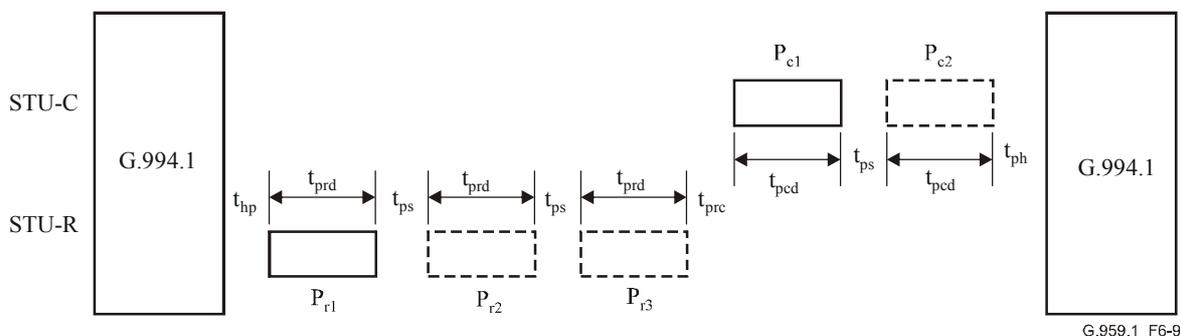


Figure 6-9/G.991.2 – Diagramme temporel usuel de la séquence de préactivation

Tableau 6-5/G.991.2 – Caractéristiques temporelles des signaux de préactivation (Note)

Durée	Paramètre	Valeur nominale	Tolérance
$t_{hp}$	Intervalle de temps entre la fin de la prise de contact et le début de l'examen distant	0,2 s	$\pm 10$ ms
$t_{prd}$	Durée de l'examen distant	Valeur choisie entre 50 ms et 3,1 s	$\pm 10$ ms
$t_{ps}$	Intervalle de temps entre deux séquences d'examen	0,2 s	$\pm 10$ ms
$t_{prc}$	Intervalle de temps entre la première séquence d'examen distant et la première séquence d'examen central	0,2 s	$\pm 10$ ms
$t_{pcd}$	Durée de l'examen central	Valeur choisie entre 50 ms et 3,1 s	$\pm 10$ ms
$t_{ph}$	Intervalle de temps entre la fin de l'examen central et le début de la prise de contact	0,2 s	$\pm 10$ ms
$t_{p-total}$	Durée totale entre la fin de la première session G.994.1 et le début de la session G.994.1 suivante	10 s au maximum	

NOTE – Les tolérances sont données par rapport à la valeur nominale ou idéale; elles ne se cumulent pas pour la durée de la séquence de préactivation.

### 6.3.2.1 Signal $P_{ri}$

L'unité STU-R émettra le signal d'examen distant si l'examen de ligne optionnel est sélectionné lors de la session G.994.1 (se référer à la Rec. UIT-T G.994.1 [2] pour plus de détails). Le débit de symbole du signal d'examen distant sera négocié par la session G.994.1 et correspondra au débit de symbole utilisé lors de l'activation pour le débit de données spécifié. Si plusieurs débits de symbole d'examen distant sont négociés par la session G.994.1, des signaux d'examen multiples seront alors générés, en commençant par le débit de symbole négocié le plus faible pour terminer par le débit de symbole négocié le plus élevé. Si les signaux d'examen PSD symétriques et asymétriques sont choisis, les signaux d'examen PSD symétriques seront envoyés les premiers, dans l'ordre croissant des débits de symboles, suivis des signaux d'examen PSD asymétriques dans l'ordre croissant des débits de symboles. Si les signaux d'examen PSD symétriques sont choisis selon l'Annexe A et l'Annexe F, les signaux d'examen PSD symétriques spécifiés à l'Annexe A seront envoyés en premier, suivis des signaux d'examen PSD symétriques définis à l'Annexe F, tous dans l'ordre croissant des débits de symboles. Si la "transmission d'un silence" est négociée, un signal d'examen constitué d'un silence transmis précédera tous les autres signaux d'examen. Le signal  $P_{ri}$  correspond au signal d'examen de rang  $i$  (rang du débit de symbole négocié ou silence). La forme d'onde du signal  $P_{ri}$  sera générée, comme indiqué par la Figure 6-8, en connectant le signal  $d(m)$  à l'entrée de l'embrouilleur de l'unité STU-R. Le masque de densité PSD de  $P_{ri}$  sera le masque PSD amont utilisé par le signal  $C_r$  pour le même débit de symbole; il pourra être choisi parmi les densités PSD utilisables pour l'activation des débits de données situés entre 192 kbit/s et 2304 kbit/s par incréments de 64 kbit/s. Il convient de noter que les extensions optionnelles décrites à l'Annexe F permettent de sélectionner des masques  $P_{ri}$  correspondant à des débits de données allant jusqu'à 5696 kbit/s. Il est possible, en variante, de choisir la forme d'onde  $P_{ri}$  pour transmettre un silence. La durée ( $t_{prd}$ ) et la réduction de puissance seront identiques pour tous les signaux  $P_{ri}$  et seront négociées lors de la session G.994.1. La valeur de cette durée pourra être choisie entre 50 ms et 3,1 s par incréments de 50 ms et la valeur de la réduction de puissance pourra être choisie entre 0 dB et 15 dB par incréments de 1 dB. La réduction de puissance du signal d'examen peut être choisie, soit en utilisant la valeur de la puissance du signal G.994.1 reçu, soit en fonction d'une connaissance *a priori*. Les réalisateurs sont incités à choisir, si aucune information n'est disponible, une valeur de réduction de puissance d'examen égale au minimum à 6 dB. Le premier signal d'examen distant débutera dans un délai  $t_{hp}$  après la fin de la session G.994.1. Un intervalle de silence de valeur  $t_{ps}$  existera entre deux signaux d'examen distant consécutifs.

Le signal  $P_{ri}$  sera émis en parallèle sur toutes les paires de fils dans le mode optionnel à  $M$  paires.

### 6.3.2.2 Signal $P_{ci}$

L'unité STU-C émettra le signal d'examen central  $t_{prc}$  après la fin du dernier signal d'examen distant. Le débit de symbole du signal d'examen central sera négocié lors de la session G.994.1 et correspondra au débit de symbole utilisé pendant l'activation pour le débit de données spécifié. Si plusieurs débits de symbole d'examen central sont négociés lors de la session G.994.1, des signaux d'examen multiples seront alors générés, en débutant par le débit de symbole négocié le plus faible et en terminant par le débit de symbole négocié le plus élevé. Si les signaux d'examen PSD symétriques et asymétriques sont choisis, les signaux d'examen PSD symétriques seront envoyés les premiers, dans l'ordre croissant des débits de symboles, suivis des signaux d'examen PSD asymétriques dans l'ordre croissant des débits de symboles. Si les signaux d'examen PSD symétriques sont choisis selon les Annexes A et F, les signaux d'examen PSD symétriques spécifiés à l'Annexe A seront envoyés en premier, suivis des signaux d'examen PSD symétriques définis à l'Annexe F, tous dans l'ordre croissant des débits de symboles. Si la "transmission d'un silence" est négociée, un signal d'examen constitué d'un silence transmis précédera tous les autres signaux d'examen. La forme d'onde du signal  $P_{ci}$  (correspondant au débit de symbole négocié de rang  $i$  ou au silence) sera générée, comme indiqué par la Figure 6-8, en connectant le signal  $d(m)$  à l'entrée de l'embrouilleur de l'unité STU-C. Le masque de densité PSD de  $P_{ci}$  sera le masque PSD amont utilisé

pour le signal  $S_c$  pour le même débit de symbole et sera choisi parmi les densités PSD utilisables pour l'activation des débits de données situés entre 192 kbit/s et 2304 kbit/s par incréments de 64 kbit/s. Il convient de noter que les extensions optionnelles décrites à l'Annexe F permettent de sélectionner des masques  $P_{ci}$  correspondant à des débits de données allant jusqu'à 5696 kbit/s. Il est possible, en variante, de choisir la forme d'onde  $P_{ci}$  pour transmettre un silence. La durée  $t_{pcd}$  et la réduction de puissance seront identiques pour tous les signaux  $P_{ci}$  et seront négociées lors de la session G.994.1. La valeur de la durée pourra être choisie entre 50 ms et 3,1 s par incréments de 50 ms et la valeur de la réduction de puissance pourra être choisie entre 0 dB et 15 dB par incréments de 1 dB. La réduction de puissance du signal d'examen peut être choisie, soit en utilisant la valeur de la puissance du signal G.994.1 reçu, soit en fonction d'une connaissance *a priori*. Les réalisateurs sont incités, si aucune information n'est disponible, à choisir une valeur de réduction de puissance d'examen égale au minimum à 6 dB. Un intervalle de silence de valeur  $t_{ps}$  sera inséré entre deux signaux d'examen central consécutifs et une deuxième période de silence de durée  $t_{ph}$  sera insérée entre le dernier signal d'examen central et le début de la session G.994.1 suivante.

Le signal  $P_{ci}$  sera émis en parallèle sur toutes les paires de fils dans le mode optionnel à  $M$  paires.

### 6.3.3 Embrouilleur

L'embrouilleur du mode "préactivation" aura la même structure de base que pour le mode "données", mais peut utiliser un polynôme d'embrouillage différent. L'embrouilleur polynomial pour la séquence d'examen de ligne pendant la session G.994.1 sera choisi par le récepteur parmi l'ensemble des polynômes d'embrouillage autorisés figurant dans le Tableau 6-6. L'émetteur prendra en charge la totalité des polynômes figurant dans ce tableau. L'embrouilleur d'émission utilisera durant la séquence d'examen de ligne le polynôme d'embrouillage choisi par le récepteur lors de la session G.994.1. L'embrouilleur sera initialisé avec des bits tous à "0".

**Tableau 6-6/G.991.2 – Polynômes de l'embrouilleur de préactivation**

Index du polynôme ( $i_2, i_1, i_0$ )	Polynôme STU-C	Polynôme STU-R
0 0 0	$s(m) = s(m-5) \oplus s(m-23) \oplus d(m)$	$s(m) = s(m-18) \oplus s(m-23) \oplus d(m)$
0 0 1	$s(m) = s(m-1) \oplus d(m)$	$s(m) = s(m-1) \oplus d(m)$
0 1 0	$s(m) = s(m-2) \oplus s(m-5) \oplus d(m)$	$s(m) = s(m-3) \oplus s(m-5) \oplus d(m)$
0 1 1	$s(m) = s(m-1) \oplus s(m-6) \oplus d(m)$	$s(m) = s(m-5) \oplus s(m-6) \oplus d(m)$
1 0 0	$s(m) = s(m-3) \oplus s(m-7) \oplus d(m)$	$s(m) = s(m-4) \oplus s(m-7) \oplus d(m)$
1 0 1	$s(m) = s(m-2) \oplus s(m-3) \oplus s(m-4) \oplus s(m-8) \oplus d(m)$	$s(m) = s(m-4) \oplus s(m-5) \oplus s(m-6) \oplus s(m-8) \oplus d(m)$
1 1 0	Réservé	Réservé
1 1 1	Non autorisé	Non autorisé

### 6.3.4 Dispositif de mappage

Les bits de sortie  $s(m)$  issus de l'embrouilleur seront mappés vers le niveau de sortie  $y(m)$  comme décrit au § 6.2.4.

### 6.3.5 Dispositif de mise en forme du spectre

Le même dispositif de mise en forme du spectre sera utilisé pour les modes "données" et "activation" comme décrit au § 6.1.4.

### 6.3.6 Marge cible en mode PMMS

Le récepteur utilise cette marge pour déterminer si un débit peut être pris en charge avec cette marge dans les conditions de bruit du moment et/ou de bruit le plus défavorable de référence spécifiées dans les Annexes A et B. On ne peut ajouter à la liste des capacités un débit de données qui résulte de l'examen de ligne que si le rapport signal/bruit estimé, associé à ce débit, moins le rapport signal/bruit requis pour un BER de  $10^{-7}$  est supérieur ou égal à la marge cible en dB. Si la marge cible pour le cas le plus défavorable et la marge cible pour les conditions du moment sont toutes deux spécifiées, les capacités échangées seront l'intersection des débits calculée en utilisant séparément chaque condition de bruit.

L'emploi de marges cibles négatives pour le bruit le plus défavorable de référence correspond au bruit de référence avec moins d'éléments perturbateurs. Cela peut s'appliquer lorsque l'on sait que le nombre de perturbateurs est considérablement moins élevé que celui qui est spécifié par le cas de bruit le plus défavorable de référence. Il n'est pas conseillé d'employer des marges cibles négatives pour les conditions du moment. L'emploi d'une marge cible pour les conditions du moment peut entraîner de nouveaux conditionnements si les conditions de bruit changent notablement.

Les marges cibles sont négociées comme suit:

les marges cibles à utiliser par les deux unités STU-C et STU-R pour déterminer les débits binaires pris en charge sont régies par l'unité STU-C. Dans l'échange de paramètres PMMS, l'unité STU-C affectera des valeurs identiques aux marges cibles PMMS amont et aval. Cela ne signifie pas que les marges cibles du cas le plus défavorable et les marges cibles des conditions du moment sont les mêmes.

Pour déterminer quels débits peuvent être pris en charge par l'unité STU-C, cette dernière doit choisir d'utiliser la marge cible PMMS amont transmise par l'unité STU-R dans l'échange de paramètres PMMS, ou l'unité STU-C peut choisir d'utiliser une autre valeur interne pour les marges cibles PMMS. L'unité STU-R utilisera les paramètres de marges cibles PMMS aval envoyés par l'unité STU-C pour déterminer quels débits peuvent être pris en charge par l'unité STU-R.

Cette procédure est applicable aux marges cibles des conditions du moment et aux marges cibles du cas le plus défavorable.

## 6.4 Séquence de préactivation G.994.1

Comme noté au § 6.3, la Rec. UIT-T G.994.1 [2] sera utilisée pour le début de la séquence de préactivation. Une deuxième séquence G.994.1 fera suite à l'examen de ligne de la préactivation, comme décrit dans le § 6.3. Le mécanisme d'échange de capacités et de négociation des paramètres de fonctionnement de chaque connexion SHDSL utilisera le protocole G.994.1. L'utilisation d'une séquence d'examen de ligne, telle qu'elle est décrite au § 6.3, est optionnelle. La séquence d'examen de ligne peut être omise si chacune des unités STU dispose d'une connaissance a priori suffisante des caractéristiques de la ligne et des capacités de l'unité STU homologue, résultant soit d'une connexion précédente soit d'une programmation faite par l'utilisateur. Dans un tel cas, la séquence G.994.1 sera suivie de l'activation SHDSL telle qu'elle est décrite dans le § 6.2.

#### 6.4.1 Définition des points de code G.994.1

Les définitions suivantes s'appliqueront aux paramètres SHDSL spécifiés dans la Rec. UIT-T G.994.1:

**6.4.1.17 bits de remplissage:** indique les valeurs que prendront les bits *stb1* – *stb4* amont et aval; se référer au § 7.1.2.7 pour plus de détails.

**6.4.1.20 couche TPS-TC:** le mode de la couche TPS-TC est choisi dans l'ensemble de modes spécifié par l'Annexe E.

**6.4.1.1 débit de données de base/PSD:** l'utilisation de ces octets est la suivante:

- dans le cas d'une session PMMS, indication des segments d'examen de ligne;
- dans le cas d'un conditionnement, indication des débits de charge utile.

des bits distincts sont fournis pour des densités PSD symétriques et asymétriques.

NOTE – En mode CLR, les paramètres de conditionnement amont indiquent quels débits binaires l'unité STU-R est capable de transmettre et les paramètres de conditionnement aval indiquent quels débits l'unité STU-R est capable de recevoir. En mode CL, les paramètres de conditionnement aval indiquent quels débits binaires l'unité STU-C est capable de transmettre et les paramètres de conditionnement en amont indiquent quels débits l'unité STU-C est capable de recevoir. Si l'examen de ligne facultatif est utilisé, les paramètres de conditionnement du récepteur seront encore limités par les résultats de l'examen. Si des répéteurs sont utilisés, les paramètres de conditionnement de l'unité SRU-R seront encore limités par les paramètres de conditionnement de toutes les unités SRU en aval et de l'unité STU-R.

Si la capacité de mode PMMS est indiquée dans un échange de capacités CLR/CL G.944.1, les deux octets de marge cible seront envoyés. Les valeurs spécifiques pour la marge cible seront ignorées dans l'échange de capacités étant donné que toutes les unités STU (et SRU) seront capables d'évaluer les résultats du mode PMMS avec les deux types de marge cible.

**6.4.1.2 modes d'horloge:** positionné pour indiquer le mode d'horloge tel qu'il est défini par le Tableau 10-1.

**6.4.1.3 mode diagnostic:** défini pour indiquer un conditionnement en mode "diagnostic" (utilisé avec des unités SRU).

**6.4.1.4 prise en charge du protocole DRR:** indique si le protocole DRR est pris en charge. Voir le § E.10.3.

**6.4.1.5 quatre fils:** défini pour indiquer le mode de fonctionnement avec quatre fils.

**6.4.1.6 délai:** indique le délai de réponse du protocole DRR, mesuré en nombre de trames SHDSL. La plage des valeurs prises en charge va de 1 à 15. Voir le § E.10.3.5.

**6.4.1.7 faible latence:** positionné pour indiquer la nécessité d'un fonctionnement avec faible latence, tel qu'il est défini au § 11.5. L'unité STU peut choisir un codage avec une latence plus élevée si ce paramètre n'est pas présent.

**6.4.1.8 nombre *M* de paires:** indique le nombre de paires utilisées dans le mode optionnel à *M* paires.

**6.4.1.9 fonctionnement sur des paires multiples:** défini pour indiquer le mode à *M* paires. Le mode à quatre fils est identique au mode à *M* paires avec  $M = 2$ , sauf pour la méthode d'attribution des nombres ordinaux aux paires de fils. Dans le mode à quatre fils, les nombres ordinaux (numéros d'identification des paires de fils) sont attribués selon le § 6.3 alors que dans le mode à *M* paires, les nombres ordinaux sont attribués aux paires de fils selon le § 7.2.1.5.

**6.4.1.10 réduction PBO:** réduction de puissance (PBO, *power backoff*) (par incréments de 1,0 dB).

**6.4.1.11 durée PMMS:** longueur de chaque segment d'examen de ligne (session PMMS) exprimée en multiples de 50 ms.

**6.4.1.12 mode PMMS:** indique qu'une unité STU (ou SRU) est prête à commencer une session PMMS (session de modulation pour mesures de puissance), ou examen de ligne, en utilisant les paramètres associés.

**6.4.1.13 embrouilleur PMMS:** embrouilleur polynomial utilisé pendant l'examen de la ligne (session PMMS); se référer au § 6.3.3.

**6.4.1.14 large cible PMMS:** lorsque le cas le plus défavorable de la marge cible est sélectionné, cette marge est relative au cas le plus défavorable de diaphonie de référence spécifié dans les Tableaux A.13 et B.14. Si la marge cible des conditions du moment est sélectionnée, la marge cible spécifiée est relative au bruit mesuré au cours de l'examen de ligne. La marge cible de 5 bits est spécifiée par  $(\text{bits } 5-1 \times 1,0 \text{ dB}) - 10 \text{ dB}$ . Par exemple,  $101111_2$  dans l'octet de marge cible PMMS la plus défavorable correspond à une marge cible de  $15 \text{ dB} - 10 \text{ dB} = 5 \text{ dB}$  relative au cas de bruit le plus défavorable de référence.

**6.4.1.15 durée de silence du régénérateur (RSP, *regenerator silent period*):** ce bit est utilisé pour imposer à une unité STU ou SRU une période de silence d'une minute, de manière à faciliter le démarrage d'arcs contenant des régénérateurs.

**6.4.1.16 SRU:** défini pour indiquer que l'unité n'est pas une unité STU, mais un régénérateur de signal.

**6.4.1.18 sous-débit de données:** pour des densités PSD symétriques, les octets "débit de données" indiquent le débit de données de base en multiples de 64 kbit/s ( $n \times 64 \text{ kbit/s}$ ). Les bits "sous-débit de données" indiquent des incréments supplémentaires de 8 kbit/s ( $i \times 8 \text{ kbit/s}$ ) pour les données. Le débit total de données de charge utile est égal à la somme du débit de données de base et du sous-débit de données. Les bits "sous-débit de données" ne s'appliquent pas aux densités PSD asymétriques à 2,048 Mbit/s et 2,304 Mbit/s (décrites dans l'Annexe B). Dans le cas de densités PSD asymétriques à 768 ou 776 kbit/s et à 1,536 ou 1,544 Mbit/s (décrites dans l'Annexe A), les bits "débit de données de base" indiquent un débit de 768 kbit/s ou de 1,536 Mbit/s et les bits "sous-débit de données" pour 0 et 8 kbit/s sont valables pour le choix du débit de données total de charge utile.

**6.4.1.19 mot de synchronisation:** indique les valeurs que prendront les bits  $sw1 - sw14$  amont et aval; se référer au § 7.1.2.1 pour plus de détails.

**6.4.1.21 mode conditionnement:** indique qu'une unité STU (ou SRU) est prête à débiter une activation SHDSL en utilisant les paramètres associés.

**6.4.1.22 validation du démarrage à chaud:** défini pour indiquer que le démarrage à chaud est disponible. Voir l'Annexe H.

## **6.4.2 Prise en charge des tonalités G.994.1**

Les équipements SHDSL prendront en charge le mode de fonctionnement semi-duplex G.994.1 en utilisant l'ensemble de porteuses A4 de la famille de signalisation à 4 kHz. Les fournisseurs sont incités à prendre en charge d'autres ensembles de porteuses, à savoir la famille de signalisation à 4,3125 kHz et le fonctionnement duplex G.994.1, de manière à fournir des séquences de mise en relation compatibles avec d'autres types d'équipement de ligne DSL.

## **6.4.3 Transactions G.994.1**

Si elle ne dispose pas d'informations *a priori*, l'unité STU-R démarrera la session G.994.1 en initiant une transaction C (CLR/CL). Dans le cas contraire, elle peut débiter immédiatement l'une des transactions de sélection de mode (par exemple, A ou B). Lors de cet échange de capacités (séquence CLR/CL), chacune des unités indiquera les fonctions qu'elle est en mesure de fournir à

l'instant donné. Ceci signifie qu'elles n'indiqueront pas les capacités correspondant à des options utilisateur qui ont été désactivées. Une unité provoquera un nouvel échange de capacités lors de la prochaine session G.994.1 si ses capacités changent à la suite du positionnement d'options utilisateur ou pour d'autres raisons.

Si les deux unités STU-R et STU-C indiquent la capacité d'examen de ligne et s'il n'existe aucune information *a priori* au sujet des caractéristiques de la boucle, l'unité STU-R initiera alors une transaction D (MP/MS/Ack(1)) en émettant un message MP avec sélection du mode G.991.2 d'examen de ligne. Ce message MP contiendra des paramètres pour la séquence d'examen de ligne aval. L'unité STU-C émettra ensuite un message MS correspondant avec les paramètres d'examen de ligne amont et un écho des paramètres d'examen de ligne aval. Les deux unités passeront du mode G.994.1 au mode G.991.2 d'examen de ligne, comme décrit dans le § 6.3, une fois que l'unité STU-R a émis un accusé de réception Ack(1). L'unité STU-C initiera une nouvelle session G.994.1 après l'achèvement de l'examen de ligne. L'unité STU-R initiera ensuite une transaction C (CLR/CL) d'échange de capacités pour indiquer le résultat de l'examen de ligne. Chaque unité indiquera, lors de cet échange, l'intersection logique de ses capacités et des capacités de la boucle, telles qu'elles ont été déterminées lors de la séquence d'examen de ligne. L'octet PBO sera utilisé pour indiquer la réduction de puissance souhaitée. Après ce deuxième échange de capacités, les unités peuvent utiliser toute transaction valide pour sélectionner des paramètres de fonctionnement SHDSL.

Le mode G.994.1 prendra fin après la sélection de l'ensemble de paramètres G.991.2 et la séquence d'activation SHDSL débutera (§ 6.2).

#### **6.4.4 Fonctionnement avec régénérateurs de signal**

Lorsqu'elles sont en mode G.994.1, les unités SRU se comporteront en général, comme décrit au § 6.4.3, d'une manière identique aux unités STU. Elles ont toutefois l'obligation d'émettre dans certaines situations, comme décrit dans l'Annexe D et dans l'Appendice II, des sélections de mode "période de régénération de silence" (au moyen du bit RSP défini par la Rec. UIT-T G.994.1) plutôt que de sélectionner un mode de fonctionnement G.991.2. Les paramètres qui font l'objet d'un compte rendu de la part des unités SRU pendant les échanges de capacités sont également légèrement différents. Les capacités indiquées par une unité SRU-R se constitueront de l'intersection logique de ses propres capacités et de celles qui font l'objet d'un compte rendu à travers l'interface interne du régénérateur sous forme d'indication des capacités des unités aval et des segments de ligne. L'octet PBO constituera la seule exception à cette règle et sera considéré comme un paramètre local pour chaque segment.

## **7 Caractéristiques fonctionnelles de la couche PMS-TC**

### **7.1 Fonctionnement en mode "données"**

#### **7.1.1 Structure de trame**

Le Tableau 7-1 résume la structure de la trame SHDSL. Le § 7.1.2 en donne une définition détaillée au niveau du bit.

La taille de chaque bloc de charge utile est définie comme étant égale à  $k$  bits, avec  $k = 12(i + n \times 8)$ . Le débit de données de charge utile est donné par la formule:  $n \times 64 + i \times 8$  kbit/s, avec  $3 \leq n \leq 36$  et  $0 \leq i \leq 7$ . Les valeurs de  $i$  sont limitées à 0 ou 1 pour  $n = 36$ . Il convient de noter que les extensions optionnelles décrites à l'Annexe F autorisent des valeurs de  $n$  allant jusqu'à 89. La valeur de  $i$  sera négociée lors du démarrage et s'appliquera pour toutes les valeurs de  $n$ . La valeur choisie pour  $i$  s'applique à toutes les valeurs de  $n$ ; elle sera négociée lors de la préactivation et n'inclut pas le flux d'en-tête de trame à 8 kbit/s.

$M$  sous-couches PMS-TC distinctes sont actives dans le mode optionnel à  $M$  paires, à savoir une pour chaque paire de fils. La formule précédente concerne dans ce cas le débit de données de charge utile de chaque paire et non le débit de charge utile global. Toutes les paires fonctionneront avec le même débit de charge utile et les émetteurs de toutes les paires maintiendront l'alignement des trames dans des limites spécifiées. Dans le cas d'une unité STU-C, les horloges de symbole de chaque paire seront obtenues à partir d'une source commune. La différence maximale de délai entre le début des trames STU-C ne sera pas supérieure à quatre (4) symboles du côté ligne de chaque émetteur SHDSL. Dans le cas d'une unité STU-R, les horloges de symbole peuvent être obtenues pour chaque paire à partir de la référence d'horloge de la boucle, de sorte que ces horloges seront verrouillées en fréquence, mais peuvent présenter une différence de phase quelconque. La différence maximale de délai entre le début des trames STU-R ne sera pas supérieure à six (6) symboles du côté ligne de chacun des émetteurs SHDSL.

**Tableau 7-1/G.991.2 – Structure de la trame SHDSL**

Temps	N° de bit de trame	N° de bit d'en-tête	Nom	Description	Notes
0 ms	1-14	1-14	<i>sw1-sw14</i>	Mot de synchronisation de trame	
	15	15	<i>fbit1/losd</i>	Bit d'indicateur fixe n° 1 (perte de signal)	
	16	16	<i>fbit2/sega</i>	Bit d'indicateur fixe n° 2 (anomalie de segment)	
	17 → k + 16	-----	<i>b1</i>	Bloc de charge utile n° 1	
	k + 17	17	<i>eoc01</i>	Bit EOC n° 1	
	k + 18	18	<i>eoc02</i>	Bit EOC n° 2	
	k + 19	19	<i>eoc03</i>	Bit EOC n° 3	
	k + 20	20	<i>eoc04</i>	Bit EOC n° 4	
	k + 21	21	<i>crc1</i>	Contrôle de redondance cyclique n° 1	CRC-6
	k + 22	22	<i>crc2</i>	Contrôle de redondance cyclique n° 2	CRC-6
	k + 23	23	<i>fbit3/ps</i>	Bit d'indicateur fixe n° 3 (statut de l'alimentation)	
	k + 24	24	<i>sbid1</i>	Identificateur de bit de remplissage n° 1	Réservé en mode synchrone
	k + 25	25	<i>eoc05</i>	Bit EOC n° 5	
	k + 26	26	<i>eoc06</i>	Bit EOC n° 6	
	k + 27 → 2k + 26	-----	<i>b2</i>	Bloc de charge utile n° 2	
	2k + 27	27	<i>eoc07</i>	Bit EOC n° 7	
	2k + 28	28	<i>eoc08</i>	Bit EOC n° 8	
	2k + 29	29	<i>eoc09</i>	Bit EOC n° 9	
	2k + 30	30	<i>eoc10</i>	Bit EOC n° 10	
	2k + 31	31	<i>crc3</i>	Contrôle de redondance cyclique n° 3	CRC-6

**Tableau 7-1/G.991.2 – Structure de la trame SHDSL**

Temps	N° de bit de trame	N° de bit d'en-tête	Nom	Description	Notes
	2k + 32	32	<i>crc4</i>	Contrôle de redondance cyclique n° 4	CRC-6
	2k + 33	33	<i>fbit4/segd</i>	Bit d'indicateur fixe n° 4 (défaut de segment)	
	2k + 34	34	<i>eoc11</i>	Bit EOC n° 11	
	2k + 35	35	<i>eoc12</i>	Bit EOC n° 12	
	2k + 36	36	<i>sbit2</i>	Identificateur de bit de remplissage n° 2	Réservé en mode synchrone
	2k + 37 → 3k + 36	-----	<i>b3</i>	Bloc de charge utile n° 3	
	3k + 37	37	<i>eoc13</i>	Bit EOC n° 13	
	3k + 38	38	<i>eoc14</i>	Bit EOC n° 14	
	3k + 39	39	<i>eoc15</i>	Bit EOC n° 15	
	3k + 40	40	<i>eoc16</i>	Bit EOC n° 16	
	3k + 41	41	<i>crc5</i>	Contrôle de redondance cyclique n° 5	CRC-6
	3k + 42	42	<i>crc6</i>	Contrôle de redondance cyclique n° 6	CRC-6
	3k + 43	43	<i>eoc17</i>	Bit EOC n° 17	
	3k + 44	44	<i>eoc18</i>	Bit EOC n° 18	
	3k + 45	45	<i>eoc19</i>	Bit EOC n° 19	
	3k + 46	46	<i>eoc20</i>	Bit EOC n° 20	
6 – 3/ (k + 12) ms	3k + 47 → 4k + 46	-----	<i>b4</i>	Bloc de charge utile n° 4	
	4k + 47	47	<i>stb1</i>	Bit de remplissage n° 1	Dépend du fournisseur en mode synchrone
6 ms nominal	4k + 48	48	<i>stb2</i>	Bit de remplissage n° 2	Dépend du fournisseur en mode synchrone
	4k + 49	49	<i>stb3</i>	Bit de remplissage n° 3	Non présent en mode synchrone
6 + 3/ (k + 12) ms	4k + 50	50	<i>stb4</i>	Bit de remplissage n° 4	Non présent en mode synchrone

### 7.1.2 Définition des bits de la trame

Le Tableau 7-1 présente la succession des bits de la trame SHDSL (avant l'embrouillage du côté émission et après le désembrouillage du côté réception). Les structures de trame sont identiques pour les directions de transmission amont et aval. Les bits réservés seront positionnés sur 1 dans les deux directions.

Les définitions suivantes sont utilisées pour les bits:

#### **7.1.2.1 *sw1* – *sw14* (mot de synchronisation de trame)**

Le mot de synchronisation de trame (FSW) permet aux récepteurs SHDSL d'effectuer l'acquisition de l'alignement de la trame. Le mot FSW (bits *sw1* – *sw14*) figure dans chaque trame; il est spécifié de manière indépendante pour les directions amont et aval.

#### **7.1.2.2 *b1* – *b4* (blocs de charge utile)**

Ces bits sont utilisés pour véhiculer des données utilisateur. Le § 8.1 définit la structure des blocs de charge utile.

#### **7.1.2.3 *eoc01* – *eoc20* (canal d'exploitation incorporé)**

Les 20 bits *eoc01*... *eoc20* sont utilisés pour fournir un canal de maintenance distinct; se référer au § 9.5 pour plus de détails. Dans le mode à *M* paires, les bits *eoc01* – *eoc20* véhiculeront les données EOC primaires sur la paire 1. Les bits *eoc* correspondants sur la paire 2 à la paire *M* dupliqueront les bits *eoc* de la paire 1.

#### **7.1.2.4 *crc1* – *crc6* (code de contrôle de redondance cyclique)**

Six bits sont attribués à un code de contrôle de redondance cyclique (CRC); se référer au § 7.1.3.

#### **7.1.2.5 *fbit1* – *fbit4* (bits d'indicateur fixe)**

Ces bits sont utilisés pour l'indication d'informations temporelles critiques pour la trame. Les définitions sont données ci-dessous pour chaque bit.

##### **7.1.2.5.1 *fbit1* = *losd* (perte de signal)**

Ce bit est utilisé pour indiquer une perte de signal sur l'interface d'application. Les valeurs utilisées sont les suivantes: perte de signal = 0, normal = 1. La définition des situations qui provoquent l'indication du bit *losd* est propre au fournisseur; elle est en dehors du domaine d'application de la présente Recommandation. Dans le mode à *M* paires, le bit *losd* sur la paire 1 véhiculera l'indication primaire *losd*. Le bit *losd* sur toutes les autres paires dupliquera celui de la paire 1.

##### **7.1.2.5.2 *fbit2* = *sega* (anomalie de segment)**

Ce bit est utilisé pour indiquer une erreur de contrôle CRC sur la trame SHDSL entrante. Une anomalie de segment indique qu'un régénérateur a reçu des données altérées et qu'en conséquence les données régénérées ne sont pas fiables. L'anomalie de segment a pour objet de garantir l'intégrité de la supervision interne des performances; il n'est pas prévu qu'elle fasse l'objet d'un compte rendu à une entité de gestion externe. Les valeurs utilisées sont les suivantes: erreur de contrôle CRC = 0, normal = 1.

##### **7.1.2.5.2.1 Fonctionnement de l'unité STU**

L'unité STU positionnera le bit *sega* sur 1.

##### **7.1.2.5.2.2 Fonctionnement de l'unité SRU**

Lorsqu'une erreur de contrôle CRC est déclarée pour une trame entrante, l'unité SRU positionnera le bit *sega* sur 0 dans la prochaine trame sortante disponible vers l'avant, c'est-à-dire dans la direction des données pour lesquelles l'erreur de contrôle CRC s'est manifestée. L'unité SRU transférera sans modification le bit *sega* si aucune erreur de contrôle CRC n'est déclarée.

##### **7.1.2.5.3 *fbit3* = *ps* (statut de l'alimentation)**

Le bit *ps* de statut d'alimentation est utilisé pour indiquer le statut de l'unité d'alimentation locale de l'unité STU-R. Le bit de statut d'alimentation est positionné sur 1 si l'alimentation se trouve dans un état normal et sur 0 en cas de panne d'alimentation. Dans le cas d'une perte d'alimentation au niveau

de l'unité STU-R, cette dernière doit disposer d'une réserve d'énergie suffisante pour transmettre vers l'unité STU-C le bit *ps* dans au moins 1 trame et de préférence 3 trames consécutives. Il convient de noter qu'en cas de panne d'alimentation, le bit *ps* devrait être mis à 0 pour autant de trames que possible avant la désactivation. Si le bit *ps* est défini pour moins de 3 trames, il appartient à l'application de l'unité STU-C de déterminer la validité du message. Les régénérateurs transféreront ce bit d'une manière transparente. Dans le mode à *M* paires, le bit *ps* sur la paire 1 véhiculera l'indication primaire de statut d'alimentation. Le bit *ps* sur toutes les autres paires dupliquera celui de la paire 1 *ps*.

#### 7.1.2.5.4 *fbit4* = *segd* (défaut de segment)

Ce bit est utilisé pour indiquer une perte de synchronisation pour la trame SHDSL entrante. Un défaut de segment indique qu'un régénérateur a perdu sa synchronisation et que les données régénérées sont indisponibles de ce fait. Ce bit fait en général l'objet d'un compte rendu à une entité de gestion externe; il est utilisé pour effectuer, avec un délai adéquat, un basculement de protection, un filtrage d'alarme, etc. Les valeurs utilisées sont les suivantes: perte de synchronisation = 0, normal = 1.

##### 7.1.2.5.4.1 Fonctionnement de l'unité STU

L'unité STU positionnera le bit *segd* sur 1.

##### 7.1.2.5.4.2 Fonctionnement de l'unité SRU

Lorsqu'un défaut LOSW est déclaré, l'unité SRU positionnera le bit *segd* sur 0 dans la prochaine trame sortante disponible vers l'avant, c'est-à-dire dans la direction des données pour lesquelles le défaut LOSW s'est manifesté. L'unité SRU transférera sans modification le bit *segd* si aucun défaut LOSW n'est déclaré.

#### 7.1.2.6 *sbid1*, *sbid2* (bits d'indicateur de remplissage)

Les bits d'indicateur de remplissage signalent, dans le mode plésiochrone, si un remplissage a été effectué ou non dans la trame. Les deux bits seront positionnés sur 1 si les quatre bits de remplissage sont présents à la fin de la trame actuelle. Les deux bits seront positionnés sur 0 s'il n'existe pas de bits de remplissage à la fin de la trame actuelle. Les bits *sbid1* et *sbid2* sont réservés en mode synchrone.

#### 7.1.2.7 *stb1* – *stb4* (bits de remplissage)

Ces bits sont utilisés conjointement dans le mode plésiochrone. Zéro ou quatre bits de remplissage sont insérés en fonction de la relation temporelle entre les canaux amont et aval. Dans le mode synchrone, les bits *stb1* et *stb2* sont présents dans chaque trame et les bits *stb3* et *stb4* sont absents. Les valeurs des bits *stb1-stb4* sont indépendantes dans les directions amont et aval.

### 7.1.3 Génération du contrôle CRC (*crc1* ... *crc6*)

Un contrôle de redondance cyclique (CRC) sera généré pour chaque trame et transmis dans la trame suivante. Les six bits CRC bits (*crc1* à *crc6*) seront les coefficients du reste de la division, par le polynôme générateur, du polynôme du message multiplié  $D^6$ . Le polynôme du message se constituera de tous les bits de la trame à l'exception du mot de synchronisation, des bits CRC et des bits de remplissage (de ce fait,  $4k + 26$  bits de message d'une trame sont couverts par le contrôle CRC). L'ordre des bits du message sera le même que dans la trame proprement dite, c'est-à-dire que  $m_0$  correspond au premier bit,  $m_1$  au deuxième bit, etc. Les bits de contrôle CRC seront calculés conformément à la formule suivante:

$$crc(D) = m(D)D^6 \text{ mod } g(D)$$

avec:

$$m(D) = m_0D^{4k+25} \oplus m_1D^{4k+24} \oplus \dots \oplus m_{4k+24}D \oplus m_{4k+25}$$

représentant le polynôme du message,

$$g(D) = D^6 \oplus D \oplus 1$$

représentant le polynôme générateur,

$$crc(D) = crc1D^5 \oplus crc2D^4 \oplus \dots \oplus crc5D \oplus crc6$$

représente le polynôme de contrôle,  $\oplus$  représente l'addition modulo 2 (OU exclusif) et  $D$  est l'opérateur de retard.

#### 7.1.4 Synchronisation de trame

La ligne SHDSL utilise, dans le mode avec horloge plésiochrone, une trame PMS-TC de longueur variable et des bits de remplissage pour synchroniser le débit de trame de la couche PMS-TC avec le débit de la charge utile entrante. L'acquisition rapide de la synchronisation de trame et la capacité de conserver cette synchronisation en présence d'erreurs sont des propriétés importantes de la structure de trame.

Trois types de champs de bits sont disponibles pour la synchronisation de trame, à savoir le mot de synchronisation de trame, les bits de remplissage et les identificateurs de bit de remplissage. Le mot de synchronisation de trame est présent dans chaque trame avec une longueur de 14 bits. Les bits de remplissage occupent quatre bits contigus et figurent uniquement à la fin des trames longues. Les identificateurs de bit de remplissage occupent deux bits répartis au sein de la trame et indiquent si la trame actuelle contient les quatre bits de remplissage. Ces bits répartis améliorent l'immunité vis-à-vis des erreurs d'alignement de trame provoquées par des erreurs en rafale.

Les détails d'utilisation de ces informations pour l'acquisition et la conservation de la synchronisation sont du ressort du concepteur du récepteur. Du fait que divers algorithmes de synchronisation de trame peuvent nécessiter des valeurs différentes pour les bits du mot FSW et les bits de remplissage, une disposition a été prévue permettant au récepteur d'indiquer à l'émetteur de l'extrémité distante les valeurs particulières devant être utilisées pour ces bits dans la trame PMS-TC émise.

#### 7.1.5 Embrouilleur

Les embrouilleurs des émetteurs des unités STU-C et STU-R fonctionneront respectivement comme indiqué par les Figures 7-1 et 7-2. Dans ce cas,  $T_b$  indique un retard d'une durée d'un bit et  $\oplus$  représente l'opérateur binaire OU exclusif. Les bits du mot de synchronisation de trame et les bits de remplissage de la trame SHDSL en mode "données" (Tableau 7-1) ne seront pas embrouillés. Lorsque les bits du mot de synchronisation de trame et les bits de remplissage sont présents, au  $f(n)$  l'embrouilleur n'utilisera pas d'horloge et le signal  $f(n)$  sera connecté directement au signal  $s(n)$ .

##### 7.1.5.1 Embrouilleur de l'unité STU-C

La Figure 7-1 représente le schéma de principe de l'embrouilleur de l'unité STU-C.

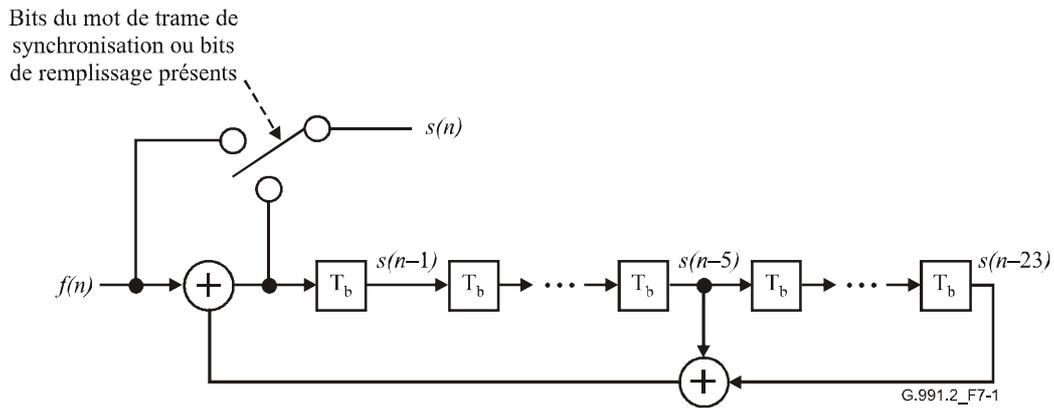


Figure 7-1/G.991.2 – Schéma de principe de l'embrouilleur de l'unité STU-C

### 7.1.5.2 Embrouilleur de l'unité STU-R

La Figure 7-2 représente le schéma de principe de l'embrouilleur de l'unité STU-R.

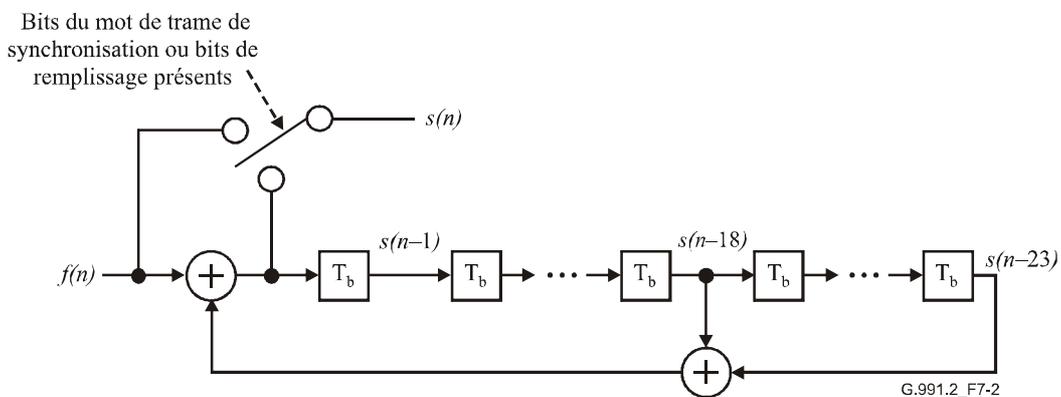


Figure 7-2/G.991.2 – Schéma de principe de l'embrouilleur de l'unité STU-R

### 7.1.6 Tampon de différence de délai

Il est entendu que les caractéristiques des  $M$  paires de fils peuvent différer dans le mode optionnel à  $M$  paires. Des différences de diamètre de conducteur, de type d'isolation, de nombre et de longueur des ponts de dérivation et la présence de perturbations peuvent conduire à des différences de durée de transmission entre les deux paires. Il est recommandé de limiter à un maximum de  $50 \mu\text{s}$  à  $150 \text{ kHz}$  la valeur de telles différences de délai de transfert entre les deux paires, ce qui correspond à une différence d'environ  $10 \text{ km}$  pour la longueur des lignes entre les unités STU-R et STU-C.

Les émetteurs-récepteurs prenant en charge le mode à  $M$  paires implémenteront un tampon de différence de délai pour compenser toute différence entre les temps de transmission totaux des trames SHDSL sur des paires différentes. De telles différences peuvent résulter des différences entre paires décrites ci-dessus, mais également des retards introduits par le traitement du signal dans les émetteurs-récepteurs SHDSL des unités STU-C et STU-R ainsi que dans les régénérateurs de signal éventuels. Les tampons de différence de délai ont pour fonction de fournir l'alignement des trames SHDSL, ce qui permet de les réassembler correctement. Ce tampon sera en mesure de compenser des différences de délai au moins égales à  $6$  durées de symbole +  $50 \mu\text{s}$  du côté de la ligne de chaque récepteur SHDSL.

## 7.2 Activation de la couche PMS-TC

### 7.2.1 Trame d'activation

Le Tableau 7-2 donne le format de la trame d'activation. Un signal  $T_c$  ou  $T_r$  sera généré, comme indiqué par la Figure 6-5, en appliquant les informations de cette trame d'activation à l'entrée de l'embrouilleur de l'unité STU. Le contenu de la trame d'activation ne changera pas pendant l'émission des signaux  $T_c$  et  $T_r$ . Les bits de synchronisation de la trame d'activation ne seront pas embrouillés, de sorte qu'ils s'appliqueront directement pour la constellation de la modulation 2-PAM sans codage. Le nombre total de bits de la trame d'activation est égal à 4227. L'émission de la trame d'activation commencera par le bit 1 et se terminera par le bit 4227.

L'activation sera faite en parallèle sur chacune des  $M$  paires de fils dans le mode optionnel à  $M$  paires.

**Tableau 7-2/G.991.2 – Format de la trame d'activation**

Bits de trame d'activation LSB:MSB	Définition
1:14	Synchronisation de trame 11111001101011 <sub>2</sub> pour les signaux $T_c$ et $T_r$ , le bit le plus à gauche est émis en tête Synchronisation de trame 11010110011111 <sub>2</sub> pour les signaux $F_c$ , le bit le plus à gauche est émis en tête
15:36	Coefficient du précodeur: les bits 1: 22 représentent un format en complément à deux avec signe et 17 bits après la virgule binaire, le bit LSB est émis en tête
37:58	Coefficient de précodeur de rang 2
59:3952	Coefficients de précodeur de rang 3-179
3953:3974	Coefficient de précodeur de rang 180
3975:3995	Coefficient A de codeur: 21 bits avec le bit LSB émis en tête
3996:4016	Coefficient B de codeur: 21 bits avec le bit LSB émis en tête
4017:4144	Données fournisseur: 128 bits d'informations propres au fournisseur
4145:4146	Mode à $M$ paires: unité STU-C: nombre de paires de fils/unité STU-R: ordre des paires de fils
4147:4211	Réservé: 65 bits définis par des zéros logiques
4212:4227	Contrôle CRC: $c_1$ est émis en tête, $c_{16}$ en dernier

#### 7.2.1.1 Synchronisation de trame

La synchronisation de trame pour les signaux  $T_c$  et  $T_r$  se constitue d'un code à 14 bits. La valeur binaire de ce code sera égale à 11111001101011, les bits étant émis de gauche à droite. La valeur du code de synchronisation de trame pour le signal  $F_c$  sera égale à 11010110011111, ce qui correspond à une inversion de la synchronisation de trame entre  $T_c$  et  $T_r$ .

#### 7.2.1.2 Coefficients du précodeur

Les coefficients du précodeur sont codés sous la forme de nombres à 22 bits en complément à deux, les cinq premiers bits représentant un exposant entier situé entre  $-16$  (10000) et  $+15$  (01111) et les 17 bits suivants constituant une mantisse fractionnaire. Les coefficients sont émis en série en commençant par le coefficient  $C_1$  et en terminant par le coefficient  $C_N$  (Figure 6-4); le bit le moins significatif de chaque coefficient est émis en tête. Le nombre minimal de coefficients de précodeur

sera égal à 128 et le nombre maximal sera égal à 180. Si moins de 180 coefficients de précodeur sont utilisés, les autres bits du champ de coefficient de précodeur seront positionnés sur zéro.

### 7.2.1.3 Coefficients du codeur

Les coefficients du codeur programmable représenté par la Figure 6-3 seront émis dans l'ordre suivant: le coefficient  $a_0$  sera émis en tête, suivi des coefficients  $a_1, a_2, \dots$ , et le coefficient  $b_{20}$  sera émis en dernier.

### 7.2.1.4 Données propres au fournisseur

Ces 128 bits sont réservés pour des données propres au fournisseur.

### 7.2.1.5 Mode à $M$ paires: ordre des paires de fils

Dans le mode optionnel à  $M$  paires, ces deux bits servent à définir l'ordre des  $M$  paires de fils. Ils permettent de déterminer comment les données utilisateur sont réparties entre  $M$  boucles dans l'émetteur et combinées dans le récepteur selon les spécifications du § 7.1.1. L'affectation de la boucle 1 à la boucle  $M$  est propre au fournisseur.

Les bits 4145 à 4146 de la trame d'activation du dispositif STU-C servent à spécifier le nombre  $M$  de paires de fils. Le bit de poids faible vient en tête.  $M = 1$ :  $00_2$ ;  $M = 2$ :  $10_2$ ;  $M = 3$ :  $01_2$ ;  $M = 4$ :  $11_2$ . Les valeurs de cette trame d'activation sont identiques sur toutes les  $M$  paires de fils.

Les bits 4145 à 4146 de la trame d'activation du dispositif STU-R servent à identifier le nombre ordinal correspondant à chacune des  $M$  paires de fils. Le bit de poids faible vient en tête. Paire de fils 1:  $00_2$ ; paire de fils 2:  $10_2$ ; paire de fils 3:  $01_2$ ; paire de fils 4:  $11_2$ . Les valeurs de cette trame d'activation sont différentes sur chacune des  $M$  paires de fils.

Si le système ne fonctionne pas dans le mode à  $M$  paires, ces deux bits seront définis par des zéros logiques. Dans le mode à quatre fils, les nombres ordinaux sont attribués selon le § 6.3 et les bits 4145 à 4146 de la trame d'activation seront mis à zéro.

### 7.2.1.6 Réserve

Ces 65 bits sont réservés pour une utilisation future et seront définis par des zéros logiques.

### 7.2.1.7 Contrôle CRC

Les seize bits de contrôle CRC ( $c_1$  à  $c_{16}$ ) seront les coefficients du polynôme reste de la division, par le polynôme générateur, du polynôme du message multiplié par  $D^{16}$ . Le polynôme du message se composera des bits de la trame d'activation, le bit  $m_0$  étant le bit de rang 15 et le bit  $m_{4196}$  étant le bit de rang 4211 de la trame d'activation, conformément à la formule suivante:

$$crc(D) = m(D)D^{16} \text{ mod } g(D)$$

avec:

$$m(D) = m_0D^{4196} \oplus m_1D^{4195} \oplus \dots \oplus m_{4195}D \oplus m_{4196}$$

représentant le polynôme du message,

$$g(D) = D^{16} \oplus D^{12} \oplus D^5 \oplus 1$$

représentant le polynôme générateur, de sorte que,

$$crc(D) = c_1D^{15} \oplus c_2D^{14} \oplus \dots \oplus c_{15}D \oplus c_{16}$$

représente le polynôme de contrôle,  $\oplus$  indiquant l'addition modulo 2 (OU exclusif) et  $D$  est l'opérateur de retard.

## 7.2.2 Embrouilleur d'activation

L'embrouilleur des émetteurs des unités STU-C et STU-R (se référer à la Figure 6-5) fonctionnera comme indiqué par les Figures 7-1 et 7-2, dans lesquelles  $T_b$  représente un retard d'un bit et  $\oplus$  l'opérateur binaire OU exclusif. Les bits de synchronisation de trame de la trame d'activation ne seront pas embrouillés. Lorsque les bits du mot de synchronisation de trame et les bits de remplissage sont présents au  $f(n)$ , l'embrouilleur n'utilisera pas d'horloge et le signal  $f(n)$  sera connecté directement au signal  $s(n)$ .

## 8 Caractéristiques fonctionnelles de la couche TPS-TC

### 8.1 Structure de données du bloc de charge utile

Chaque bloc de charge utile se constitue de 12 sous-blocs, comme représenté par la Figure 8-1. La taille de chaque sous-bloc de la charge utile est égale à  $k_s$ , avec  $k_s = i + n \times 8$  [bits]. Comme l'indique le § 7.1, le débit de données de charge utile est égal à  $n \times 64 + i \times 8$  kbit/s, avec  $3 \leq n \leq 36$  et  $0 \leq i \leq 7$ . Les valeurs de  $i$  sont limitées à 0 ou 1 pour  $n = 36$ . Il convient de noter que les extensions optionnelles décrites à l'Annexe F autorisent des valeurs de  $n$  allant jusqu'à 89. L'Annexe E spécifie la structure de toutes les données au sein des sous-blocs de charge utile (c'est-à-dire, la prise en charge de canaux libres à large bande, de sous-canaux et les services propres à une région).

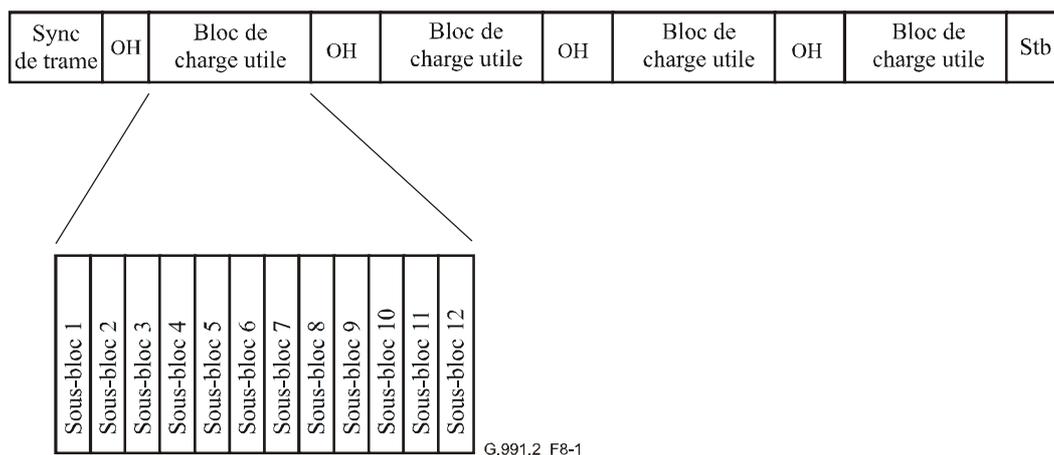


Figure 8-1/G.991.2 – Structure des blocs de charge utile

### 8.2 Entrelacement des données dans le mode à $M$ paires

Il est nécessaire de procéder à un entrelacement entre paires pour les données de charge utile dans le mode optionnel à  $M$  paires. Ceci s'effectuera par l'entrelacement des sous-blocs de charge utile entre toutes les paires. Un nombre  $k_s$  de bits de chaque sous-bloc sera véhiculé par la paire 1 et les autres  $k_s$  bits seront véhiculés par chacune des autres paires, comme indiqué par la Figure 8-2 pour le cas  $M = 2$ . La taille de chaque sous-bloc de charge utile est égale à  $M \times k_s$ , avec  $k_s = i + n \times 8$ . Comme l'indique le § 7.1, le débit de données de charge utile est égal à  $n \times 64 + i \times 8$  kbit/s, avec  $3 \leq n \leq 36$  et  $0 \leq i \leq 7$ . Les valeurs de  $i$  sont limitées à 0 ou 1 pour  $n = 36$ . Il convient de noter que les extensions optionnelles décrites à l'Annexe F autorisent des valeurs de  $n$  allant jusqu'à 89. L'Annexe E spécifie la structure de toutes les données au sein des sous-blocs de charge utile (c'est-à-dire, la prise en charge de canaux libres à large bande, de sous-canaux et les services propres à une région).

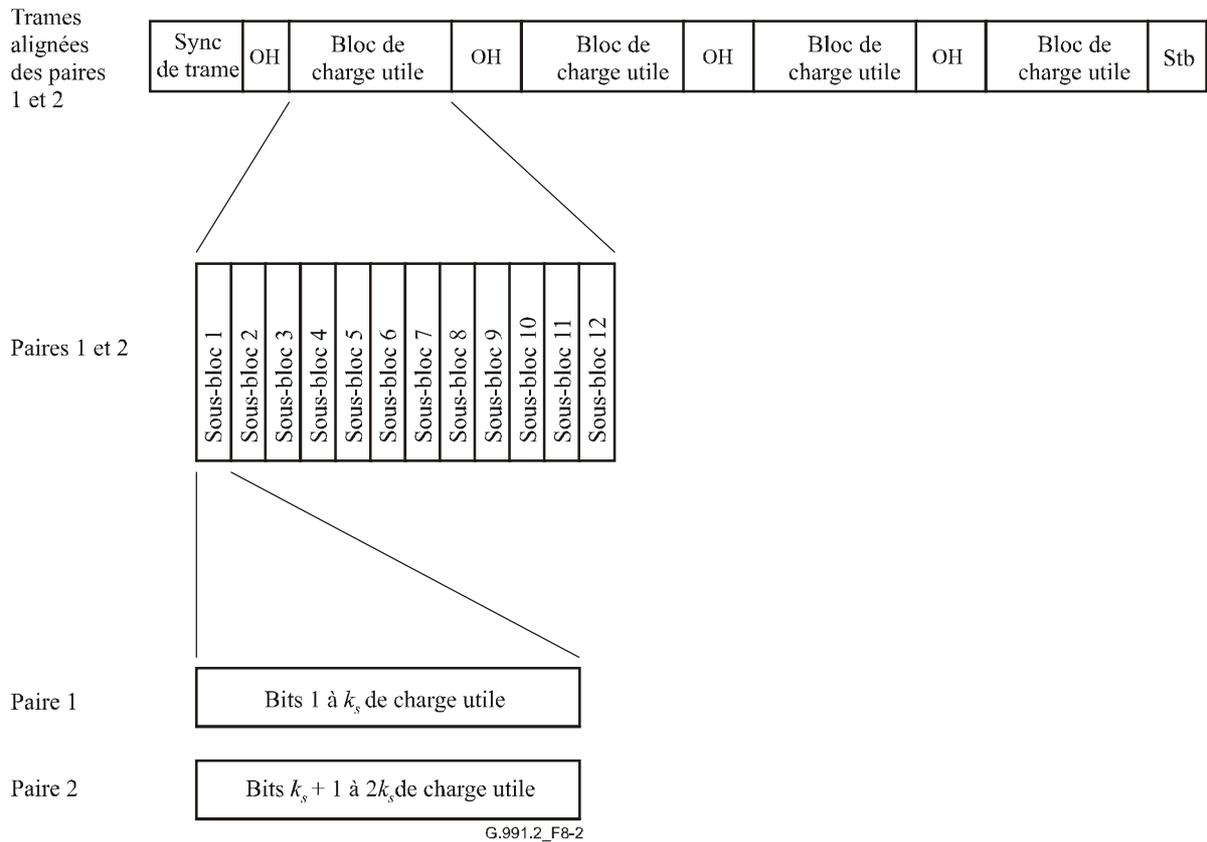


Figure 8-2/G.991.2 – Entrelacement des données au sein des blocs de charge utile

## 9 Gestion

### 9.1 Modèle de référence de gestion

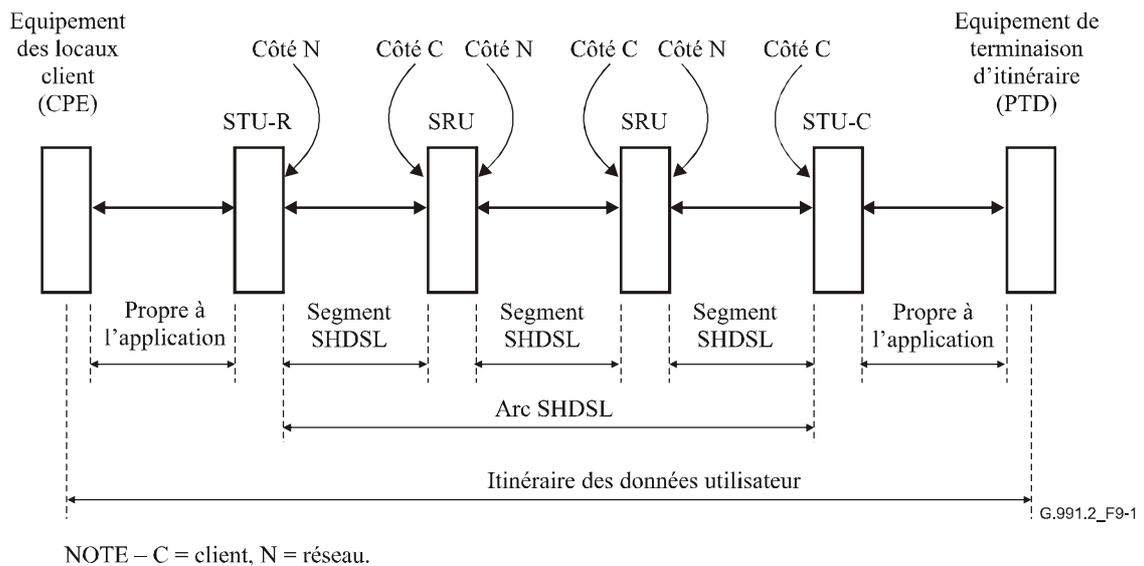


Figure 9-1/G.991.2 – Modèle de référence de gestion

La Figure 9-1 représente le modèle de référence de gestion pour le transport de données utilisateur sur une ligne SHDSL. Cet exemple fait intervenir, à titre d'information, deux unités de régénérateur. La présence de ces deux régénérateurs ne constitue ni une prescription, ni une limitation. Un segment SHDSL se caractérise par un média de transmission métallique qui utilise un algorithme de codage analogique; le segment SHDSL fournit une supervision des performances analogiques et numériques au niveau de l'entité constituée par le segment. Un segment SHDSL est délimité par ses deux points d'extrémité appelés terminaison de segment. Une terminaison de segment SHDSL est le point de terminaison des algorithmes de codage analogique, à partir duquel une supervision est faite pour l'intégrité du signal numérique résultant.

Toutes les données de supervision des performances SHDSL sont transportées sur le canal EOC. Les bits d'indicateur fixe de la trame SHDSL sont utilisés pour une transmission rapide des indications de défaut d'interface ou de segment SHDSL pouvant conduire à un basculement de protection. Les bits d'indicateur fixe peuvent en outre être utilisés pour un filtrage rapide des alarmes de défaillance de segment SHDSL.

## **9.2 Primitives de performance SHDSL**

### **9.2.1 Anomalie de contrôle de redondance cyclique (anomalie CRC)**

Une anomalie CRC sera déclarée lorsque les bits de contrôle CRC générés localement à partir des données de la trame SHDSL ne concordent pas avec les bits de contrôle CRC (*crc1 – crc6*) reçus de l'émetteur. Une anomalie CRC concerne uniquement la trame pour laquelle elle a été déclarée.

### **9.2.2 Anomalie de segment (SEGA, *segment anomaly*)**

Une anomalie de segment amont sera déclarée lorsqu'une unité SRU déclare une anomalie CRC pour une trame transmise dans la direction de l'unité STU-R vers l'unité STU-C. Une anomalie de segment aval sera déclarée lorsqu'une unité SRU déclare une anomalie CRC pour une trame SHDSL transmise dans la direction de l'unité STU-C vers l'unité STU-R. Une anomalie de segment indique qu'un régénérateur a reçu des données altérées et qu'en conséquence les données régénérées ne sont pas fiables. L'anomalie de segment a pour objet de garantir l'intégrité de la supervision interne des performances; il n'est pas prévu qu'elle fasse l'objet d'un compte rendu à une entité de gestion externe. Une anomalie de segment est indiquée par le bit *sega* dans la trame SHDSL (§ 7.1.2.5.2).

### **9.2.3 Défaut de perte de synchronisation (défaut LOSW, *loss of sync defect*)**

En mode plésiochrone, un défaut LOSW sera déclaré lorsqu'au moins trois trames consécutives reçues contiennent une ou plusieurs erreurs dans les bits de tramage. Le terme "bits de tramage" fait référence à la partie du mot de synchronisation de trame, des bits de remplissage et des identificateurs de bit de remplissage qui est utilisée pour la synchronisation de trame. Un défaut LOSW sera supprimé lorsqu'au moins deux trames consécutives reçues ne contiennent pas d'erreurs dans le mot de synchronisation de trame.

En mode synchrone, un défaut LOSW sera déclaré lorsqu'au moins trois trames consécutives reçues contiennent une ou plusieurs erreurs de bits dans le mot de synchronisation de trame. Un défaut LOSW sera supprimé lorsqu'au moins deux trames consécutives reçues ne contiennent pas d'erreurs dans le mot de synchronisation de trame.

### **9.2.4 Défaut de segment (SEGD, *segment defect*)**

Un défaut de segment amont sera déclaré lorsqu'une unité SRU déclare un défaut LOSW pour des données se déplaçant dans la direction de l'unité STU-R vers l'unité STU-C. Un défaut de segment aval sera déclaré lorsqu'une unité SRU déclare un défaut LOSW pour des données se déplaçant dans la direction de l'unité STU-C vers l'unité STU-R. Un défaut de segment indique qu'un régénérateur a perdu la synchronisation SHDSL et qu'en conséquence les données régénérées ne sont pas fiables.

Un défaut de segment sera supprimé lorsque la totalité des unités SRU sont exemptes de défauts LOSW. Cette primitive fait en général l'objet d'un compte rendu à une entité de gestion externe; elle est utilisée pour effectuer, avec un délai adéquat, un basculement de protection, un filtrage d'alarme, etc. Un défaut de segment est indiqué au moyen du bit *segd* de la trame SHDSL (§ 7.1.2.5.4).

### **9.2.5 Défaut d'affaiblissement de boucle**

Un défaut d'affaiblissement de boucle sera déclaré lorsque le niveau observé pour l'affaiblissement de boucle est supérieur au niveau fixé par la configuration (§ 9.5.5.7.5).

### **9.2.6 Défaut de marge du rapport S/B**

Un défaut de marge du rapport S/B sera déclaré lorsque le niveau observé pour la marge du rapport S/B est inférieur au niveau fixé par la configuration (§ 9.5.5.7.5). La marge du rapport S/B, exprimée en dB, est définie comme étant l'accroissement maximal du bruit égalisé ou la réduction maximale du signal égalisé pouvant être toléré par un système avec un taux BER restant égal à  $10^{-7}$ .

### **9.2.7 Défaut de perte de mot de synchronisation (défaillance LOSW, *loss of sync word failure*)**

Une défaillance LOSW sera déclarée après une durée continue de défaut LOSW égale à  $2,5 \pm 0,5$  s. La défaillance LOSW sera supprimée lorsque le défaut LOSW est absent pendant une durée comprise entre 2 et 20 s. La durée minimale de l'indication de défaillance LOSW sera de 2 s.

## **9.3 Paramètres de performances liés à la ligne SHDSL**

### **9.3.1 Violation de code (CV, *code violation*)**

Le paramètre SHDSL "violation de code" est défini comme étant égal au comptage des anomalies de CRC se manifestant au cours de la période d'accumulation. Ce paramètre peut être inhibé – voir § 9.3.6.

### **9.3.2 Seconde erronée (ES, *errored second*)**

Le paramètre SHDSL "seconde erronée" est défini comme étant le comptage du nombre d'intervalles d'une seconde pendant lesquels une ou plusieurs anomalies de contrôle CRC et/ou un ou plusieurs défauts LOSW ont été déclarés. Ce paramètre peut être inhibé – voir § 9.3.6.

### **9.3.3 Seconde gravement erronée (SES, *severely errored second*)**

Le paramètre SHDSL "seconde gravement erronée" est défini comme étant le comptage du nombre d'intervalles d'une seconde pendant lesquels au moins 50 anomalies de contrôle CRC, ou un ou plusieurs défauts LOSW ont été déclarés (50 anomalies de CRC sur une durée d'une seconde correspondent à 30% de débit de trame erronés pour une trame de longueur nominale). Ce paramètre peut être inhibé – voir § 9.3.6.

### **9.3.4 Seconde avec défaillance LOSW (LOSWS, *LOSW second*)**

Le paramètre SHDSL "seconde avec défaillance" est défini comme étant le comptage du nombre d'intervalles d'une seconde pendant lesquels un ou plusieurs défauts LOSW ont été déclarés.

### **9.3.5 Seconde indisponible (UAS, *unavailable second*)**

Le paramètre SHDSL "seconde indisponible" est défini comme étant le comptage du nombre d'intervalles d'une seconde pendant lesquels la ligne SHDSL est indisponible. La ligne devient indisponible au-delà de 10 secondes SES contiguës. Les 10 secondes SES font partie de la durée d'indisponibilité. Une ligne SHDSL devenue indisponible redevient disponible à partir de 10 secondes contiguës sans seconde SES. Ces 10 secondes sans seconde SES ne font pas partie de la durée d'indisponibilité.

### 9.3.6 Règles d'inhibition

- Les comptes de paramètres UAS ne seront pas inhibés.
- Les secondes ES et SES seront inhibées pendant les secondes UAS. L'inhibition sera rétroactive jusqu'au début du temps d'indisponibilité et se terminera rétroactivement à la fin du temps d'indisponibilité.
- Le paramètre CV sera inhibé pendant les secondes SES.

On trouvera d'autres informations sur les règles d'inhibition et sur la manière dont les secondes ES et SES sont décrémentées dans la Norme IETF RFC 2495: Definitions on Managed Objects for the DS1, E1, DS2 and E2 Interface Types [B9] (*définitions d'objets gérés pour les interfaces de type DS1, E1, DS2 et E2*).

## 9.4 Stockage des données relatives aux performances

Chaque élément réseau SHDSL prendra en charge le stockage de l'historique des performances SHDSL au niveau de l'unité STU-C en supervisant les performances et en maintenant un comptage modulo pour chaque paramètre de performances spécifié aux § 9.5.5.7.14 et § 9.5.5.7.15. Une initialisation de ces compteurs modulo n'est ni spécifiée, ni nécessaire. La comparaison entre la valeur actuelle du compteur modulo et la valeur précédente stockée en mémoire permet au gestionnaire de données de l'unité STU-C de déterminer le nombre d'incrémentations qu'il est nécessaire d'ajouter au stockage de l'historique de performances adéquat (il convient de noter que le nombre d'incrémentations à ajouter peut être négatif dans certains cas; se référer au § 9.3 pour plus d'informations). La valeur des compteurs modulo fait l'objet d'un compte rendu dans les messages de statut des performances SHDSL (§ 9.5.5.7.14 et § 9.5.5.7.15).

L'unité STU-C effectuera la collecte de l'historique des performances en interrogeant chaque élément réseau SHDSL avec une périodicité qui évite le débordement des compteurs modulo. Le compteur de secondes avec erreur, par exemple, possède une longueur de 8 bits permettant un intervalle de temps maximal de 255 s entre les interrogations sans risque de débordement. Il convient de noter que l'interrogation à laquelle on se réfère ici est implémentée par le gestionnaire de base de données interne de l'unité STU-C et non par un gestionnaire de réseau externe.

L'unité STU-C gèrera des classements d'historique de performances pour chaque point d'extrémité de segment SHDSL. Ces historiques contiendront des totalisations de comptage pour la période actuelle de 15 minutes, pour les 32 périodes précédentes de 15 minutes, pour la période actuelle de 24 heures et pour les 7 périodes précédentes de 24 heures.

## 9.5 Canal d'exploitation incorporé

### 9.5.1 Modèle de référence de gestion

L'unité STU-C gèrera une base de données d'informations de gestion accessible par la gestion de réseau ou au moyen d'une interface de service.

L'unité STU-R peut également gérer de manière optionnelle une base de données d'informations de gestion accessible localement (au moyen d'une interface de service). Cette possibilité est particulièrement utile lorsqu'il n'est pas possible d'accéder à l'unité STU-C au moyen de canal EOC en raison d'une situation de faute.

L'accès à la base de données à partir d'interfaces de service sur des unités raccordées se fera au moyen d'une interface de terminal virtuel.

### 9.5.2 Aperçu général et modèle de référence du canal EOC

Le canal EOC permet aux unités terminales de gérer des informations relatives à l'arc. Il existe deux flux de données de base qui se différencient par le type de terminal qui est à leur origine (et qui mémorise ensuite les informations afin de permettre leur accès externe). Le flux de données initié

par l'unité STU-C est obligatoire; le flux de données initié par l'unité STU-R est optionnel, mais toutes les unités ont l'obligation de répondre à des demandes dans les deux directions de flux de données. La "base de données maîtresse" sera stockée par l'unité STU-C et tous les conflits seront résolus en faveur de cette dernière (ce qui signifie que les informations de l'unité STU-C auront la priorité). Le Tableau 9-1 donne un exemple de flux de données pour une liaison avec deux régénérateurs (Q indique un message de demande ou de commande et R un message de réponse). La définition du protocole peut prendre en charge jusqu'à huit régénérateurs. Les astérisques indiquent une émission de message optionnel. L'exemple de la Figure 9-1 représente un schéma de principe pour une liaison avec deux régénérateurs.

**Tableau 9-1/G.991.2 – Exemple de flux EOC avec deux régénérateurs**

Messages (source, destination) issus de l'unité			
STU-C	SRU1	SRU2	STU-R
Q(1,3) →	→ Traitement		
Traitement ←	← R(3,1)		
Q(1,4) →	→ Transfert →	→ Traitement	
Traitement ←	← Transfert ←	← R(4,1)	
Q(1,2) →	→ Transfert →	→ Transfert →	→ Traitement
Traitement ←	← Transfert ←	← Transfert ←	← R(2,1)
		Traitement ←	← Q(2,3)*
		R(3,2) →	→ Traitement
	Traitement ←	← Transfert ←	← Q(2,4)*
	R(4,2) →	→ Transfert →	→ Traitement
Traitement ←	← Transfert ←	← Transfert ←	← Q(2,1)*
R(1,2) →	→ Transfert →	→ Transfert →	→ Traitement

\* Indique un message optionnel.

La couche Liaison de données du canal EOC de la ligne SHDSL vérifie la séquence FCS et transfère, en cas de validité, le paquet vers la couche Réseau. Le paquet est ignoré en totalité si le contrôle CRC n'est pas valide. La couche Réseau peut prendre l'une des trois actions suivantes: traiter le paquet, transférer le paquet ou ignorer le paquet et terminer. L'action "traitement" signifie que l'adresse source et le champ d'informations HDLC sont fournis à la couche Application. L'action "transfert" signifie que le paquet est transféré vers l'élément SHDSL suivant (il convient de noter que seules les unités SRU transféreront des paquets). L'action "ignorer/terminer" signifie que le paquet HDLC est ignoré et n'est pas transféré. Une unité SRU peut à la fois traiter et transférer un paquet dans le cas d'un message de diffusion. L'unité SRU ignorera le message si le segment n'est pas actif dans la direction de transfert. Le délai de transfert par une unité SRU sera de 300 ms lorsque le segment est actif dans la direction concernée. L'administration du transfert et du contrôle de flux est faite en totalité au niveau des points d'extrémité, c'est-à-dire par les unités STU.

Les régénérateurs SHDSL possèdent une adresse double, comme indiqué par le Tableau 9-1, afin de permettre la prise en charge des flux bidirectionnels. L'une des adresses est utilisée pour la communication avec l'unité STU-C et l'autre pour la communication avec l'unité STU-R. L'unité STU-C émet des messages d'examen de découverte pendant la phase de découverte; l'unité STU-R peut également émettre de tels messages de manière optionnelle. Ces messages se propagent sur l'arc et contiennent un champ de comptage de bonds permettant de numéroter les unités SRU. Ce processus est traité plus en détail ci-dessous.

Les unités terminales SHDSL communiquent de manière unidirectionnelle et possèdent de ce fait une seule adresse. L'unité STU-C se voit attribuer une adresse fixe égale à 1 et l'unité STU-R une adresse fixe égale à 2. Chaque unité SRU se voit attribuer, lors de la mise sous tension, l'adresse 0 dans chacune des directions. Lorsqu'elle subit une défaillance LOSW, l'unité SRU positionnera derechef son adresse source sur 0 pour la direction vers laquelle se manifeste la défaillance LOSW. Cette adresse sera modifiée si, et uniquement si, un message d'examen de découverte est reçu et traité. Si, par exemple, un régénérateur reçoit un message d'examen en provenance de l'unité STU-C et non de l'unité STU-R, son adresse restera alors égale à 0 dans la direction de l'extrémité distante.

### 9.5.3 Démarrage du canal EOC

Le canal EOC de la ligne SHDSL passe par trois phases d'initialisation après l'activation de la boucle, à savoir la découverte, l'inventaire et la configuration. Pendant la phase de découverte, l'unité STU-C, et – de manière optionnelle – l'unité STU-R, apprendront si l'arc intermédiaire contient des régénérateurs ainsi que les adresses éventuelles de ces derniers. Pendant la phase d'inventaire, l'unité STU-C interrogera l'unité STU-R et chaque unité SRU afin d'établir, pour chaque élément, un inventaire destiné à la base de données de l'unité terminale (l'unité STU-R peut interroger de même l'unité STU-C et les unités SRU afin d'établir sa propre base de données, mais cette opération est optionnelle). Pendant la phase de configuration, l'unité STU-C configure l'unité STU-R et les unités SRU éventuelles en leur fournissant des seuils d'alarme, des caractéristiques de signal, etc. Il n'existe aucune contrainte pour l'ordre ou les caractéristiques temporelles des phases d'inventaire et de configuration qui sont sous la commande de l'unité STU initiatrice.

Le Tableau 9-2 donne un exemple de découverte qui démarre à partir de l'unité STU-C et qui est suivi d'une découverte optionnelle initiée par l'unité STU-R. Bien que cet exemple fournisse une description séquentielle, les deux phases sont en fait indépendantes et l'unité STU-R n'a pas l'obligation de recevoir la découverte de l'unité STU-C avant d'initier sa propre phase de découverte. L'unité STU-R peut émettre son message d'examen dès que son canal EOC est actif. Le message de réponse de découverte contient le comptage de bonds actuel, l'identificateur du fournisseur, la version de canal EOC et une indication de défaillance LOSW vers l'avant (c'est-à-dire, dans la direction du flux de canal EOC opposée à la direction d'émission du message de réponse de découverte).

**Tableau 9-2/G.991.2 – Exemple de phase de découverte EOC**

Messages (source, destination, h) issus de l'unité			
STU-C	SRU1	SRU2	STU-R
DP(1,0,0) →			
	← DR(3,1,1)		
	DP(0,0,1)→		
	← Transfert ←	← DR(4,1,2)	
		DP(0,0,2)→	
	← Transfert ←	← Transfert ←	← DR(2,1,3)
			← DP(2,0,0)
		DR(3,2,1) →	
		← DP(4,0,1)	
	DR(4,2,2)→	→ Transfert →	
	← DP(3,0,2)		
DR(1,2,3) →	→ Transfert →	→ Transfert →	

NOTE – h = comptage de bonds (*hop count*), DP = examen de découverte (*discovery probe*), DR = réponse de découverte (*discovery response*).

Une fois que l'initiateur (l'unité STU-C et, de manière optionnelle, l'unité STU-R) a reçu un message de réponse de découverte en provenance d'un élément, il démarrera la phase d'inventaire pour l'élément concerné. Ceci s'effectue en demandant à cet élément de fournir ses informations d'inventaire. Lorsque les informations d'inventaire ont été reçues pour une unité, la phase de configuration s'effectuera en transmettant à l'élément concerné les informations de configuration adéquates. Les phases d'inventaire et de configuration s'effectuent de manière indépendante pour chaque unité terminale ou de régénération.

Le comportement des unités esclaves ou répondantes est spécifié en détail par la présente Recommandation en vue de garantir l'interfonctionnement. La méthode particulière utilisée pour traiter les paquets rejetés ou les absences de réponse est laissée à la discrétion de l'unité STU initiatrice.

Le Tableau 9-3 présente la table d'états du canal EOC du côté réseau d'une unité SRU. Il convient de noter qu'une machine d'états distincte mais identique existe du côté client d'une unité SRU pour la prise en charge des messages émis par l'unité STU-R.

La machine d'états utilise les trois états suivants: "non connecté", "découverte" et "canal EOC connecté". L'état "non connecté" est caractérisé par une défaillance LOSW (perte de synchronisation SHDSL). L'état "découverte" est caractérisé par une adresse inconnue. L'unité SRU passe dans l'état "canal EOC connecté" ou actif une fois que l'adresse a été communiquée par le message de découverte. Une fois cet état atteint, l'unité SRU répondra aux messages d'inventaire, de configuration, de maintenance et autres émis par l'unité STU-C.

**Tableau 9-3/G.991.2 – Table d'états du canal EOC du côté réseau**

**Etat non connecté**

Evénement	Action
Défaillance LOSW réseau = 0	Etat EOC = prêt pour découverte

**Etat prêt pour découverte**

Evénement	Action
Défaillance LOSW réseau = 1	Adresse EOC réseau = 0 Etat EOC réseau = déconnecté
Message d'examen de découverte reçu du côté réseau	Incrémenter le compteur de bonds Positionner l'adresse EOC réseau sur le compteur de bond +2 Composer le message de découverte et le présenter à la couche Application du côté client Emettre la réponse de découverte vers l'unité STU-C Etat EOC réseau = canal EOC connecté.
Message reçu du côté réseau avec une adresse différente de celle de l'unité	Demander le transfert du message reçu de la couche Réseau du côté client
Transfert de message demandé par le côté client	Emettre le message demandé vers le réseau si le canal EOC n'est pas déconnecté

**Etat canal EOC connecté**

Evénement	Action
Défaillance LOSW réseau = 1	Adresse EOC réseau = 0 Etat EOC réseau = déconnecté

**Tableau 9-3/G.991.2 – Table d'états du canal EOC du côté réseau**

**Etat canal EOC connecté**

Message de découverte reçu du côté réseau	Incrémenter le compteur de bonds Positionner l'adresse EOC réseau sur le compteur de bond +2 Composer le message de découverte et le présenter à la couche Application du côté client Emettre la réponse de découverte à destination de l'unité STU-C.
Message reçu du côté réseau avec une adresse de destination de diffusion	Traiter le message Demander le transfert du message par la couche Réseau EOC du côté client
Message reçu du côté réseau avec une adresse de destination d'unité ou une adresse 0	Traiter le message
Message reçu du côté réseau avec une adresse différente de celle de l'unité	Demander le transfert du message reçu de la couche Réseau du côté client
Transfert de message demandé par le côté client	Emettre le message demandé vers le réseau si le canal EOC n'est pas déconnecté

**9.5.4 Accès de gestion à distance**

L'unité STU-C gèrera la base de données de gestion maîtresse pour la totalité de l'arc SHDSL (une deuxième base de données peut être gérée, de manière optionnelle, au niveau de l'unité STU-R). Les obligations des autres unités se réduisent au stockage des données nécessaires à l'émission correcte d'informations sur le canal EOC. Les informations contenues dans la base de données maîtresse doivent être accessibles à toute unité SHDSL qui dispose d'un port de service et éventuellement à partir de la gestion réseau si cette dernière est disponible. L'accès de service se fait sous la forme d'une interface de terminal virtuel (ou d'une interface de port de service virtuel). Cette interface est définie de manière à être utilisable par toute unité raccordée qui dispose d'un accès à l'écran du terminal d'une autre unité située sur le même arc SHDSL. La prise en charge de ces fonctionnalités est optionnelle, à l'exception de l'unité STU-C qui prendra en charge au moins une connexion de terminal distant du côté "hôte" (la possibilité d'activité simultanée de cette interface avec l'accès de service local de l'unité STU-C est du ressort du fournisseur; elle est en dehors du domaine d'application de la présente Recommandation). L'interface de terminal virtuel se constitue des messages de connexion, de déconnexion, de clavier et d'écran. Une fois qu'une connexion a été établie, les caractères saisis au moyen du port de service sont émis à destination de l'unité "hôte" dans des messages de données de clavier. L'unité hôte émet à son tour, dans des messages d'écran, des informations constituées de textes ASCII, de codes de commande ASCII et de fonctions de commande d'écran dont le contenu est transmis en retour au port de service. L'unité hôte effectuera l'écho de ces caractères.

La méthode permettant de déterminer qu'un accès distant est souhaité ou doit se terminer sur le port de service local est propre au fournisseur et de ce fait en dehors du domaine d'application de la présente Recommandation. Il est nécessaire de fournir, quelle que soit la méthode utilisée, une fonctionnalité de transmission de toute séquence de saisie valide (caractères ASCII et codes de commande).

## 9.5.5 Transport du canal EOC

Le canal EOC sera transporté dans les bits *eoc1* à *eoc20* de la trame SHDSL. Deux trames SHDSL successives contiennent cinq octets avec un alignement spécifié. Les bits les moins significatifs (LSB, *least significant bit*) des octets sont situés dans les bits 1, 9 et 17 du canal EOC de la première trame et dans les bits 5 et 13 de la deuxième trame; chaque octet est transmis avec le bit LSB en tête. L'alignement des octets au sein des trames est réalisé au moyen de la détection de l'alignement de l'octet de synchronisation HDLC ( $7E_{16}$ ).

Chaque message EOC sera émis en parallèle en cas de fonctionnement sur  $M$  paires, de sorte que des messages identiques et redondants seront émis sur toutes les  $M$  boucles.

### 9.5.5.1 Format des données EOC

Les données numériques et les chaînes sont transmises par le canal EOC avec un cadrage d'octets. Les éléments de données qui ne contiennent pas un nombre entier d'octets sont compactés de manière à minimiser la taille des messages.

Les champs numériques seront transmis avec l'octet le plus significatif en tête et le bit le moins significatif de chaque octet en tête (cette prescription est cohérente avec l'ordre des octets réseau défini par la Norme IETF RFC 1662: Protocole PPP avec une trame de type HDLC [4]).

Les chaînes seront représentées dans le flux de données avec le premier caractère (octet) en tête. Les chaînes seront bourrées avec des espaces et terminées par un caractère nul ( $00_{16}$ ) pour occuper la taille totale du champ alloué. Les champs de chaîne ont une longueur fixe, de sorte que les caractères situés après un zéro dans un champ de chaîne de données peuvent être ignorés.

### 9.5.5.2 Format de trame du canal EOC

Le canal EOC véhiculera les messages dans un format du type HDLC tel qu'il est défini au § 6.3/G.997.1 [3]. Le canal sera traité comme un flux d'octets et tous les messages contiendront un nombre entier d'octets.

Le format de trame utilise une version condensée de l'en-tête HDLC, représentée dans le Tableau 9-4. Le champ "adresse de destination" occupera les quatre bits les moins significatifs de l'octet 1 et le champ "adresse source" les quatre bits les plus significatifs de cet octet (appelé "champ adresse"). Il n'existe pas de champ de commande. Un ou plusieurs octets de synchronisation ( $7E_{16}$ ) seront présents entre chaque trame. Le remplissage entre les trames se fera par insertion du nombre nécessaire d'octets de synchronisation. Les messages d'examen de découverte seront précédés d'au moins cinq octets de synchronisation afin de permettre la détection correcte de l'alignement des octets. Le champ "informations" contient exactement un message tel qu'il est défini ci-dessous. La longueur maximale d'une trame sera de 75 octets, à l'exclusion de l'octet de synchronisation et de tout octet inséré pour assurer la transparence des données.

**Tableau 9-4/G.991.2 – Format de trame de canal EOC de la ligne SHDSL**

n° d'octet	MSB	LSB	
	Contenu		
	Octet de synchronisation 7E <sub>16</sub>		
	Adresse source bits 7..4	Adresse de destination bits 3..0	
1	Identificateur de message (Tableau 9-6)		Champ "informations"
2	Contenu du message – Octet 2		
	...		
L	Contenu du message – Octet L		
	Octet 1 du contrôle FCS		
	Octet 2 du contrôle FCS		
	Octet de synchronisation 7E <sub>16</sub>		

### 9.5.5.3 Transparence des données

La transparence des informations de charge utile vis-à-vis de l'octet de synchronisation (7E<sub>16</sub>) et de l'octet d'échappement de commande 7D<sub>16</sub> se fera par insertion d'octet.

Avant transmission:

- la structure d'octet 7E<sub>16</sub> est codée sous la forme des octets 7D<sub>16</sub> et 5E<sub>16</sub>;
- la structure d'octet 7D<sub>16</sub> est codée sous la forme des octets 7D<sub>16</sub> et 5D<sub>16</sub>.

En réception:

- la succession d'octets 7D<sub>16</sub> et 5E<sub>16</sub> est remplacée par l'octet 7E<sub>16</sub>;
- la succession d'octets 7D<sub>16</sub> et 5D<sub>16</sub> est remplacée par l'octet 7D<sub>16</sub>;
- toute autre succession d'octets débutant par 7D<sub>16</sub> provoque l'interruption de la trame.

### 9.5.5.4 Séquence de contrôle de trame

Le calcul de la séquence de contrôle de trame (FCS, *frame check sequence*) se fera comme spécifié par la Norme IETF RFC 1662 [4]. (Il convient de noter que la séquence FCS est calculée avant l'application de la transparence des données.) Le contrôle FCS sera transmis comme spécifié par la Norme IETF RFC 1662.

### 9.5.5.5 Adresses d'unité

Chaque unité utilise une adresse source et une adresse de destination pour la communication avec des unités amont et des adresses source et destination différentes lorsqu'elle communique avec des unités aval. La valeur des adresses sera comprise entre 0<sub>16</sub> et F<sub>16</sub>. L'adressage des unités se fera comme indiqué par le Tableau 9-5. L'adresse F<sub>16</sub> peut être utilisée comme adresse de destination et indiquera que le message est destiné à l'ensemble des unités. L'adresse 0<sub>16</sub> est utilisée pour indiquer l'unité adjacente.

**Tableau 9-5/G.991.2 – Adresses d'équipement**

Adresse (Base <sub>16</sub> )	Equipement
0	Equipement adjacent
1	Unité STU-C
2	Unité STU-R
3 à A	Régénérateurs 1 à 8
B à E	Réservé (D et E sont interdits)
F	Message de diffusion pour toutes stations

NOTE – La présente Recommandation n'a pas l'intention d'indiquer un nombre de régénérateurs pouvant ou devant être pris en charge par un produit, mais précise uniquement la manière de les identifier le cas échéant.

### 9.5.5.6 Identificateurs de message

Le Tableau 9-6 donne la liste des valeurs décimales des identificateurs de message. Les messages 0 à 64 représentent des messages de demande et les messages 128 à 192 des messages émis en réponse à une demande. Tout message de demande fait l'objet d'un accusé de réception au moyen du message de réponse correspondant. Les identificateurs de message de demande et de réponse possèdent en général des numéros décalés de 128.

**Tableau 9-6/G.991.2 – Résumé des identificateurs de message**

Id. de message (décimal)	Type de message	Unité initiatrice	Référence
0	Réservé		
1	Examen de découverte	STU-C, STU-R*, SRU	9.5.5.7.1
2	Demande d'inventaire	STU-C, STU-R*	9.5.5.7.3
3	Demande de configuration – SHDSL	STU-C	9.5.5.7.5
4	Réservé – Configuration de l'interface application		
5	Demande de configuration – Temporisation de rebouclage	STU-C, STU-R*	9.5.5.7.6
6	Demande de connexion de terminal virtuel	STU-R*, SRU*	9.5.5.7.16
7	Demande de déconnexion de terminal virtuel	STU-R*, SRU*	9.5.5.7.16
8	Messages de données de clavier	STU-R*, SRU*	9.5.5.7.17
9	Demande de maintenance – Rebouclage système	STU-C, STU-R*	9.5.5.7.18
10	Demande de maintenance – Rebouclage d'élément	STU-C, STU-R*	9.5.5.7.19
11	Demande de statut	STU-C, STU-R*	9.5.5.7.11
12	Demande de statut complet	STU-C, STU-R*	9.5.5.7.12
13-14	Réservé		
15	Demande de redémarrage en douceur/réduction de puissance	STU-C	9.5.5.7.21
16	Réservé (utilisation future)		
17	Demande de statut de cellule ATM	STU-C, STU-R*	E.9.4.7
18	Demande de configuration STU-R – Gestion	STU-C	9.5.5.7.9

**Tableau 9-6/G.991.2 – Résumé des identificateurs de message**

<b>Id. de message (décimal)</b>	<b>Type de message</b>	<b>Unité initiatrice</b>	<b>Référence</b>
19	Réservé demande de transport vocal (utilisation future)	Non définie	
20	Demande RNIS	STU-C, STU-R	E.8.7.1, E.13.3
21	Demande de configuration du RNIS ou du réseau téléphonique commuté LAPV5	STU-C	E.13.6
22	Demande de désactivation	STU-C, STU-R	H.1.3.1
23	Demande de mappage	STU-C, STU-R*	9.5.5.7.27
23-63	Réservé (utilisation future)		
64-88	Réservé pour demande de gestion de ligne	Non définie	9.5.5.7.22
89-111	Réservé		
112-119	Message propre au fournisseur	Non définie	9.5.5.7.23
120	Message externe	Non définie	9.5.5.7.24
121	Message G.997.1	STU-C*, STU-R*	9.5.5.7.25
122-124	Réservé		
125-127	Interdit (7D <sub>16</sub> , 7E <sub>16</sub> , 7F <sub>16</sub> )		
128	Réservé		
129	Réponse de découverte	Toutes	9.5.5.7.2
130	Réponse d'inventaire	Toutes	9.5.5.7.4
131	Réponse de configuration – SHDSL	STU-R, SRU	9.5.5.7.7
132	Réservé pour la configuration d'interface application		
133	Réponse de configuration – Temporisation de rebouclage	Toutes	9.5.5.7.8
134	Réponse de connexion de terminal virtuel	STU-C, SRU*, STU-R*	9.5.5.7.16
135	Réservé		
136	Message de données d'écran	STU-C, SRU*, STU-R*	9.5.5.7.17
137	Statut de maintenance	Toutes	9.5.5.7.20
138	Réservé		
139	Statut/SNR	Toutes	9.5.5.7.13
140	Statut de performances SHDSL du côté réseau	SRU, STU-R	9.5.5.7.14
141	Statut de performances SHDSL du côté client	STU-C, SRU	9.5.5.7.15
142	Réservé pour les performances d'interface application		
143	Réservé (utilisation future)		
144	Impossibilité de se conformer – Générique (UTC)		9.5.5.7.26

**Tableau 9-6/G.991.2 – Résumé des identificateurs de message**

<b>Id. de message (décimal)</b>	<b>Type de message</b>	<b>Unité initiatrice</b>	<b>Référence</b>
145	Informations de statut de cellule ATM	Toutes	E.9.4.8
146	Réponse de configuration – Gestion	STU-R, SRU	9.5.5.7.10
147	Réserve réponse de transport vocal (utilisation future)	Non définie	
148	Réponse RNIS	STU-C, STU-R	E.8.7.1, E.13.3
149	Configuration de RNIS et de réseau téléphonique classique LAPV5	STU-R	E.13.6
150	Réponse à une demande de désactivation	STU-C, STU-R	H.1.3.2
151	Réponse à une demande de mappage	Toutes	9.5.5.7.28
152-191	Réserve (utilisation future)		
192-216	Réponse de gestion de segment (réserve)	Non définie	9.5.5.7.22
217-239	Réserve (utilisation future)		
240-247	Réponse à un message propre au fournisseur	Non définie	9.5.5.7.23
248-252	Réserve		
253-255	Interdit (FD <sub>16</sub> , FE <sub>16</sub> , FF <sub>16</sub> )		
* Indique une prise en charge optionnelle; une unité peut initier ce message.			

### 9.5.5.7 Contenu des messages

Les Tableaux 9-7 à 9-31 spécifient les formats possibles pour les contenus de message. Le contenu de tout message de longueur supérieure à la valeur spécifiée et qui est reçu dans une trame avec un contrôle FCS valide sera utilisé pour la partie valide et les octets supplémentaires seront ignorés. Ceci permettra l'ajout de nouveaux champs pour des messages existants tout en préservant leur compatibilité amont. Les nouveaux champs de données utiliseront uniquement les bits réservés situés après le dernier octet de données défini. Les bits et les octets réservés recevront la valeur 00<sub>16</sub> afin de préserver la compatibilité aval.

Les messages de réponse pourront indiquer la valeur UTC (impossibilité de se conformer). Il convient de noter que ceci n'est pas une indication d'absence de conformité. L'impossibilité UTC indique que l'unité qui répond n'a pas été en mesure d'implémenter la demande.

#### 9.5.5.7.1 Examen de découverte – Identificateur de message n° 1

Le message d'examen de découverte recevra l'identificateur de message n° 1. Ce message est utilisé pour permettre à une unité STU de déterminer le nombre d'équipements présents et leur assigner des adresses d'unité correspondantes.

**Tableau 9-7/G.991.2 – Champ d'informations "examen de découverte"**

<b>N° d'octet</b>	<b>Contenu</b>	<b>Type de données</b>	<b>Référence</b>
1	1	Identificateur de message	
2	Comptage de bonds	Caractère sans signe	9.5.3

### 9.5.5.7.2 Réponse de découverte – Identificateur de message n° 129

Le message de réponse de découverte recevra l'identificateur de message n° 129. Ce message sera émis en réponse à un message d'examen de découverte. Le champ "comptage de bonds" sera positionné sur une valeur incrémentée de 1 par rapport à la valeur reçue dans le message d'examen de découverte qui fait l'objet de la réponse (le Tableau 9-3 donne la description complète de la machine d'états en réception). L'indication de défaillance LOSW vers l'avant signifie que le segment est inactif dans la direction vers l'avant à partir de l'unité SRU. Dans le cas du fonctionnement optionnel sur  $M$  paires, ceci signifie que toutes les  $M$  boucles sont inactives dans cette direction. Dans les deux cas, l'unité SRU n'est pas en mesure de transférer le message d'examen de découverte vers l'unité adjacente et rend compte de cette situation à l'unité STU initiatrice. Le champ de l'octet "défaillance LOSW" sera positionné sur 00<sub>16</sub> pour les réponses en provenance d'une unité STU.

Le champ "identificateur du fournisseur" sert à identifier l'intégrateur de système, ainsi qu'il est spécifié au § 9.5.5.7.4.

Le numéro de version SHDSL indique la norme SHDSL conformément à laquelle le système a été construit. Pour la présente version de la présente Recommandation (12/2003), ces bits seront mis à 00001000.

Le numéro de version de logiciel EOC du fournisseur sera attribué par le fournisseur du système et sera identifié par l'identificateur de fournisseur. Les numéros de version de logiciel doivent être incrémentés pour chaque nouvelle norme SHDSL.

**Tableau 9-8/G.991.2 – Champ d'informations "réponse de découverte"**

N° d'octet	Contenu	Type de données	Référence
1	129	Identificateur de message	
2	Comptage de bonds	Caractère non signé	9.5.3
3	Réservé		
4-11	Identité du fournisseur (l'ordre des bits est identique à celui qui est défini par la Rec. UIT-T G.994.1)		
12	Version du logiciel EOC du fournisseur	Caractère non signé	
13	N° de version SHDSL	Caractère non signé	
14 bits 7..1	Réservé		
14 bit 0	Indication LOSW vers l'avant, canal EOC indisponible	Bit	1 = indisponible 0 = disponible

### 9.5.5.7.3 Demande d'inventaire – Identificateur de message n° 2

Le message "demande d'inventaire" recevra l'identificateur de message n° 2. Ce message est utilisé pour demander à une unité particulière de fournir une réponse d'inventaire. Il sera émis uniquement par les unités STU et ne véhiculera pas d'octets de contenu.

**Tableau 9-9/G.991.2 – Champ d'informations "demande d'inventaire"**

N° d'octet	Contenu	Type de données	Référence
1	2	Identificateur de message	

### 9.5.5.7.4 Réponse d'inventaire – Identificateur de message n° 130

Le message "réponse d'inventaire" recevra l'identificateur de message n° 130. Ce message sera émis en réponse à un message "demande d'inventaire".

Le numéro de version SHDSL indique la norme SHDSL conformément à laquelle le système a été construit. Pour le système G.shdsl.bis (projet), ces bits seront mis à 00001000.

Le champ "identificateur de fournisseur" sert à spécifier l'intégrateur de système. Dans ce contexte, l'intégrateur de système désigne habituellement le fournisseur de l'unité la plus petite remplaçable sur site. En général, il s'agit aussi de l'entité sur laquelle pointe le champ "Code d'identification d'unité" (CLEI™). En tant que tel, le contenu du champ "identificateur de fournisseur" peut ne pas être identique à celui du champ "identificateur de fournisseur" indiqué dans la Rec. UIT-T G.994.1, qui se rapporte au fabricant de l'interface de couche physique. Le numéro de série, le numéro de modèle, le numéro de version, le numéro de liste et le numéro de révision du logiciel doivent être attribués relativement à l'intégrateur de système.

Des codes d'identification d'unité spéciaux sont utilisés en Amérique du Nord. Ces codes CLEI, identificateur d'équipement en langage commun (CLEI, *common language equipment identifier*) sont utilisés par les fournisseurs de services de réseaux pour les opérations d'inventaire, de commande de pièces détachées, de fourniture et de maintenance. En Amérique du Nord, les codes CLEI sont utilisés comme identificateur de produit du fournisseur. Ces codes sont conformes au document ANSI T1.213, "*Coded Identification of Equipment Entities of the North American Telecommunications System for Information Exchange*" (identification codée des équipements des systèmes de télécommunications nord-américains pour l'échange d'informations). Dans les régions ne se trouvant pas en Amérique du Nord, les champs en question peuvent être mis à zéro.

Les informations concernant la version logicielle du modem, la liste du fournisseur (version matérielle du modem), le numéro de distribution du modem, le numéro de modèle et le numéro de série du modem sont propres au système. En conséquence, ces informations seront attribuées par le fournisseur du système sous la forme de l'identificateur de fournisseur.

La version de logiciel du fournisseur indique la version de logiciel du système SHDSL. La version de logiciel du fournisseur n'est pas forcément identique à la version de logiciel EOC mentionnée au § 9.5.5.7.2. Le numéro de liste de fournisseur indique le numéro de version du matériel. Le champ numéro de distribution du fournisseur indique l'utilisation particulière de l'unité. Le numéro de modèle du fournisseur est un numéro unique propre au type particulier d'unité. Le numéro de série du fournisseur est un numéro qui identifie chaque unité individuellement.

**Tableau 9-10/G.991.2 – Champ d'informations "réponse d'inventaire"**

N° d'octet	Contenu	Type de données	Référence
1	130	Identificateur de message	
2	N° de version SHDSL	Caractère sans signe	
3-5	N° de liste du fournisseur	Chaîne de 3 octets	
6-7	N° de distribution du fournisseur	Chaîne de 2 octets	
8-13	Version logicielle du fournisseur	Chaîne de 6 octets	
14-23	Code d'identification d'unité (CLEI™)	Chaîne de 10 octets	
24	Réservé		
25-32	Identité du fournisseur (l'ordre des bits est identique à celui qui est défini par la Rec. UIT-T G.994.1)		
33-44	N° de modèle du fournisseur	Chaîne de 12 octets	
45-56	N° de série du fournisseur	Chaîne de 12 octets	
57-68	Autres informations fournisseur	Chaîne de 12 octets	

### 9.5.5.7.5 Demande de configuration – SHDSL: identificateur de message n° 3

L'unité STU-C émet le message "demande de configuration – SHDSL" pour configurer une ou plusieurs interfaces sur les unités raccordées. Ce message peut faire l'objet d'une diffusion ou être adressé à une unité spécifique. Il fait l'objet d'un accusé de réception au moyen d'un message "réponse de configuration – SHDSL". Le rapport S/B (SNR) sur une ligne SHDSL est mesuré au sein du dispositif de discrimination de l'émetteur-récepteur et non au niveau de la terminaison du segment externe. Un positionnement sur "hors service" indique que les dépassements de seuil ne font pas l'objet d'un compte rendu. L'affaiblissement de boucle et la marge du rapport S/B sont des alarmes locales qui font l'objet d'un compte rendu dans les messages n° 140 et 141. Ces alarmes peuvent faire en outre l'objet d'un affichage physique sur les équipements. L'affaiblissement de la boucle SHDSL est défini par la formule suivante:

$$LoopAtten_{SHDSL}(H) = \frac{2}{f_{sym}} \left( \int_0^{f_{sym}} \frac{1}{2} 10 \times \log_{10} \left[ \sum_{n=0}^1 S(f - nf_{sym}) \right] df - \int_0^{f_{sym}} \frac{1}{2} 10 \times \log_{10} \left[ \sum_{n=0}^1 S(f - nf_{sym}) |H(f - nf_{sym})|^2 \right] df \right)$$

dans laquelle  $f_{sym}$  représente le débit de symbole,  $\frac{1}{H(f)}$  l'affaiblissement d'insertion et  $S(f)$  la densité PSD émise nominale.

**Tableau 9-11/G.991.2 – Champ d'informations "demande de configuration – SHDSL"**

N° d'octet	Contenu	Type de données	Référence
1	3	Identificateur de message	
2 bit 7	Type de configuration	Bit	0 = normal, 1 = lecture seulement
2 bits 6..0	Seuil d'affaiblissement de boucle SHDSL (dB)	Enuméré	0 = hors service, 1 à 127
3 bits 7..4	Seuil de marge du rapport S/B de la ligne SHDSL (dB)	Enuméré	0 = hors service, 1 à 15
3 bits 3..0	Réservé		Positionné sur 0

### 9.5.5.7.6 Demande de configuration – Temporisation de rebouclage: identificateur de message n° 5

L'unité STU-C (et, de manière optionnelle, l'unité STU-R) émet le message "demande de configuration – temporisation de rebouclage" pour positionner les temporisations de rebouclage concernant des éléments individuels. L'élément reviendra à un fonctionnement normal si un rebouclage n'est pas annulé avant l'expiration de la temporisation. Ce message peut faire l'objet d'une diffusion ou être adressé à une unité spécifique. Il fait l'objet d'un compte rendu au moyen d'un message "réponse de configuration – temporisation de rebouclage". Si des informations de date et d'heure figurent dans les octets 4 à 21, ces chaînes seront alors conformes à l'ISO 8601 [5]. Ces champs seront remplis avec des bits tous à 0 si les informations de date et d'heure ne sont pas émises.

**Tableau 9-12/G.991.2 – Champ d'informations "demande de configuration – temporisation de rebouclage"**

N° d'octet	Contenu	Type de données	Référence
1	5	Identificateur de message	
2 bit 7	Type de configuration	Bit	0 = normal, 1 = lecture seulement
2 bits 6..4	Réservé		
2 bits 3..0-3	Temporisation de rebouclage	Entier de 12 bits non signé	En minutes, 0 = aucune temporisation
4-13	YYYY-MM-DD	Date, chaîne de 10 octets	ISO 8601
14-21	HH:MM:SS	Heure, chaîne de 8 octets	ISO 8601

#### **9.5.5.7.7 Réponse de configuration – SHDSL: identificateur de message n° 131**

Le message "réponse de configuration – SHDSL" est émis à destination de l'unité STU-C en réponse à un message "demande de configuration – SHDSL". Cette réponse est émise une fois que les modifications de configuration adéquates ont été effectuées. La réponse contiendra les nouvelles valeurs après modification. Un bit sera positionné dans l'octet "conformité" et les valeurs des positionnements actuelles feront l'objet d'un compte rendu si une unité émettrice-réceptrice n'est pas en mesure de satisfaire la demande. Aucune modification de la configuration actuelle n'est effectuée et les valeurs actuelles font l'objet d'un compte rendu si le message de demande de configuration a été reçu avec un type de configuration positionné sur "lecture seulement".

**Tableau 9-13/G.991.2 – Champ d'informations "réponse de configuration – SHDSL"**

N° d'octet	Contenu	Type de données	Référence
1	131	Identificateur de message	
2 bits 7..1	Réservé		
2 bit 0	UTC (impossibilité de se conformer)	Bit	0 = OK, 1 = UTC
3	Seuil d'affaiblissement de boucle SHDSL (dB)	Caractère	0 = hors service, 1 à 127
4 bits 7..4	Seuil de marge du rapport S/B de la ligne SHDSL (dB)	Enuméré	0 = hors service, 1 à 15
4 bits 3..0	Réservé		Positionné sur 0

#### **9.5.5.7.8 Réponse de configuration – Temporisation de rebouclage: identificateur de message n° 133**

Le message "réponse de configuration – temporisation de rebouclage" est émis pour accuser réception du message "demande de configuration – temporisation de rebouclage". Cette réponse est émise une fois que les modifications de configuration adéquates ont été effectuées. La réponse contiendra les nouvelles valeurs après modification. Un bit sera positionné dans l'octet "conformité" et les valeurs actuelles des positionnements feront l'objet d'un compte rendu si une unité émettrice-réceptrice n'est pas en mesure de satisfaire la demande. Aucune modification de la configuration actuelle n'est effectuée si le message de demande de configuration a été reçu avec un type de configuration positionné sur "lecture seulement" et les valeurs actuelles font l'objet d'un compte rendu.

**Tableau 9-14/G.991.2 – Champ d'informations "réponse de temporisation système de rebouclage"**

N° d'octet	Champ d'informations	Type de données	Référence
1	133	Identificateur de message	
2 bits 7..1	Réservé		
2 bit 0	UTC (impossibilité de se conformer)	Bit	0 = OK, 1 = UTC
3 bits 7..4	Réservé		
3 bits 3..0-4	Temporisation de rebouclage	Entier de 12 bits non signé	En minutes, 0 = aucune temporisation
5-14	YYYY-MM-DD	Date, chaîne de 10 octets	ISO 8601
15-22	HH:MM:SS	Heure, chaîne de 8 octets	ISO 8601

**9.5.5.7.9 Demande de configuration de l'unité STU-R – Gestion: identificateur de message n° 18**

Le message "demande de configuration – gestion" est émis par l'unité STU-C pour activer ou désactiver le flux de gestion initié par l'unité STU-R. L'adresse de destination sera égale à F<sub>16</sub> pour indiquer qu'il s'agit d'un message de diffusion. Le flux de gestion initié par l'unité STU-R est activé par défaut. Lorsque le flux est désactivé, une unité SRU ne répondra pas aux messages initiés par une unité STU-R et l'unité STU-R n'émettra pas de tels messages (messages 2-12). Un type de configuration égal à "lecture seulement" indique que l'unité adressée ignore les valeurs suivantes, présentes dans le message, et rendra compte de sa configuration actuelle.

**Tableau 9-14a/G.991.2 – Demande de configuration – Champ d'informations de gestion**

N° d'octet	Contenu	Type de données	Référence
1	Identificateur de message n° 18	Identificateur de message	
2 bit 7	Type de configuration	Bit	0 = normal, 1 = lecture seulement
2 bits 6..1	Réservé		
2 bit 0	Flux de gestion initié par l'unité STU-R	Bit	0 = activé, 1 = désactivé

**9.5.5.7.10 Réponse de configuration – Message de gestion: identificateur de message n° 146**

Le message "réponse de configuration – message de gestion" est émis par toutes les unités pour accuser réception du message "demande de configuration – gestion".

**Tableau 9-14b/G.991.2 – Réponse de configuration – Champ d'informations de gestion**

N° d'octet	Contenu	Type de données	Référence
1	Identificateur de message n° 146	Identificateur de message	
2 bits 7..1	Réservé		
2 bit 0	UTC (impossibilité de se conformer)	Bit	0 = OK, 1 = UTC
3 bits 7..1	Réservé		
3 bit 0	Statut du flux de gestion initié par l'unité STU-R	Bit	0 = activé, 1 = désactivé

#### 9.5.5.7.11 Demande de statut – Identificateur de message n° 11

Le message "demande de statut" est utilisé pour interroger un élément au sujet de son statut d'alarme et de performances générales.

L'unité interrogée répondra au moyen d'un ou de plusieurs des messages "réponse de statut" suivants:

- réponse de statut/rapport S/B – 139 (§ 9.5.5.7.13);
- statut de performances SHDSL du côté réseau – 140 (§ 9.5.5.7.14);
- statut de performances SHDSL du côté client – 141 (§ 9.5.5.7.15);
- statut de maintenance – 137 (§ 9.5.5.7.20).

Dans le mode optionnel à  $M$  paires, les messages 139, 140 et 141 contiennent des informations de statut propres à chacune des paires. L'unité interrogée peut émettre dans ce cas  $M$  messages des types 139, 140 et 141 (un pour chaque paire) en réponse au message "demande de statut". L'élément qui répond fournira l'information "identificateur de boucle" dans les messages EOC 139, 140 et 141. Il fournira d'abord l'information relative à la boucle 1, suivie peu après de l'information demandée pour la boucle 2 (si  $M \geq 2$ ), puis pour la boucle 3 (si  $M \geq 3$ ), puis pour la boucle 4 (si  $M = 4$ ).

L'unité interrogée rendra compte des situations d'alarme, de faute ou de maintenance éventuelles en répondant au moyen des messages correspondants aux conditions activées.

L'unité interrogée rendra compte des changements de statut des performances, autres que la marge du rapport S/B, survenues depuis la dernière interrogation en répondant au moyen des messages indiquant la modification du statut des performances.

Dans les autres cas, l'unité interrogée répondra par le message 139 "réponse de statut du rapport S/B" (§ 9.5.5.7.13).

**Tableau 9-15/G.991.2 – Champ d'informations de demande de statut**

N° d'octet	Champ d'informations	Type de données
1	Identificateur de message n° 11	Identificateur de message

#### 9.5.5.7.12 Demande de statut complet – Identificateur de message n° 12

Le message "demande de statut complet" est utilisé pour interroger un élément au sujet de son statut complet actuel. Les messages suivants seront émis en réponse à la demande de statut complet:

- statut de performances SHDSL du côté réseau (§ 9.5.5.7.14);
- statut de performances SHDSL du côté client (§ 9.5.5.7.15);
- statut de maintenance (§ 9.5.5.7.20).

Les messages suivants seront émis en réponse à la demande de statut complet dans le mode optionnel à  $M$  paires:

- statut de performances SHDSL du côté réseau (§ 9.5.5.7.14) pour la boucle 1;
- statut de performances SHDSL du côté réseau pour la boucle 2 à la boucle  $M$  (un message par boucle);
- statut de performances SHDSL du côté client (§ 9.5.5.7.15) pour la boucle 1;
- statut de performances SHDSL du côté client pour la boucle 2 à la boucle  $M$  (un message par boucle);
- statut de maintenance (§ 9.5.5.7.20).

**Tableau 9-16/G.991.2 – Champ d'informations de demande de statut complet**

N° d'octet	Champ d'informations	Type de données
1	Identificateur de message n° 12	Identificateur de message

#### 9.5.5.7.13 Réponse de statut de rapport S/B – Identificateur de message n° 139

Le message "statut des performances de rapport S/B" sera émis en réponse au message "demande de statut" dans les situations spécifiées par § le 9.5.5.7.9. Le nombre entier figurant dans le compte rendu représente les valeurs arrondies de la marge du rapport S/B exprimée en dB. Comme chaque unité STU est connectée à un seul segment SHDSL, la marge du rapport S/B du côté de l'interface application sera égale à 0 (ce qui signifie que la marge S/B du côté réseau sera nulle au niveau de l'unité STU-C et la marge S/B du côté client sera nulle au niveau de l'unité STU-R).

**Tableau 9-17/G.991.2 – Champ d'informations "réponse de statut de rapport S/B"**

N° d'octet	Champ d'informations	Type de données
1	Identificateur de message n° 139	Identificateur de message
2	Marge S/B du côté réseau (dB)	Caractère signé (127 = non disponible)
3	Marge S/B du côté client (dB)	Caractère signé (127 = non disponible)
4	Identificateur de boucle	Caractère non signé (1 = boucle 1, 2 = boucle 2, 3 = boucle 3, 4 = boucle 4)

#### 9.5.5.7.14 Statut de performances SHDSL du côté réseau – Identificateur de message n° 140

Ce message fournit le statut des performances SHDSL du côté réseau. Des valeurs de défaut d'équipement seront utilisées pour indiquer les problèmes logiciels ou matériels affectant l'unité adressée. Les valeurs de défauts, prévues pour indiquer des résultats de diagnostics ou d'essais autonomes sont définies par le fournisseur. Un défaut de continuité métallique sera utilisé pour indiquer des situations qui perturbent l'alimentation d'un arc, par exemple les circuits ouverts ou les courts-circuits. La définition du défaut de continuité métallique dépend du fournisseur.

Les bits 7 à 4 de l'octet 11 sont utilisés pour indiquer un débordement ou une réinitialisation d'un ou de plusieurs compteurs modulaires. Les bits 7 et 5 indiqueront qu'un débordement s'est manifesté depuis la transmission de la dernière réponse de statut SHDSL du côté réseau. Si, par exemple, plus de 256 secondes erronées se sont manifestées entre deux réponses de statut SHDSL du côté réseau, ceci provoquera alors un débordement du compteur modulaire de secondes erronées. Les bits 6 et 4 seront utilisés pour indiquer qu'un ou plusieurs compteurs modulaires ont été réinitialisés pour une raison quelconque (par exemple, la mise sous tension du système ou une réinitialisation n'affectant pas le service). Les bits 7 et 6 seront mis à 0 après l'émission d'une réponse de statut SHDSL du côté réseau vers l'unité STU-C. Les bits 5 et 4 seront mis à 0 après l'émission d'une réponse de statut SHDSL du côté réseau vers l'unité STU-R.

**Tableau 9-18/G.991.2 – Champ d'informations "statut des performances SHDSL du côté réseau" (N)**

N° d'octet	Contenu	Type de données	Référence
1	Identificateur de message n° 140	Identificateur de message	
2 bit 7	Réservé		
Bit 6	N – Statut de réduction de puissance	Bit	0 = défaut, 1 = sélectionné
Bit 5	Défaut d'équipement	Bit	0 = OK, 1 = faute
Bit 4	N – Défaut de continuité métallique	Bit	0 = OK, 1 = faute
Bit 3	N – Alarme de marge du rapport S/B	Bit	0 = OK, 1 = alarme
Bit 2	N – Alarme d'affaiblissement de boucle	Bit	0 = OK, 1 = alarme
Bit 1	N – Alarme de défaillance LOSW SHDSL	Bit	0 = OK, 1 = alarme
Bit 0	Réservé		Positionné sur 0
3	N – Marge du rapport S/B (dB) SHDSL	Caractère signé (127 = non disponible)	
4	N – Affaiblissement de boucle (dB) SHDSL	Caractère signé (-128 = non disponible)	
5	N – Comptage secondes ES SHDSL modulo 256	Caractère non signé	
6	N – Comptage secondes SES SHDSL modulo 256	Caractère non signé	
7-8	N – Comptage d'anomalie de CRC SHDSL modulo 65536	Entier non signé	
9	N – Comptage secondes avec défaut LOSW SHDSL modulo 256	Caractère non signé	
10	N – Comptage secondes UAS SHDSL modulo 256	Caractère non signé	
11 bit 7	N – Indication de débordement de compteur vers l'unité STU-C		0 = OK 1 = débordement
11 bit 6	N – Indication de réinitialisation de compteur vers l'unité STU-C		0 = OK 1 = réinitialisation
11 bit 5	N – Indication de débordement de compteur vers l'unité STU-R		0 = OK 1 = débordement

**Tableau 9-18/G.991.2 – Champ d'informations "statut des performances SHDSL du côté réseau" (N)**

N° d'octet	Contenu	Type de données	Référence
11 bit 4	N – Indication de réinitialisation de compteur vers l'unité STU-R		0 = OK 1 = réinitialisation
11 bits 3..0	N – Valeur de base de réduction de puissance (dB)	Caractère non signé	0..15
12 bit 7	N – Extension de réduction de puissance (dB)	Bit	0 → PBO = valeur de base + 0 dB 1 → PBO = valeur de base + 16 dB
12 bits 6..3	Réservé		
12 bits 2..0	Identificateur de boucle	Caractère non signé	1 = boucle 1 2 = boucle 2 3 = boucle 3 4 = boucle 4

**9.5.5.7.15 Statut de performances SHDSL du côté client – Identificateur de message n° 141**

Ce message fournit le statut des performances SHDSL du côté client. Des valeurs de défaut d'équipement seront utilisées pour indiquer les problèmes logiciels ou matériels affectant l'unité adressée. Les valeurs de défaut, prévues pour indiquer des résultats de diagnostics ou d'essais autonomes, sont définies par le fournisseur. Un défaut de continuité métallique sera utilisé pour indiquer des situations qui perturbent l'alimentation d'un arc, par exemple les circuits ouverts ou les courts-circuits. La définition du défaut de continuité métallique dépend du fournisseur.

Les bits 7 à 4 de l'octet 11 sont utilisés pour indiquer un débordement ou une réinitialisation pour un ou plusieurs compteurs modulaires. Les bits 7 et 5 indiqueront qu'un débordement s'est manifesté depuis la transmission de la dernière réponse de statut SHDSL du côté client. Si, par exemple, plus de 256 secondes erronées se sont manifestées entre deux réponses de statut SHDSL du côté client, ceci provoquera alors un débordement du compteur modulaire de secondes erronées. Les bits 6 et 4 seront utilisés pour indiquer qu'un ou plusieurs compteurs modulaires ont été réinitialisés pour une raison quelconque (par exemple, une mise sous tension du système ou une réinitialisation n'affectant pas le service). Les bits 7 et 6 seront mis à 0 après l'émission d'une réponse de statut SHDSL du côté client vers l'unité STU-C. Les bits 5 et 4 seront mis à 0 après l'émission d'une réponse de statut SHDSL du côté client vers l'unité STU-R.

**Tableau 9-19/G.991.2 – Champ d'informations "statut des performances SHDSL du côté client" (C)**

N° d'octet	Contenu	Type de données	Référence
1	Identificateur de message n° 141	Identificateur de message	
2 bit 7	Réservé		
bit 6	C – Statut de réduction de puissance	Bit	0 = défaut, 1 = sélectionné
bit 5	Défaut d'équipement	Bit	0 = OK, 1 = faute
bit 4	C – Défaut de continuité métallique	Bit	0 = OK, 1 = faute
bit 3	C – Alarme de marge du rapport S/B	Bit	0 = OK, 1 = alarme
bit 2	C – Alarme d'affaiblissement de boucle	Bit	0 = OK, 1 = alarme

**Tableau 9-19/G.991.2 – Champ d'informations "statut des performances SHDSL du côté client" (C)**

N° d'octet	Contenu	Type de données	Référence
bit 1	C – Alarme de défaillance LOSW SHDSL	Bit	0 = OK, 1 = alarme
bit 0	Réservé		Positionné sur 0
3	C – Marge du rapport S/B (dB) SHDSL	Caractère signé (127 = non disponible)	
4	C – Affaiblissement de boucle (dB) SHDSL	Caractère signé (128 = non disponible)	
5	C – Comptage secondes ES SHDSL modulo 256	Caractère non signé	
6	C – Comptage secondes SES SHDSL modulo 256	Caractère non signé	
7-8	C – Comptage d'anomalie de CRC SHDSL modulo 65536	Entier non signé	
9	C – Comptage secondes avec défaut LOSW SHDSL modulo 256	Caractère non signé	
10	C – Comptage secondes UAS SDHL modulo 256	Caractère non signé	
11 bit 7	C – Indication de débordement de compteur vers l'unité STU-C		0 = OK 1 = débordement
11 bit 6	C – Indication de réinitialisation de compteur vers l'unité STU-C		0 = OK 1 = réinitialisation
11 bit 5	C – Indication de débordement de compteur vers l'unité STU-R		0 = OK 1 = débordement
11 bit 4	C – Indication de réinitialisation de compteur vers l'unité STU-R		0 = OK 1 = réinitialisation
11 bits 3..0	C – Valeur de base de réduction de puissance (dB)	Caractère non signé	0..15
12 bit 7	C – Extension de réduction de puissance (dB)	Bit	0 → PBO = valeur de base + 0 dB 1 → PBO = valeur de base + 16 dB
12 bits 6..3	Réservé		
12 bits 2..0	Identificateur de boucle	Caractère non signé	1 = boucle 1 2 = boucle 2 3 = boucle 3 4 = boucle 4

### 9.5.5.7.16 Demande ou réponse de connexion ou de déconnexion de terminal virtuel – Identificateurs de message n° 6, 7 et 134

La gestion (établissement et libération) de sessions de terminal virtuel entre les unités utilise trois messages. Une unité peut demander une connexion mais doit attendre la réception d'une réponse de statut "connexion" avant d'utiliser cette connexion. La connexion restera établie jusqu'au moment où une demande de déconnexion est traitée ou jusqu'à l'écoulement d'une temporisation éventuelle. L'unité STU-C doit prendre en charge une session au moins. Les unités STU-R et SRU peuvent rester passives et ignorer la demande de connexion, ou répondre avec un statut "absence de connexion" si elles ne prennent pas en charge des écrans terminaux.

Le processus de connexion et de déconnexion est nécessaire pour traiter le cas où des messages de clavier sont reçus en provenance de plusieurs équipements. Une unité doit émettre la réponse "absence de connexion" si elle ne peut pas traiter une demande de connexion supplémentaire.

Le message de demande de connexion peut être émis pour provoquer un rafraîchissement de l'écran actuel. Le message "connexion" sera émis lorsqu'une demande de connexion est acceptée; il sera suivi de messages d'écran contenant l'écran actuel. Le premier écran sera émis s'il s'agit d'une nouvelle connexion. L'unité d'extrémité qui émet la demande de connexion (message 6) émettra la demande correspondante (message 7) pour mettre fin à la session de terminal virtuel. Une unité d'extrémité distante répondra par le statut "absence de connexion" de terminal virtuel (message 134) quand elle reçoit un message de clavier de l'unité d'extrémité proche qui met fin à une session de terminal virtuel. (L'extrémité proche peut ainsi savoir que l'extrémité distante a mis fin à la connexion.) Si l'unité d'extrémité distante a mis fin à la session de terminal et qu'un message de clavier est reçu, l'extrémité distante répondra par le message 134 "absence de connexion".

Pour tout caractère de clavier ayant une signification spéciale à l'extrémité proche (par exemple une commande d'échappement), il sera possible d'envoyer ce caractère de clavier à l'extrémité distante. (Ce mécanisme est analogue à la commande d'échappement CTRL-] utilisée dans les sessions TELNET. Dans une session TELNET, après une commande d'échappement vers le terminal local, on peut généralement émettre une commande "envoi d'une commande d'échappement" ou une commande similaire pour envoyer le caractère CTRL-] à l'extrémité distante.)

**Tableau 9-20/G.991.2 – Connexion de terminal virtuel**

N° d'octet	Contenu	Type de données	Référence
1	Identificateur de message n° 6 – Connexion de terminal virtuel	Identificateur de message	

**Tableau 9-21/G.991.2 – Déconnexion de terminal virtuel**

N° d'octet	Contenu	Type de données	Référence
1	Identificateur de message n° 7 – Déconnexion de terminal virtuel	Identificateur de message	

**Tableau 9-22/G.991.2 – Réponse de connexion de terminal virtuel**

N° d'octet	Contenu	Type de données	Référence
1	Identificateur de message n° 134 – Réponse de connexion de terminal virtuel	Identificateur de message	
2	Statut de connexion		1 = connecté, 0 = non connecté

#### 9.5.5.7.17 Message d'écran/message de clavier (identificateurs de message n° 8 et 136)

Les messages d'écran et de clavier sont émis uniquement sur une connexion active entre unités. Les messages de clavier contiendront de 1 à 8 octets de données. La mise en file d'attente des entrées clavier du client peut affecter les temps de réponse perçus par l'utilisateur et doit être traitée avec soin. Les messages d'écran contiendront de 1 à 24 octets de données dont le format est défini par le fournisseur. Se référer au § 9.5.6 pour plus d'informations concernant les messages d'écran ou de clavier.

**Tableau 9-23/G.991.2 – Champ d'informations "clavier"**

N° d'octet	Contenu	Type de données	Référence
1	Identificateur de message n° 8 – Clavier	Identificateur de message	
Octet 2.. (L + 1)	Caractère(s) ASCII et séquences d'échappement	Tableau de caractères	

**Tableau 9-24/G.991.2 – Champ d'informations "écran"**

N° d'octet	Contenu	Type de données	Référence
1	Identificateur de message n° 136 – Ecran	Identificateur de message	
Octet 2.. (L + 1)	Caractères ASCII et séquences d'échappement	Tableau de caractères	

#### 9.5.5.7.18 Demande de maintenance "rebouclage système": identificateur de message n° 9

Le message "demande de maintenance – rebouclage système" contient des commandes de rebouclage pour tous les éléments situés sur l'arc. Le Tableau 9-25 indique le contenu du message "demande de maintenance – rebouclage système". Ce message contiendra une adresse de destination de diffusion lorsqu'il est émis par l'unité STU-C. Lorsqu'il est émis de manière optionnelle par l'unité STU-R, il possédera comme adresse de destination l'adresse de l'unité STU-C. Lorsqu'elles reçoivent ce message, les unités SRU et STU se comporteront comme indiqué par le champ de commande et répondront à l'émetteur au moyen du message "statut de maintenance". Il convient de noter que les unités SRU sont numérotées de manière consécutive en commençant par celle qui est la plus proche de l'unité STU-C. Le numéro de chaque unité SRU sera égal à son adresse de canal EOC du côté réseau diminuée de deux. Comme les adresses de canal EOC du côté réseau doivent être connues, l'unité STU-R n'utilisera pas le message de rebouclage système si l'unité STU-C n'est pas active. Lorsqu'elle souhaite invoquer un rebouclage alors que l'unité STU-C n'est pas active, l'unité STU-R doit utiliser le message "demande de maintenance – rebouclage d'élément" (les messages de demande de maintenance peuvent également être utilisés par les unités STU pour effectuer une interrogation du statut actuel de rebouclage avec utilisation des fanions de "bit non modifié").

**Tableau 9-25/G.991.2 – Champ d'informations demande de maintenance  
"rebouclage système"**

N° d'octet	Contenu	Type de données	Référence
1	Identificateur de message n° 9 – Demande de maintenance "rebouclage système"		
2	Commandes de rebouclage STU-C	Fanions de bit	Tableau 9-26
3	Commandes de rebouclage STU-R	Fanions de bit	Tableau 9-26
4	Commandes de rebouclage SRU n° 1	Fanions de bit	Tableau 9-26
5	Commandes de rebouclage SRU n° 2	Fanions de bit	Tableau 9-26
6	Commandes de rebouclage SRU n° 3	Fanions de bit	Tableau 9-26
7	Commandes de rebouclage SRU n° 4	Fanions de bit	Tableau 9-26
8	Commandes de rebouclage SRU n° 5	Fanions de bit	Tableau 9-26
9	Commandes de rebouclage SRU n° 6	Fanions de bit	Tableau 9-26
10	Commandes de rebouclage SRU n° 7	Fanions de bit	Tableau 9-26
11	Commandes de rebouclage SRU n° 8	Fanions de bit	Tableau 9-26

**Tableau 9-26/G.991.2 – Définitions des fanions de bit de commande de rebouclage**

Positions de bit	Définition
Bit 7	Réservé
Bit 6	Remise à zéro de tous les états de maintenance (y compris ceux propres au fournisseur)
Bit 5	Initier un rebouclage spécial
Bit 4	Mettre fin à un rebouclage spécial
Bit 3	Initier un rebouclage en direction du réseau
Bit 2	Initier un rebouclage en direction du client
Bit 1	Mettre fin à un rebouclage en direction du réseau
Bit 0	Mettre fin à un rebouclage en direction du client

NOTE – Un bit positionné sur 1 signifie que l'action doit être effectuée; un bit positionné sur 0 signifie l'absence d'action, mais un compte rendu du statut actuel doit être fourni.

#### **9.5.5.7.19 Demande de maintenance "rebouclage d'élément": identificateur de message n° 10**

Le message "demande de maintenance – rebouclage d'élément" contient des commandes de rebouclage pour un élément individuel. Le Tableau 9-27 indique le contenu de ce message. Ce message contient une adresse de destination d'une unité individuelle conforme aux adresses de flux de données décrites au § 9.5.2. Lorsqu'elle reçoit le message de rebouclage d'élément, l'unité adressée effectuera les commandes de rebouclage et renverra un message "réponse de statut de maintenance".

**Tableau 9-27/G.991.2 – Champ d'informations "demande de maintenance – Rebouclage d'élément"**

N° d'octet	Contenu	Type de données	Référence
1	Identificateur de message n° 10 – Demande de maintenance	Identificateur de message	
2	Commandes de rebouclage	Fanions de bit	Tableau 9-26

**9.5.5.7.20 Réponse de statut de maintenance – Identificateur de message n° 137**

Le statut de maintenance est émis en réponse aux messages "demande de maintenance – rebouclage système", "demande de maintenance – rebouclage d'élément", "demande de statut" et "demande de statut complet". Le "rebouclage spécial" défini pour l'unité STU-R est un rebouclage de l'unité de terminaison de maintenance (MTU, *maintenance termination unit*); il n'est pas défini pour d'autres unités.

**Tableau 9-28/G.991.2 – Champ d'informations "statut de maintenance"**

N° d'octet	Contenu	Type de données	Référence
1	Identificateur de message n° 137 – Statut de maintenance du rebouclage	Identificateur de message	
2 bit 7	Statut de la temporisation de rebouclage	Bit	0 = non modifié, 1 = modifié
2 bit 6	Etat de maintenance fournisseur actif	Bit	0 = hors service, 1 = en service
2 bit 5	Rebouclage spécial actif	Bit	0 = hors service, 1 = en service
2 bit 4	Rebouclage actif vers l'unité STU-R	Bit	0 = hors service, 1 = en service
2 bit 3	Rebouclage actif vers l'unité STU-C	Bit	0 = hors service, 1 = en service
2 bit 2	Alimentation de l'unité locale ou par l'arc	Bit	0 = alim. par l'arc 1 = alim. locale
2 bit 1	Inversion des conducteurs pointe/nuque du côté client	Bit	0 = normale 1 = inversée
2 bit 0	Inversion des conducteurs pointe/nuque du côté réseau	Bit	0 = normale 1 = inversée

**9.5.5.7.21 Redémarrage en douceur/réduction de puissance – Identificateur de message n° 15**

Ce message a pour objet de faire basculer un récepteur entre le mode de réduction de puissance par défaut et le mode sélectionné. La réduction de puissance sera positionnée sur la valeur par défaut si ce mode est sélectionné. Dans le cas d'un autre mode, la réduction de puissance sera sélectionnée au moyen d'une négociation G.994.1. Le récepteur doit être réactivé avant qu'une modification du mode de réduction de puissance prenne effet. La demande de redémarrage en douceur conduira l'unité réceptrice à mettre fin à la connexion SHDSL correspondante et à passer dans l'état "exception" (Figure 6-7). La connexion restera établie, sauf si le bit "redémarrage en douceur" est positionné dans ce message. L'unité réceptrice attendra une durée de  $5 \pm 1$  s avant de mettre fin à la connexion SHDSL.

Ce message véhicule la commande de positionnement du mode de réduction de puissance. Le mode de réduction de puissance reçu dans ce message sera conservé tant que l'unité reste alimentée. La sauvegarde du mode de réduction de puissance dans une mémoire non volatile est optionnelle. Il convient de noter que la configuration du mode de réduction de puissance s'applique au récepteur, ce qui signifie que le récepteur demande un masque de densité PSD en se fondant sur la puissance reçue et sur son mode de réduction de puissance.

**Tableau 9-29/G.991.2 – Champ d'informations "redémarrage en douceur"**

N° d'octet	Contenu	Type de données	Référence
1	Identificateur de message n° 15 – Redémarrage en douceur/réduction de puissance	Identificateur de message	
2 bits 7..2	Réservé		
2 bit 1	Positionnement de la réduction de puissance du côté réseau	Bit	0 = défaut 1 = sélectionné
2 bit 0	Redémarrage en douceur du côté réseau (après 5 s)	Bit	0 = sans redémarrage 1 = avec redémarrage
3 bits 7..2	Réservé		
3 bit 1	Positionnement de la réduction de puissance du côté client	Bit	0 = défaut 1 = sélectionné
3 bit 0	Redémarrage en douceur du côté client (après 5 s)	Bit	0 = sans redémarrage 1 = avec redémarrage

#### 9.5.5.7.22 Messages de gestion de segment (identificateurs de message n° 64-88 et 192-216)

Un certain nombre d'identificateurs de message est réservé pour la gestion du segment (par exemple, la mise à jour continue du précodeur).

#### 9.5.5.7.23 Messages propres au fournisseur (identificateurs de message n° 112-119 et 240-247)

Un certain nombre d'identificateurs de message est réservé pour des messages propres au fournisseur. L'unité STU a la charge d'adresser les messages propres au fournisseur vers la destination adéquate. Une unité SRU traitera ou transférera un message propre au fournisseur. Un message propre au fournisseur ne fera pas l'objet d'une diffusion.

#### 9.5.5.7.24 Message externe propre au fournisseur (identificateur de message n° 120)

La prise en charge de ports de données externes est optionnelle. La présente Recommandation ne spécifie pas d'interface pour ce type de port. Une unité STU ignorera tous les messages externes propres au fournisseur si elle ne possède pas de port de données externes.

**Tableau 9-30/G.991.2 – Champ d'informations "externe"**

N° d'octet	Contenu	Type de données	Référence
1	Identificateur de message n° 120 – Externe	Identificateur de message	
2	Numéro de port logique	Caractère non signé	
3.. (N + 2)	Données de message externe (N octets)		

#### 9.5.5.7.25 Message G.997.1 externe (identificateur de message n° 121)

La prise en charge de la messagerie externe de la Rec. UIT-T G.997.1 [3] est optionnelle. L'interface pour les messages G.997.1 est en dehors du domaine d'application de la présente Recommandation. Une unité STU ignorera ces messages si elle ne possède pas une interface de messagerie G.997.1.

Le numéro de port logique FF<sub>16</sub> est réservé pour indiquer le transport de paquets SNMP, comme indiqué au § 6.4/G.997.1. Les paquets SNMP peuvent être transmis au moyen d'un ou de plusieurs de ces messages.

**Tableau 9-31/G.991.2 – Champ d'informations "G.997.1 externe"**

N° d'octet	Contenu	Type de données	Référence
1	Identificateur de message n° 121	Identificateur de message	
2	Numéro de port logique	Caractère non signé	
3.. (N + 2)	Données de message externe G.997.1 (N octets)		

#### 9.5.5.7.26 Message "impossibilité de se conformer – générique" (UTC) (identificateur de message n° 144)

Le message UTC générique doit être renvoyé à l'unité source lorsque l'unité destinataire n'est pas en mesure de satisfaire la demande. La définition de l'impossibilité UTC dépend du fournisseur dans ce cas. Il convient de noter qu'il n'est pas prévu que ce message remplace le bit UTC dans ceux des messages qui contiennent un tel bit.

**Tableau 9-32/G.991.2 – Champ d'informations "impossibilité de se conformer – générique" (UTC)**

N° d'octet	Contenu	Type de données	Référence
1	Identificateur de message n° 144 – Impossibilité de se conformer, générique	Identificateur de message	
2	Identificateur de message du message de demande	Caractère non signé	

#### 9.5.5.7.27 Demande de mappage – Identificateur de message n° 23

Le message de demande de mappage sert à déterminer le mappage entre le numéro de paire (ou de boucle) physique étiqueté sur l'équipement et le nombre ordinal correspondant à la paire de fils (ou boucle) logique (§ 7.2.1.5). Bien que ce mappage soit propre au fournisseur, l'information susmentionnée est utile pour le dépannage des circuits. La réponse à cette demande sera l'identificateur de message n° 151.

**Tableau 9-32a/G.991.2 – Champ "Information de demande de mappage"**

N° d'octet	Contenu	Type de données	Référence
1	23	Identificateur de message	

### 9.5.5.7.28 Réponse à une demande de mappage – Identificateur de message n° 151

La réponse à une demande de mappage est envoyée suite à un message de demande de mappage (identificateur de message n° 23). Elle permet de déterminer le mappage entre le numéro de paire (ou de boucle) physique et le nombre ordinal correspondant à la paire (ou boucle) logique. Le numéro de paire physique est le numéro étiqueté à l'extérieur de l'équipement. Le numéro de paire logique est déterminé à partir des bits 4145 et 4146 de la trame d'activation du dispositif STU-R comme spécifié au § 7.2.1.5. Le numéro de paire physique se compose de deux octets, le premier étant l'octet de poids fort et le second l'octet de poids faible. Ainsi, si le nombre à 16 bits des octets 3/4 contient la valeur 4, la paire de fils logique définie au § 7.2.1.5 est véhiculée par la paire physique de l'équipement étiquetée 4. Si l'unité qui répond est un répéteur, l'information de réponse à une demande de mappage pour le côté réseau du répéteur sera envoyée en premier avec le bit 3 de l'octet 2 mis à zéro, suivi immédiatement de l'information de réponse à une demande de mappage pour le côté client du répéteur, le bit 3 de l'octet 2 étant mis à un.

**Tableau 9-32b/G.991.2 – Champ "Information de réponse à une demande de mappage"**

N° d'octet	Contenu	Type de données	Référence
1	151	Identificateur de message	
2 bit 7	Côté réponse	Bit	0 = information côté réseau, 1 = information côté client
2 bits 6-3	Réservé		
2 bits 2-0	Nombre de paires de fils, $M$	Non signé	1 = 1 paire, 2 = 2 paires, 3 = 3 paires, 4 = 4 paires
3-4	Numéro de paire physique correspondant à la paire de fils logique 1 (§ 7.2.1.5)	Caractère non signé	
5-6	Numéro de paire physique correspondant à la paire de fils logique 2 (§ 7.2.1.5)	Caractère non signé	
	.	.	
	.	.	
	.	.	
$2 \times M + 1 -$ $2 \times M + 2$	Numéro de paire physique correspondant à la paire de fils logique $M$ (§ 7.2.1.5)	Caractère non signé	

### 9.5.6 Exemples de fonctions de commande de terminal virtuel

Le Tableau 9-33 fournit, à titre d'information, des exemples de certaines séquences usuelles d'échappement ANSI X3.4-1986 (R1997) [B3].

**Tableau 9-33/G.991.2 – Exemples de fonctions de commande ANSI X3.4-1986 (R1997)**

Description	Format	Commentaires
Effacement complet de l'écran (ED)	ESC [ 2 J	
Positionnement du curseur (CUP)	ESC [ RR;CCH	(Note)
Positionnement du curseur (en colonne 1)	ESC [ RRH	Sous-ensemble du positionnement du curseur
Curseur en début d'écran	ESC [ H	Sous-ensemble du positionnement du curseur

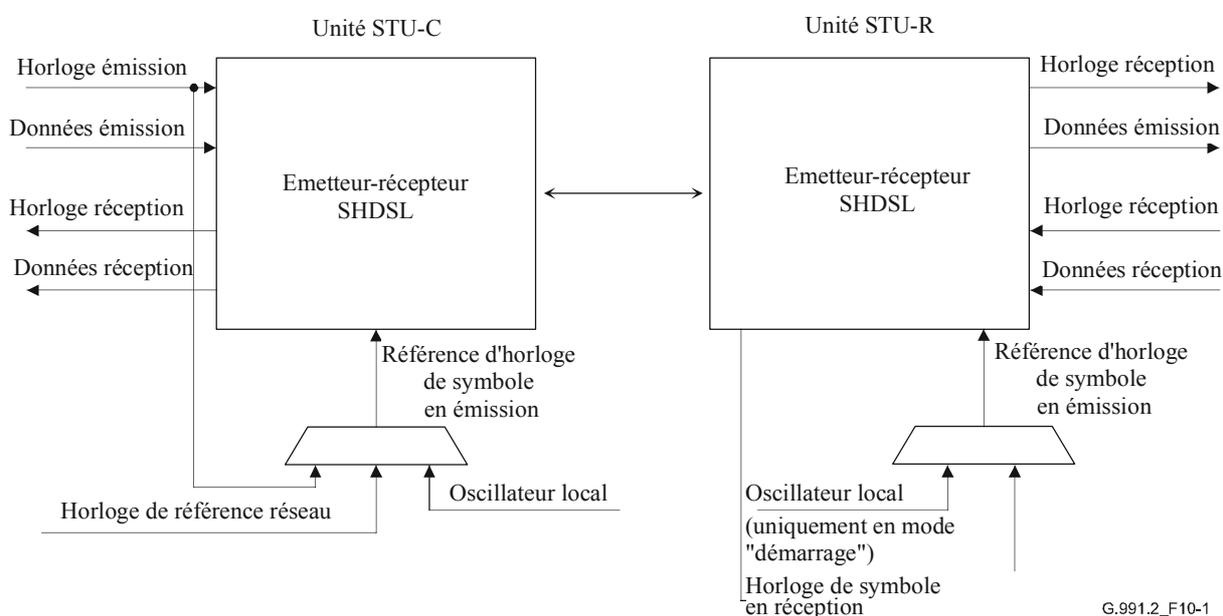
NOTE – La valeur du code ESC est égale à  $1B_{16}$ . RR représente le rang de la ligne et CC le rang de la colonne, exprimés sous la forme de chiffres ASCII. Le codage de la ligne 4 et de la colonne 12 sera, par exemple, égal à ESC [ 4;12H. Ce codage équivaut à la séquence hexadécimale  $1B_{16} 5B_{16} 34_{16} 3B_{16} 31_{16} 32_{16} 48_{16}$ . Le numérotage de l'écran commence en ligne 1 et colonne 1.

## 10 Architecture d'horloge

### 10.1 Architecture d'horloge de référence

Une ligne SHDSL doit utiliser une architecture d'horloge souple en raison de la multiplicité des applications et des débits binaires variables. Les horloges de symbole des unités STU-C et STU-R sont décrites sous la forme de leurs références de synchronisation autorisées.

La configuration SHDSL de référence assure la souplesse permettant de fournir une référence d'horloge de symbole à partir des sources indiquées par la Figure 10-1. Cette figure représente les options de référence d'horloge dans le contexte d'un modèle de référence SHDSL simplifié. Le Tableau 10-1 donne la liste normative des configurations de synchronisation ainsi que des exemples d'application.



**Figure 10-1/G.991.2 – Architecture de l'horloge de référence**

**Tableau 10-1/G.991.2 – Configurations de synchronisation d'horloge**

<b>N° de mode</b>	<b>Référence d'horloge de symbole STU-C</b>	<b>Référence d'horloge de symbole STU-R</b>	<b>Exemple d'application</b>	<b>Mode</b>
1	Oscillateur local	Horloge de symbole en réception	Ligne HDSL "classique"	Plésiochrone
2	Horloge de référence réseau	Horloge de symbole en réception	Ligne HDSL "classique" avec référence d'horloge incorporée	Plésiochrone avec référence d'horloge
3a	Horloge de données en émission ou horloge de référence réseau	Horloge de symbole en réception	L'application principale est le transport synchrone dans les deux directions	Synchrone
3b	Horloge de données en émission	Horloge de symbole en réception	Transport aval synchrone et insertion de bit amont possibles	Hybride: aval: synchrone amont: plésiochrone

## **10.2 Précision de l'horloge**

L'horloge de symbole en émission de tout équipement SHDSL en mode "données" aura une précision minimale de  $\pm 32$  ppm par rapport à la fréquence nominale pour tous les débits de données. L'unité STU-C assurera une précision de  $\pm 32$  ppm pour son horloge de symbole en émission; la tolérance sur la précision de l'horloge de symbole en émission de l'unité STU-R peut aller jusqu'à  $\pm 100$  ppm.

## **10.3 Définition des sources d'horloge**

Les définitions suivantes s'appliqueront pour les sources d'horloge représentées par la Figure 10-1.

### **10.3.1 référence d'horloge en émission**

Horloge de référence à partir de laquelle est déduite l'horloge de symbole en émission utilisée à un instant donné (c'est-à-dire, servant à synchroniser l'horloge de symbole en émission de l'unité STU).

### **10.3.2 oscillateur local**

Horloge générée à partir d'un oscillateur à cristal local autonome.

### **10.3.3 horloge de référence réseau**

Horloge de référence primaire obtenue à partir du réseau.

### **10.3.4 horloge de données en émission**

Horloge en synchronisme avec les données émises sur l'interface application.

### **10.3.5 horloge de symbole en réception**

Horloge en synchronisme avec les symboles aval reçus au niveau de l'interface de ligne SHDSL, utilisée par l'unité STU-R comme référence d'horloge en émission.

### **10.3.6 horloge en réception**

Horloge en synchronisme avec les données reçues au niveau de l'interface application.

## 10.4 Synchronisation avec les sources d'horloges

Il est possible, dans le mode synchrone, de synchroniser l'unité STU-C avec l'horloge de données en émission ou avec une horloge de référence réseau. L'horloge de données en émission doit être synchronisée sur l'horloge de référence réseau si cette dernière est utilisée. (Les divers débits de données en émission sont indépendants de la fréquence de l'horloge de référence.)

Lorsqu'elle est disponible, l'horloge de référence réseau fournira, soit une horloge réseau fondamentale à 8 kHz, soit une horloge de référence dérivée multiple de 8 kHz. Les fréquences de telles horloges de référence sont en général égales à 1544 MHz ou à 2048 MHz, mais d'autres fréquences, par exemple de 64 kHz, peuvent être disponibles pour certaines applications. Ces horloges conjointes contiennent des signaux d'horloge implicites à 8 kHz<sup>1</sup>. Le choix d'une fréquence dérivée pour l'horloge réseau de référence dépendra de l'application.

## 11 Caractéristiques électriques

Le présent paragraphe spécifie des essais de conformité pour les équipements SHDSL. Ces essais effectués hors service permettent de vérifier les caractéristiques électriques des interfaces métalliques de la ligne SHDSL.

### 11.1 Symétrie longitudinale

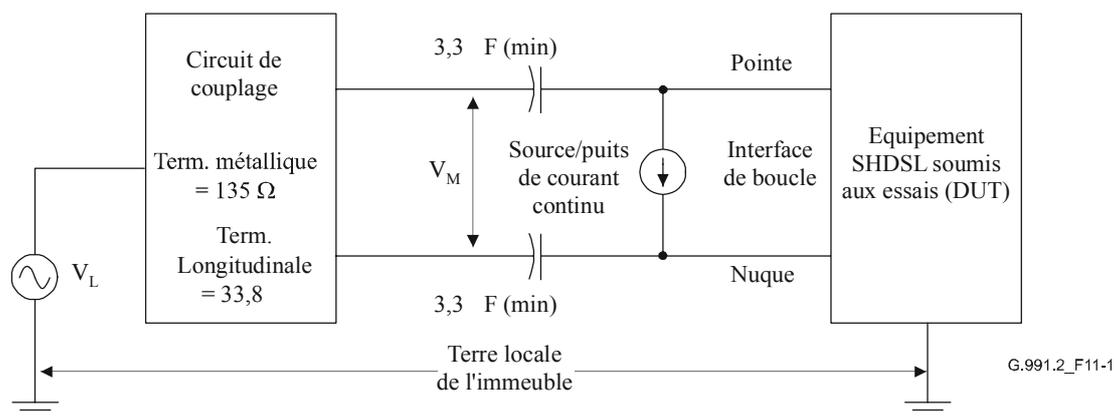
La symétrie longitudinale ou affaiblissement de conversion longitudinale (LCL, *longitudinal conversion loss*) est un facteur de qualité qui décrit le couplage entre la composante longitudinale  $V_L$  du signal (mode commun) et la composante métallique  $V_M$  (mode normal). Ce terme est équivalent au taux d'affaiblissement du mode commun (CMRR, *common mode rejection ratio*) utilisé communément; il est défini comme suit:

$$\text{symétrie longitudinale (dB)} = 20 \log \left| \frac{V_L}{V_M} \right|$$

La symétrie longitudinale au niveau de l'interface de la boucle SHDSL sera mesurée en utilisant un circuit de couplage avec une terminaison métallique de  $135 \Omega$  et une terminaison longitudinale de  $33,8 \Omega$  (Figure 11-1). L'Appendice I donne des exemples de circuits de couplage. Cet essai s'effectuera avec l'émetteur de l'équipement DUT hors service (mode silencieux) et avec les ensembles de circuits d'alimentation de l'arc (dans les unités CO ou RT) activés par une source ou un puits de courant continu externe. Les prescriptions d'alimentation active peuvent être omises dans le cas de systèmes avec alimentation locale.

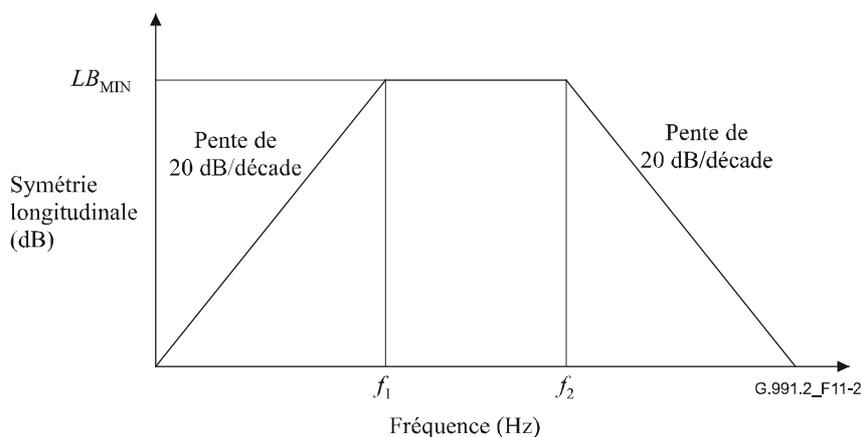
---

<sup>1</sup> Il existe une relation fixe entre la trame SHDSL à 6 ms pour le transport synchrone de données et l'horloge réseau à 8 kHz. Chaque trame SHDSL contient  $48(1 + i + n \times 8)$  bits ( $i = 0 \dots 7$  et  $n = 3 \dots 36$ , ou de manière optionnelle,  $n = 37 \dots 89$ , comme décrit à l'Annexe F). Cette relation peut être calculée pour les valeurs suivantes:  $T = 6 \text{ ms}/48 = 125 \mu\text{s}$  et  $f = 1/T = 8 \text{ kHz}$ . Un signal d'horloge à 8 kHz peut être déduit de la trame synchrone à 6 ms au niveau de l'unité STU-R.



**Figure 11-1/G.991.2 – Mesure de la symétrie longitudinale**

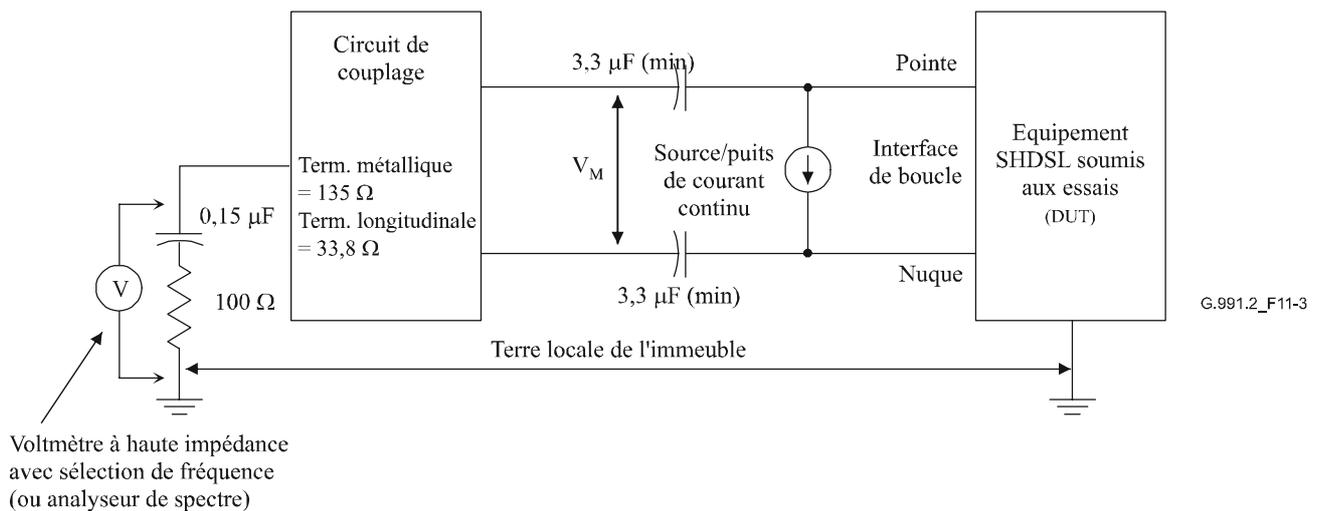
Les valeurs mesurées pour la symétrie au niveau de l'interface de la boucle SHDSL seront situées au-dessus du masque de limite spécifié par la Figure 11-2. Les valeurs des paramètres de cette figure sont propres à la région; leurs spécifications sont données aux § A.5.4 et § B.5.4. Le circuit d'essai longitudinal sera étalonné de façon que, lorsque l'équipement soumis aux essais est remplacé par une résistance de 135 Ω (placée entre les fils de nuque et de pointe) et que la source de courant continu est déconnectée, la mesure de la symétrie longitudinale fournit une valeur située au moins à 20 dB au-dessus du masque de limite. Les mesures de symétrie longitudinale se feront dans la gamme de fréquences de 20 kHz à 2 MHz.



**Figure 11-2/G.991.2 – Masque de limite de symétrie longitudinale**

## 11.2 Tension de sortie longitudinale

Les mesures de tension de sortie longitudinale au niveau de l'interface de la boucle SHDSL s'effectueront en utilisant un circuit de couplage avec une terminaison métallique de 135 Ω et une terminaison longitudinale de 33,8 Ω comme indiqué par la Figure 11-3. L'Appendice I donne des exemples de circuits de couplage. Ces essais se feront avec un émetteur actif (transmettant des données aléatoires) et avec les circuits d'alimentation de l'arc (dans les unités CO ou RT) activés par une source ou un puits adéquat de courant continu externe. Les prescriptions d'alimentation active peuvent être omises dans le cas de systèmes avec alimentation locale.



134s4

**Figure 11-3/G.991.2 – Mesures de tension de sortie longitudinale**

Les valeurs mesurées pour la tension rms de sortie longitudinale au niveau de l'interface de la boucle SHDSL seront inférieures à  $-50$  dBV pour toute bande de fréquences de 4 kHz moyennée sur des périodes d'une seconde. La gamme des fréquences de mesure, propre à la région, est indiquée aux § A.5.5 et § B.5.5.

### 11.3 Affaiblissement d'adaptation

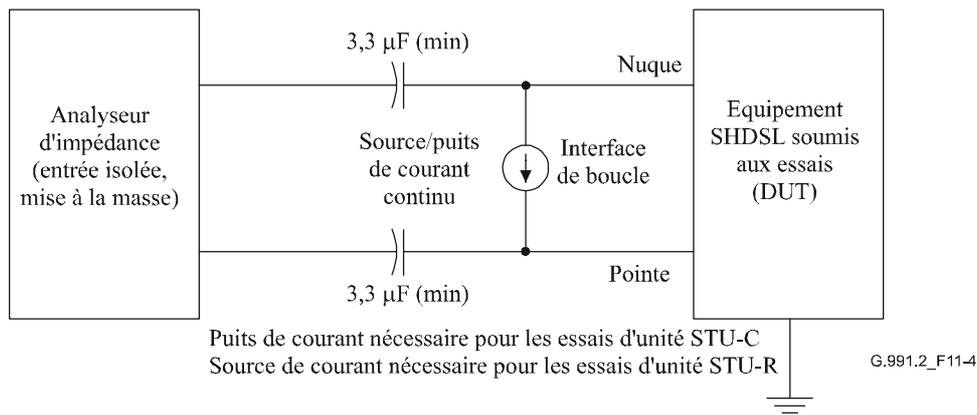
Ces essais mesurent l'affaiblissement d'adaptation au niveau de l'interface de la boucle SHDSL sur une impédance (de ligne) de référence égale à  $135 \Omega$ . L'affaiblissement d'adaptation est en général utilisé, dans des applications SHDSL, comme mesure de la divergence de l'impédance de terminaison (déviations en amplitude et en phase par rapport à la valeur de l'impédance de référence). Il est nécessaire d'imposer des limites pour l'affaiblissement d'adaptation afin d'éviter des disparités importantes de terminaison entre des équipements de fournisseur conformes. Les mesures d'affaiblissement d'adaptation peuvent se faire directement au moyen d'un analyseur d'impédance ou indirectement par la mesure d'une tension de sortie sur un circuit de pont. Il est nécessaire, dans les deux cas, de prendre des précautions pour éviter des erreurs de mesure résultant de couplages galvaniques intempestifs entre la terre commune des équipements de mesure et l'alimentation de l'équipement DUT. Lorsque les mesures sont faites pour des configurations avec alimentation par l'arc, il est en outre nécessaire d'assurer une isolation galvanique de l'interface de boucle afin d'éviter que la tension continue élevée de l'alimentation n'endommage les équipements d'essai. L'affaiblissement d'adaptation est défini comme suit lorsque les mesures sont effectuées au moyen d'un analyseur d'impédance:

$$\text{Affaiblissement d'adaptation (f)} = 20 \log \left| \frac{Z_{TEST}(f) + Z_{REF}}{Z_{TEST}(f) - Z_{REF}} \right|$$

où:

$Z_{TEST}(f)$  étant l'impédance complexe mesurée à la fréquence  $f$  au niveau de l'interface de boucle de l'équipement DUT

$Z_{REF}$  l'impédance de référence ( $135 \Omega$ )

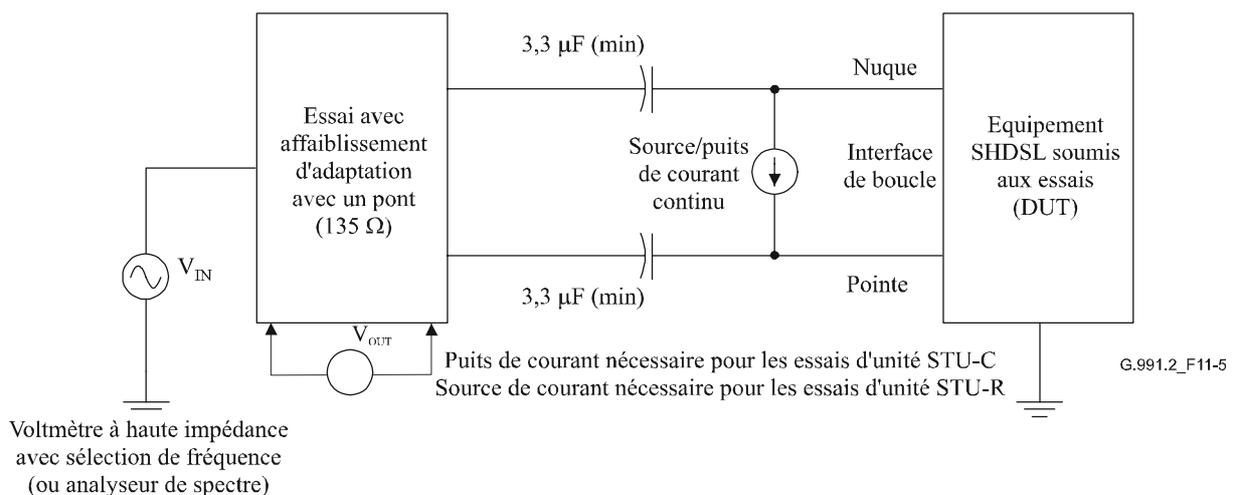


**Figure 11-4/G.991.2 – Méthode d'essai d'affaiblissement d'adaptation avec un analyseur d'impédance**

L'affaiblissement d'adaptation est défini comme suit lorsque les mesures s'effectuent au moyen d'un pont d'essai:

$$\text{Affaiblissement d'adaptation } (f) = 20 \log \left| \frac{V_{IN}(f)}{V_{OUT}(f)} \right|$$

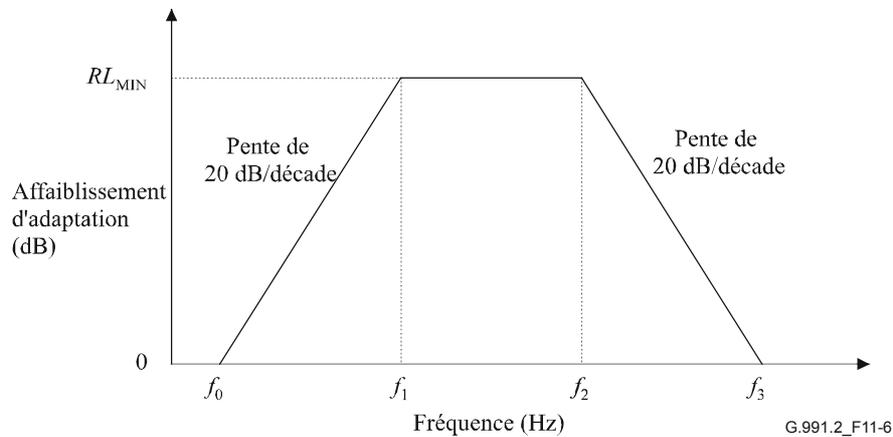
L'Appendice I donne des exemples de pont d'essai pour l'affaiblissement d'adaptation.



**Figure 11-5/G.991.2 – Méthode d'essai avec affaiblissement d'adaptation avec un pont**

Les essais d'affaiblissement d'adaptation s'effectueront avec l'émetteur de l'équipement DUT hors service (mode silencieux). L'équipement DUT peut, en fonction de l'application souhaitée, faire l'objet d'essai avec une alimentation par l'arc ou une alimentation locale. Dans le cas d'applications avec alimentation par l'arc, si l'équipement DUT est une unité STU-C, les essais seront effectués avec l'alimentation activée sur l'arc et avec un puits de courant continu adéquat (présentant une impédance élevée en courant alternatif) raccordé au circuit d'essai. Si l'équipement DUT est une unité STU-R, les essais seront alors effectués avec une tension continue appliquée au niveau de l'interface de boucle (fils de pointe et de nuque) par une source de tension continue à travers une impédance de blocage du courant alternatif. Il convient de noter que la source ou le puits de courant continu doit présenter, aux fréquences du signal, une impédance élevée par rapport à la terre commune.

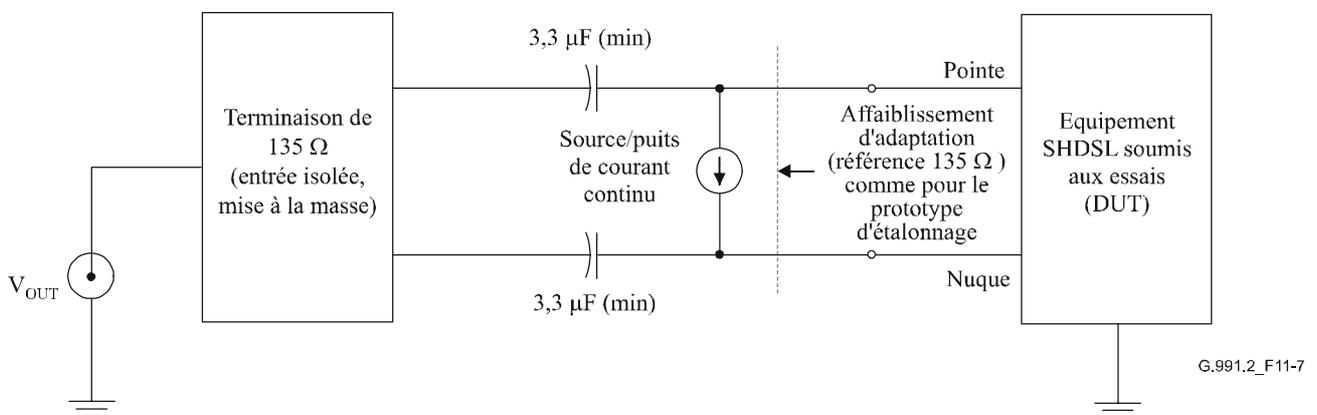
L'impédance nominale sera égale à  $135 \Omega$  au niveau du point d'excitation de l'interface de la boucle SHDSL. La mesure de l'affaiblissement d'adaptation se fera en utilisant la méthode avec analyseur de la Figure 11-4 ou la méthode avec pont de la Figure 11-5. Les valeurs mesurées pour l'affaiblissement d'adaptation sur une impédance de  $135 \Omega$  se situeront au-dessus du masque de limite spécifié par la Figure 11-6. Les valeurs des paramètres sont propres à la région; leurs spécifications sont données aux § A.5.2 et § B.5.2. Les mesures d'affaiblissement d'adaptation de l'interface de boucle se feront dans la gamme de fréquences de 1 kHz à 2 MHz.



**Figure 11-6/G.991.2 – Masque de limite d'affaiblissement d'adaptation**

#### 11.4 Essais de puissance émise

La puissance moyenne totale émise peut, en fonction de l'application souhaitée pour l'équipement DUT, faire l'objet d'essai avec une alimentation par l'arc ou une alimentation locale. Dans le cas d'applications avec alimentation par l'arc, si l'équipement DUT est une unité STU-C, les essais se feront alors avec l'alimentation activée sur l'arc et avec un raccordement sur un puits de courant continu adéquat (possédant une impédance alternative élevée). Si l'équipement DUT est une unité STU-R, les essais s'effectueront alors en appliquant une tension continue au niveau de l'interface de boucle (fils de pointe et de nuque) par une source externe à travers une impédance de blocage du courant alternatif. Le circuit d'essai doit comporter une possibilité d'alimentation en courant continu et, éventuellement, un transformateur d'isolation pour l'instrumentation de mesure. Il convient de noter que la source ou le puits de courant continu doit présenter une impédance élevée avec la terre commune, aux fréquences du signal.



**Figure 11-7/G.991.2 – Dispositif de mesure de la puissance PSD totale**

### 11.4.1 Circuit d'essai

Le circuit d'essai doit comporter une possibilité d'alimentation en courant continu et éventuellement un transformateur d'isolation pour l'instrumentation de mesure. L'isolation des entrées de l'instrumentation par un transformateur évite les erreurs de mesure provenant de couplages galvaniques intempestifs entre la terre commune de l'instrumentation et les circuits d'alimentation de l'équipement DUT. Lorsque l'impédance du point d'excitation du circuit d'essai satisfait aux prescriptions d'étalonnage définies au § 11.4.2, le circuit d'essai n'introduira pas d'erreur supérieure à  $\pm 0,25$  dB par rapport à une charge d'essai idéale de  $135 \Omega$ . L'Appendice I donne un exemple de circuit d'essai. Il convient de noter que le même circuit peut être utilisé pour la mesure de la puissance totale et de la densité PSD émises.

### 11.4.2 Etalonnage du circuit d'essai

L'impédance nominale du circuit d'essai au niveau du point d'excitation sera égale à  $135 \Omega$ . Les valeurs minimales de l'affaiblissement d'adaptation sur une impédance de  $135 \Omega$  dans la bande de fréquences de 3 kHz à 3 MHz seront égales à 35 dB entre 10 kHz et 500 kHz, avec une pente de 20 dB/décade au-dessous et au-dessus de ces fréquences de coupure.

NOTE – La valeur de 35 dB pour l'affaiblissement d'adaptation sur une impédance nominale de  $135 \Omega$  tiendra compte d'une erreur de mesure de  $\pm 0,20$  dB.

### 11.4.3 Prescriptions relatives à la puissance totale émise

La mesure de la puissance moyenne émise par l'unité STU-C se fera en émettant de manière continue un signal  $S_c$  (§ 6.2.2.2) ou un signal  $Data_c$  (§ 6.2.2.7). Si  $Data_c$  est utilisé, la puissance totale mesurée avec une impédance de  $135 \Omega$  sera comprise dans la gamme ( $P_{SHDSL} \pm 0,5$  dB) comme spécifié aux § A.4 et B.4. Si  $S_c$  est utilisé, la puissance totale mesurée avec une impédance de  $135 \Omega$  sera comprise dans la gamme ( $P_{SHDSL} - 0,2$  dB  $\pm 0,5$  dB). La mesure de la puissance moyenne émise par l'unité STU-R se fera en émettant de manière continue un signal  $S_r$  (§ 6.2.2.3) ou un signal  $Data_r$  (§ 6.2.2.7). Si  $Data_r$  est utilisé, la puissance totale mesurée avec une impédance de  $135 \Omega$  sera comprise dans la gamme ( $P_{SHDSL} \pm 0,5$  dB) comme spécifié aux § A.4 et B.4. Si  $S_r$  est utilisé, la puissance totale mesurée avec une impédance de  $135 \Omega$  sera comprise dans la gamme ( $P_{SHDSL} - 0,2$  dB  $\pm 0,5$  dB). Du fait de la définition de la constellation 2-PAM, la puissance mesurée dans le mode "activation" sera inférieure de 0,2 dB à la puissance émise dans le mode "données" associé.

La mesure de la densité spectrale de la puissance émise par l'unité STU-C se fera en émettant de manière continue un signal  $S_c$  (§ 6.2.2.2) ou un signal  $Data_c$  (§ 6.2.2.7). La mesure de la densité spectrale de la puissance émise par l'unité STU-R se fera en émettant de manière continue un signal  $S_r$  (§ 6.2.2.3) ou un signal  $Data_r$  (§ 6.2.2.7). Si  $Data_c$  ou  $Data_r$  est utilisé, la densité PSD d'émission mesurée sur  $135 \Omega$  restera inférieure au masque  $PSDMask(f)$  correspondant indiqué aux § A.4 et § B.4. Si  $S_c$  ou  $S_r$  est utilisé, la densité PSD d'émission mesurée sur  $135 \Omega$  restera inférieure au masque  $PSDMask(f)$  correspondant indiqué aux § A.4 et § B.4, avec une réduction de 0,2 dB dans la bande passante (masque  $PSDMask(f)$  avec une réduction de puissance accrue de 0,2 dB).

#### 11.4.3.1 Procédure d'essai de densité spectrale de puissance en émission

La densité spectrale de puissance en émission (PSD, *power spectral density*) peut, en fonction de l'application souhaitée pour l'équipement DUT, faire l'objet d'essai avec une alimentation par l'arc ou une alimentation locale. Dans le cas d'applications avec alimentation par l'arc, les essais seront effectués avec l'alimentation activée sur l'arc et avec un puits de courant continu adéquat (avec une impédance en courant continu élevée) si l'équipement DUT est une unité STU-C. Si l'équipement DUT est une unité STU-R, les essais s'effectueront alors avec une tension continue appliquée au niveau de l'interface de boucle (fils de pointe et de nuque) par une source de tension externe à travers une impédance de blocage du courant alternatif.

La densité spectrale de puissance en émission pour les unités STU-C et STU-R sera mesurée avec des signaux tels qu'ils sont définis au § 11.4.3. La densité spectrale de puissance en émission sera mesurée dans la gamme de fréquences de 1 kHz à 3 MHz. Le signal émis par l'unité STU-C sera conforme aux prescriptions de densité PSD adéquates du § A.4 ou du § B.4. Le signal émis par l'unité STU-R sera conforme aux prescriptions de densité PSD du § A.4 ou du § B.4.

#### **11.4.3.2 Etalonnage du circuit d'essai de densité PSD**

Le circuit d'essai doit comporter une possibilité d'alimentation en courant continu et éventuellement un transformateur d'isolation pour l'instrumentation de mesure. L'isolation par transformateur des entrées de mesure évite des erreurs de mesure résultant de couplages galvaniques intempestifs entre la terre commune de l'instrumentation et les circuits d'alimentation de l'équipement DUT. Le circuit d'essai satisfera aux prescriptions du § 11.4.2.

#### **11.5 Délai de transfert du signal**

L'unité STU sera en mesure d'assurer pour la couche PMD une latence unidirectionnelle sur un arc unique avec une valeur inférieure ou égale à 500  $\mu$ s pour des débits supérieurs ou égaux à 1,5 Mbit/s et une valeur inférieure ou égale à 1,25 ms pour des débits inférieurs à 1,5 Mbit/s, la mesure étant faite entre les interfaces  $\alpha$  et  $\beta$ .

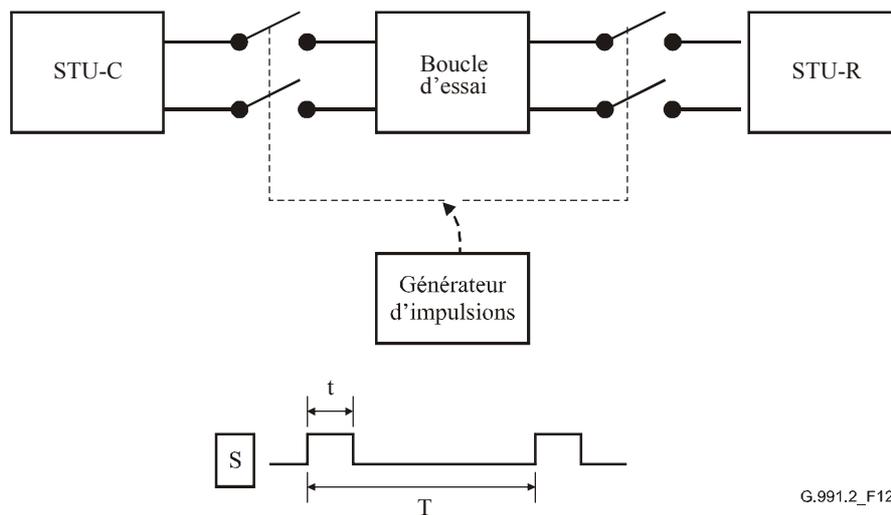
### **12 Essais de conformité**

#### **12.1 Micro-interruptions**

Une micro-interruption est une interruption temporaire provoquée par une action mécanique sur les fils de cuivre constituant le segment de transmission, par exemple au niveau d'une épissure. Les épissures peuvent être des jonctions entre fils réalisées manuellement; les phénomènes d'oxydation et les vibrations mécaniques peuvent conduire, pendant la durée de vie du câble, à des micro-interruptions au niveau de ces points critiques. On peut donner comme exemples de telles perturbations le cas d'un véhicule lourd passant au-dessus d'une installation de câble enterré ou l'action du vent sur un câble aérien.

L'action d'une micro-interruption sur le système de transmission peut entraîner pendant la durée correspondante, une défaillance de la liaison de transmission numérique ainsi qu'une défaillance de l'alimentation éventuelle par l'arc. L'objectif de l'exploitation est qu'une micro-interruption de durée maximale spécifiée ne provoque pas de réinitialisation du système et que ce dernier effectue une réactivation automatique en appliquant une procédure de démarrage complète si une réinitialisation se produit à la suite d'une interruption.

La Figure 12-1 présente la configuration d'essai pour la sensibilité aux micro-interruptions. Ce dispositif utilise un signal  $S$  de déclenchement périodique qui active un relais fermé au repos, ce qui a pour effet de produire des micro-interruptions sur la liaison de transmission. Il convient de noter que les micro-interruptions sont produites au niveau d'une seule terminaison à un instant donné. Les boucles d'essai se composeront d'un fil de cuivre de 0,4 mm de diamètre et d'une longueur de 1,5 km (ou 5000' de fil de jauge 26 AWG); les essais s'effectueront avec le débit de données maximal pris en charge. Lorsqu'on utilise le dispositif d'essai de la Figure 12-1 avec une alimentation locale active, les émetteurs-récepteurs SHDSL n'effectueront pas de réinitialisation pour une micro-interruption d'une durée minimale  $t = 10$  ms stimulée par un signal d'une périodicité  $T = 5$  s sur une durée d'essai de 60 s au niveau d'une terminaison unique. Les micro-interruptions seront provoquées au niveau des terminaisons des unités STU-C et STU-R. Cet essai sera répété avec une alimentation active sur l'arc et avec une micro-interruption d'une durée minimale  $t = 1$  ms.



G.991.2\_F12-1

Figure 12-1/G.991.2 – Circuits d'essai de micro-interruption

## Annexe A

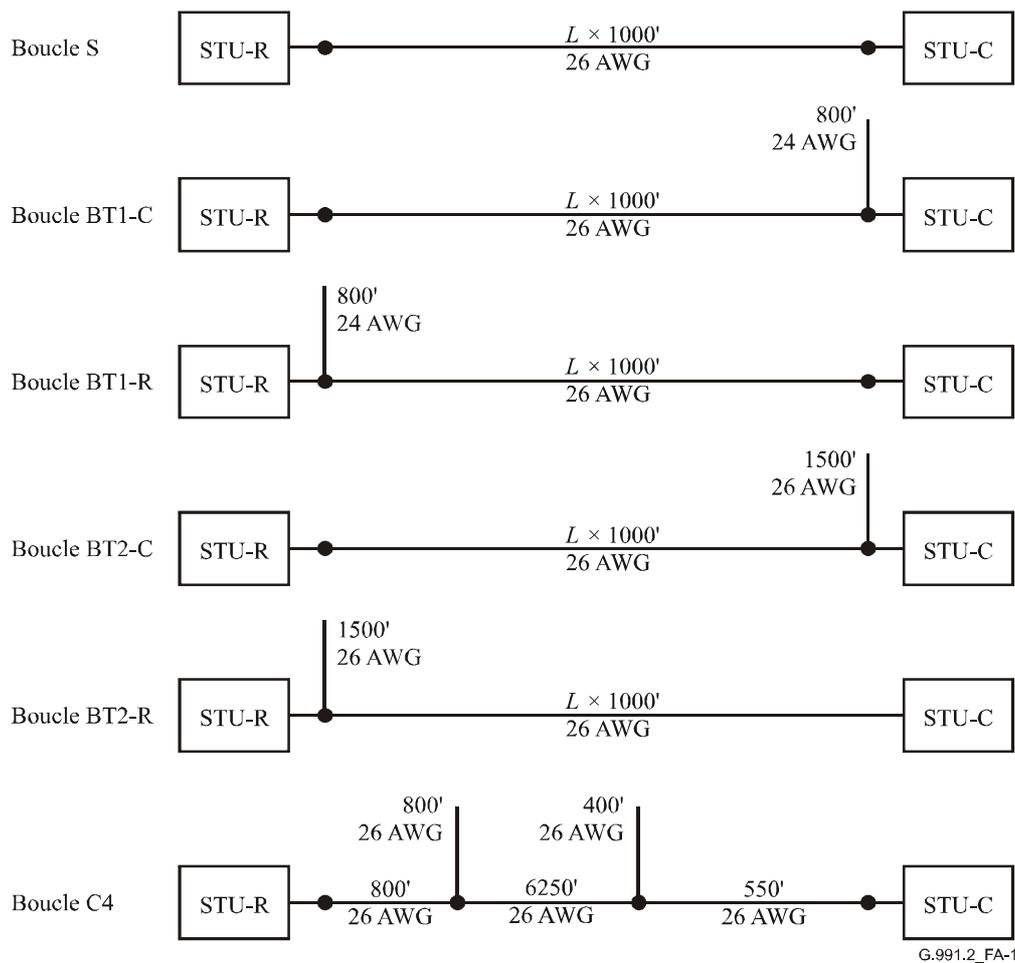
### Prescriptions régionales – Région 1

#### A.1 Domaine d'application

La présente annexe décrit les spécifications particulières pour des systèmes SHDSL exploités dans des situations qui sont rencontrées en général dans le réseau nord-américain. Les paragraphes de la présente annexe fournissent des ajouts et des modifications aux paragraphes correspondants du texte principal.

#### A.2 Boucles d'essai

L'Annexe A/G.996.1 [6] donne la liste des principales constantes s'appliquant aux boucles d'essai décrites ci-dessous. Il convient de noter que les boucles d'essai présentées dans la Figure A.1 sont des circuits PIC spécifiés à 70° F (21,1° C). La boucle 0 est la boucle nulle avec une longueur  $\leq 10'$  et une jauge  $\leq 26$  AWG.



NOTE – AWG = jauge américaine de fil (*american wire gauge*); 26 AWG = 0,4 mm, 24 AWG = 0,5 mm.  
Distances exprimées ('): 1000' = 0,3048 km.

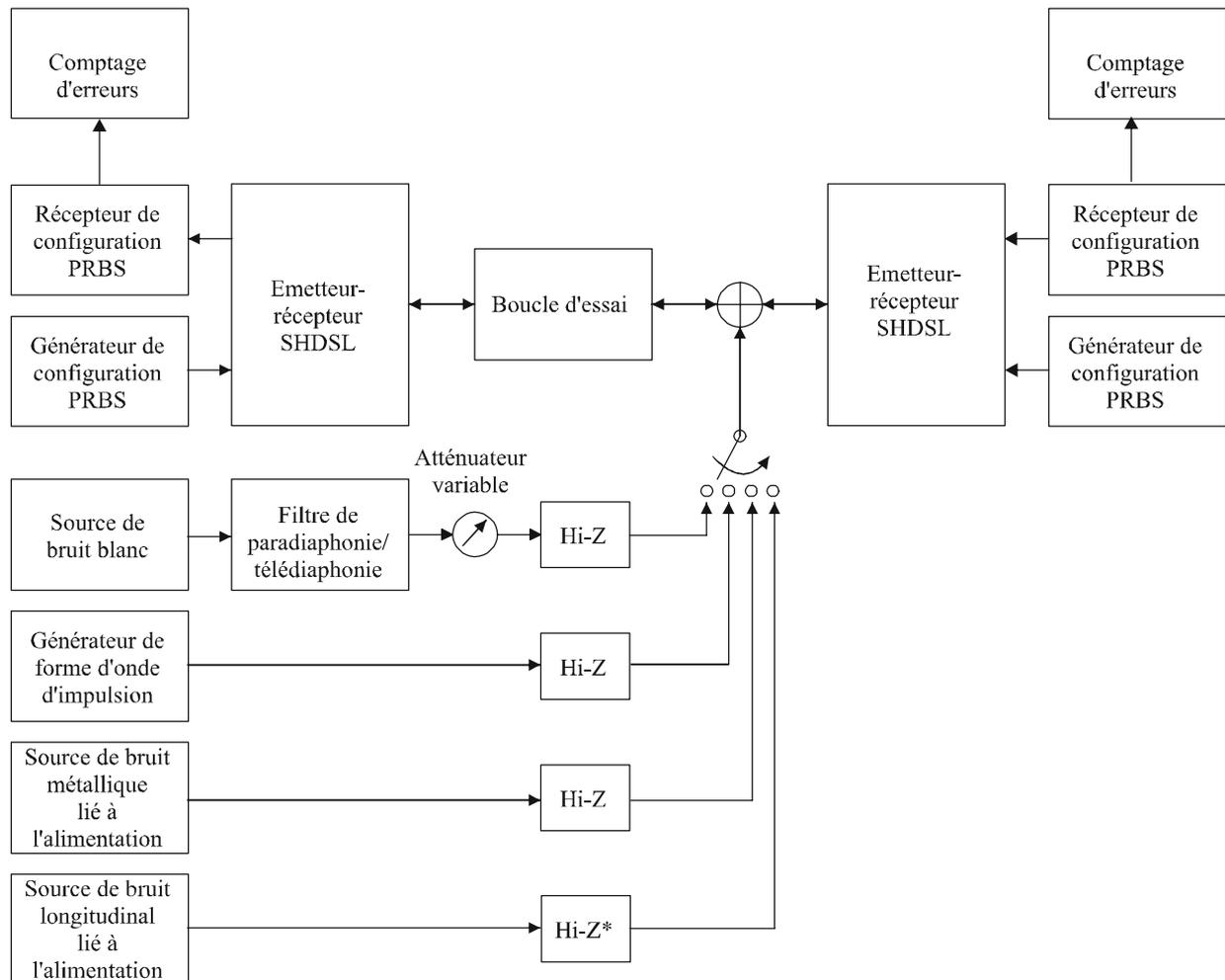
**Figure A.1/G.991.2 – Boucles d'essai**

### A.3 Essais de performances

Le présent paragraphe spécifie des essais de performances pour des équipements SHDSL. Ces essais faits hors service servent à vérifier les performances d'une ligne SHDSL dans des environnements perturbés.

La Figure A.2 représente le dispositif d'essai pour la mesure des performances de systèmes SHDSL en présence de perturbations provoquées par des bruits. Le système d'essai se constitue d'un émetteur-récepteur SHDSL de centre de commutation (STU-C) et d'un émetteur-récepteur distant (STU-R). Les émetteurs-récepteurs SHDSL sont reliés par une boucle d'essai. Le bruit simulé est injecté localement sur cette boucle au niveau de l'émetteur-récepteur destinataire en utilisant le circuit de couplage spécifié.

Les mesures du taux d'erreur binaire (BER, *bit error ratio*) s'effectuent en appliquant un signal d'essai utilisant une séquence binaire pseudo-aléatoire (PRBS, *pseudo-random binary sequence*) au niveau de l'entrée de l'un des émetteurs-récepteurs et en détectant les erreurs dans le flux de données de la séquence PRBS reçue au niveau de l'autre émetteur-récepteur. La période minimale du signal PRBS sera égale à  $2^{23} - 1$ . Les mesures de taux BER s'effectueront dans les deux directions de transmission; les essais dans chaque direction seront faits en mode duplex avec une émission simultanée de données par les deux émetteurs-récepteurs SHDSL. Ces essais pour des perturbations provoquées par les bruits seront effectués dans tous les cas pour une unité à la fois (ce qui signifie que les unités STU-C et STU-R ne seront pas perturbées simultanément) et une seule source de bruit sera active à un instant donné.



G.991.2\_FA-2

\* Circuit de couplage longitudinal

**Figure A.2/G.991.2 – Dispositif d'essai pour la marge de diaphonie et les bruits impulsionnels**

### A.3.1 Essais de diaphonie

#### A.3.1.1 Injection de bruit de diaphonie

Une diaphonie simulée (paradiaphonie et télédiaphonie) est introduite en injectant dans le circuit d'essai une source de bruit gaussien étalonné. La diaphonie sera injectée localement dans la boucle d'essai au niveau de l'émetteur-récepteur destinataire par le biais d'un réseau d'injection équilibré à haute impédance connecté en parallèle. Ce réseau permettra d'injecter le niveau de puissance de diaphonie souhaité sans perturber les caractéristiques de transmission ou l'impédance du point

d'excitation de la boucle d'essai. Le circuit aura une impédance de sortie équivalente au moins égale à 4 k $\Omega$ . La Figure I.1 donne un exemple de circuit d'injection de signal de diaphonie.

### **A.3.1.2 Précision d'étalonnage du générateur de diaphonie**

La diaphonie simulée aura une puissance totale et une densité spectrale de puissance (PSD) telles qu'elles sont définies au § A.3.3. Si toutefois, la méthode de génération de la diaphonie simulée est telle que définie par la Figure A.2, les précisions du niveau de puissance et de la densité PSD dépendront alors de la précision des filtres utilisés pour formater le bruit blanc de chaque source de diaphonie injectée. La précision la plus élevée est nécessaire dans la bande (ou les bandes) de fréquences qui correspondent aux valeurs de densité PSD les plus élevées pour chaque source de diaphonie.

La précision de la densité PSD simulée obtenue pour chaque source de diaphonie se situera dans un intervalle de  $\pm 1,0$  dB au sein du prototype idéal de densité PSD (défini par les équations du § A.3.3) pour la bande (ou les bandes) de fréquences pour lesquelles ce prototype de densité PSD se situe à moins de 30 dB de sa valeur maximale. La puissance moyenne mesurée (somme de la fonction de densité PSD de la diaphonie) pour chaque source de diaphonie spécifiée se situera dans un intervalle de  $\pm 0,25$  dB de la puissance totale du prototype idéal de densité PSD spécifiée (§ A.3.3).

La source de bruit blanc de la Figure A.2 couvrira la bande de fréquences de zéro à 1,5 MHz avec une distribution d'amplitude gaussienne et un facteur de crête au moins égal à 5,0.

### **A.3.1.3 Mesures d'étalonnage du générateur de diaphonie**

Il est nécessaire d'étalonner la densité PSD et la puissance moyenne pour chaque scénario d'essai de diaphonie par une mesure faite au niveau de la sortie du circuit d'injection de diaphonie, en remplaçant la boucle d'essai par une charge constituée de deux résistances de 135  $\Omega$  en parallèle (67,5  $\Omega$ ) sans équipement terminal connecté. Les deux résistances de 135  $\Omega$  en parallèle simulent la charge d'une boucle de longueur nulle. La tension du signal de diaphonie sera mesurée au moyen d'un voltmètre à haute impédance avec sélection de fréquence, (c'est-à-dire, un analyseur de spectre); elle sera convertie en niveau de puissance en faisant l'hypothèse d'une impédance de référence égale à 135  $\Omega$ . Cette procédure mesure en fait la puissance de la diaphonie injectée dans une résistance unique (pour un côté seulement de la boucle). La ou les densités PSD mesurées et la ou les puissances moyennes de diaphonie transférées sur la charge d'étalonnage doivent rester dans les limites définies par le § A.3.1.2 pour chacun des scénarios de diaphonie spécifiés, tels qu'ils sont définis par le § A.3.1.6.

NOTE – Le bruit injecté devrait concorder avec la densité PSD du bruit théorique lorsque l'émetteur-récepteur soumis aux essais est relié à la boucle. Sur la boucle S pour les débits de charge utile égaux ou inférieurs à 1024 kbit/s, et sur toutes les boucles pour un débit de charge utile de 192 kbit/s, il a été constaté qu'une différence d'impédance pourrait produire un bruit PSD accru à de basses fréquences. Une méthode de compensation consiste à modifier le facteur  $\Delta$  défini au § A.3.1.4 en remplaçant le bruit théorique  $N(f)$ , à l'étape 3 du § A.3.1.4, par le bruit PSD mesuré pendant la connexion à la boucle soumise aux essais. Une deuxième méthode consiste à placer un circuit passif, composé d'une résistance R en parallèle avec un condensateur C, en série avec chaque fil de la paire sortant du générateur de bruit. Les valeurs RC de R = 1,2 k $\Omega$  et de C = 1  $\mu$ F sont proposées et devraient être ajustées pour chaque générateur de bruit de sorte que le bruit injecté concorde avec la densité PSD du bruit théorique. Une troisième méthode consiste à étalonner la forme d'onde du générateur de bruit dans la boucle soumise aux essais de manière que, pendant la connexion à cette boucle, la forme d'onde du bruit théorique soit présente aux terminaux de l'émetteur-récepteur.

### A.3.1.4 Etalonnage du simulateur de boucle

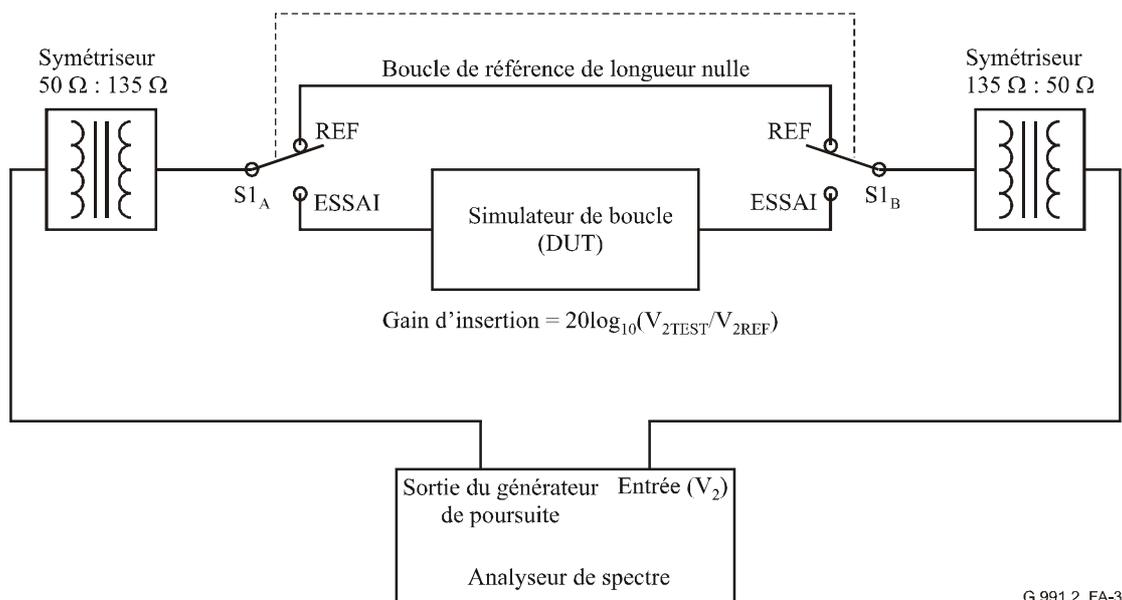
Il existe des différences significatives entre les mesures d'affaiblissement d'insertion de boucle pour un même modèle de boucle avec des simulateurs de boucles divers, en provenance d'un même fournisseur ou de fournisseurs différents. Des simulateurs de boucle habituels peuvent présenter, sur la bande des signaux SHDSL, des différences d'affaiblissement d'insertion supérieures à  $\pm 1,0$  dB par rapport au modèle de boucle. Les différences d'affaiblissement d'insertion entre simulateurs de boucle peuvent conduire à des différences significatives pour les marges de bruit mesurées sur les systèmes. Il est possible de minimiser les différences provoquées par les simulateurs de boucle en réglant la puissance de sortie du générateur de diaphonie de manière à conserver un rapport S/B constant au niveau de l'entrée du récepteur. La procédure d'étalonnage est la suivante:

- 1) utiliser, pour le calcul de la valeur  $SNR_1$  du rapport signal sur bruit idéal sur une base DFE, le résultat du calcul de  $SNR_{dB}$  au moyen de la formule suivante:

$$SNR_{dB} = \frac{1}{M} \sum_{k=1}^M 10 \log_{10} \left( 1 + \frac{S(f_{sym} - f_k) |H(f_{sym} - f_k)|^2}{N(f_{sym} - f_k)} + \frac{S(f_k) |H(f_k)|^2}{N(f_k)} + \frac{S(2f_{sym} - f_k) |H(2f_{sym} - f_k)|^2}{N(2f_{sym} - f_k)} + \frac{S(f_{sym} + f_k) |H(f_{sym} + f_k)|^2}{N(f_{sym} + f_k)} \right)$$

dans laquelle  $S(f)$  représente la densité spectrale de puissance nominale du signal émis au niveau de l'extrémité distante (valeur  $NominalPSD(f)$  du § A.4) et  $|H(f)|^2$  le carré de l'amplitude de la fonction d'insertion de gain de boucle idéal,  $N(f)$  la densité de puissance spectrale du bruit de diaphonie injectée (valeur  $PSD_{Case-n}(f)$  du § A.3.3.9) et  $f_{sym}$  le débit de symbole en émission. On utilisera pour cette application l'ensemble de valeurs  $f_k = k \times 1000$ , avec  $k = 1 \dots M$ ,  $M$  étant la valeur maximale de  $k$  telle que  $M \times 1000 < f_{sym} \leq (M + 1) \times 1000$ . La fonction idéale de gain d'insertion de boucle sera calculée à partir des constantes primaires de la paire torsadée en cuivre telles qu'elles sont définies dans l'Annexe A/G.996.1 [6];

- 2) mesurer l'affaiblissement d'insertion du simulateur de boucle sur des terminaisons de  $135 \Omega$  au niveau des points  $f_k$  définis dans l'étape 1. Il convient de noter que l'affaiblissement d'adaptation sur une impédance de  $135 \Omega$  doit être supérieur à 35 dB entre 20 kHz et  $f_{sym}$  de manière à garantir une précision de la mesure de l'affaiblissement d'insertion meilleure que 0,25 dB sur la partie principale de la bande du signal SHDSL. La Figure A.3 donne un exemple de dispositif de mesure de l'affaiblissement d'insertion. L'affaiblissement de la boucle pour toutes les fréquences, mesuré en dB, doit se situer à moins de 5% (en dB) de la valeur fournie par la fonction théorique d'affaiblissement d'insertion de boucle telle qu'elle a été calculée lors de l'étape 1. Comme il est difficile d'éviter des erreurs de mesure dans la procédure d'étalonnage, l'ensemble des mesures d'affaiblissement d'adaptation utilisées pour valider la valeur de 35 dB pour l'affaiblissement d'adaptation des équipements de terminaison d'essai sera étalonné en utilisant une charge d'essai connue produisant un affaiblissement d'adaptation supérieur ou égal à 55 dB sur la bande de fréquences de 20 kHz à 500 kHz. Le simulateur de ligne doit en outre présenter une symétrie longitudinale égale à 35 dB ou mieux pour des fréquences situées entre 0 et  $f_{sym}$ .



G.991.2\_FA-3

**Figure A.3/G.991.2 – Exemple de dispositif de mesure de l'affaiblissement d'insertion de boucle**

- 3) calculer, à partir de l'étape 1, le rapport signal sur bruit  $SNR_2$  mesuré en réception, en utilisant la valeur fournie par la formule pour le rapport  $SNR_{dB}$ , la valeur de  $|H(f)|^2$  étant égale au carré de l'amplitude mesurée pour la fonction d'insertion de boucle dans l'étape 2 ci-dessus et les valeurs de  $S(f)$ ,  $N(f)$ ,  $f_{sym}$  et  $f_k$  étant les mêmes que dans l'étape 1 ci-dessus;
- 4) corriger la cible de marge de bruit du Tableau A.1 en appliquant une différence  $\Delta = (SNR_2 - SNR_1)$  dB. Il convient de noter qu'une différence négative correspond à une diminution de puissance du générateur de diaphonie. Il convient de noter également que cette procédure suppose que le générateur de diaphonie a été étalonné au préalable comme défini aux § A.3.1.2 et A.3.1.3. Toute correction de la puissance de diaphonie sera limitée à un maximum de 3,0 dB. Les dispositifs d'essai qui nécessitent une correction de la puissance de diaphonie supérieure à 3,0 dB ne seront pas valides.

#### **A.3.1.5 Procédure de conformité de marge de diaphonie**

Les émetteurs-récepteurs SHDSL auront des marges de bruit supérieures ou égales aux valeurs indiquées par le Tableau A.1 pour les combinaisons spécifiées de boucles d'essai et de diaphonie. La Figure A.1 définit les boucles d'essai et le § A.3.3 spécifie les densités PSD de diaphonie. Les essais de conformité de marge de bruit seront définis comme suit:

- 1) étalonner le circuit d'injection de diaphonie (en utilisant la charge d'étalonnage de 67,5  $\Omega$ ) pour obtenir les valeurs de densité PSD et de puissance totale spécifiées par le § A.3.3;
- 2) augmenter la puissance de diaphonie injectée de la valeur correspondante de marge de bruit spécifiée par le Tableau A.1;
- 3) activer les émetteurs-récepteurs SHDSL avec le dispositif d'essai de la Figure A.2 en observant une durée minimale de 5 minutes pour un réglage fin;
- 4) mesurer le taux BER sur un minimum de  $10^9$  bits;
- 5) le taux BER sera inférieur à  $10^{-7}$  au niveau de chaque extrémité.

### A.3.1.6 Prescriptions de perturbation de diaphonie

Le Tableau A.1 indique l'ensemble minimal de combinaisons de boucle d'essai et de diaphonie requises pour les essais de marges SHDSL. Une unité conforme satisfera aux essais de taux BER décrits par le § A.3.1.5 pour tous les scénarios de diaphonie et de boucle d'essai définis par le Tableau A.1. Une réduction de puissance de 0 dB sera utilisée pour les unités STU-C et STU-R.

**Tableau A.1/G.991.2 – Scénarios de diaphonie et marges de bruit SHDSL requises (Note)**

Essai	Boucle d'essai (Figure A.1)	$L$ ( $\times 1000'$ )	Unité soumise aux essais	Débit de données de charge utile (kbit/s)	Densité PSD	Combinaison de perturbations	Marge requise (dB)
1	C4	–	STU-C	1544	Asymétrique	24T1 + 24 SHDSL	$5 + \Delta^*$
2	C4	–	STU-C	1544	Asymétrique	39 SHDSL	$5 + \Delta^*$
3	C4	–	STU-C	1544	Asymétrique	24 FDD ADSL + 24 HDSL	$5 + \Delta^*$
4	S	9,0	STU-C	1544	Asymétrique	24T1 + 24 SHDSL	$5 + \Delta^*$
5	S	9,0	STU-C	1544	Asymétrique	39 SHDSL	$5 + \Delta^*$
6	S	9,0	STU-C	1544	Asymétrique	24 FDD ADSL + 24 HDSL	$5 + \Delta^*$
7	C4	–	STU-R	1544	Asymétrique	24T1 + 24 SHDSL	$5 + \Delta^*$
8	S	9,0	STU-R	1544	Asymétrique	24T1 + 24 SHDSL	$5 + \Delta^*$
9	S	6,3	STU-C	2304	Symétrique	24-T1 + 24 SHDSL asym 1544	$5 + \Delta^*$
10	BT1-C	5,2	STU-C	2304	Symétrique	24-T1 + 24 SHDSL asym 1544	$5 + \Delta^*$
11	BT1-C	5,2	STU-C	2304	Symétrique	49-SHDSL	$5 + \Delta^*$
12	S	6,3	STU-R	2304	Symétrique	49-SHDSL	$5 + \Delta^*$
13	BT1-R	5,2	STU-R	2304	Symétrique	49-SHDSL	$5 + \Delta^*$
14	BT1-R	5,2	STU-R	2304	Symétrique	24-T1 + 24 SHDSL asym 1544	$5 + \Delta^*$
15	S	6,8	STU-C	2048	Symétrique	24-SHDSL + 24-FDD ADSL	$5 + \Delta^*$
16	BT1-C	5,6	STU-C	2048	Symétrique	49-SHDSL	$5 + \Delta^*$
17	BT1-C	5,6	STU-C	2048	Symétrique	24-T1 + 24 SHDSL asym 1544	$5 + \Delta^*$
18	S	6,8	STU-R	2048	Symétrique	49-SHDSL	$5 + \Delta^*$
19	BT1-R	5,6	STU-R	2048	Symétrique	49-SHDSL	$5 + \Delta^*$
20	BT1-R	5,6	STU-R	2048	Symétrique	24-T1 + 24 SHDSL asym 1544	$5 + \Delta^*$
21	S	7,9	STU-C	1544	Symétrique	39-SHDSL asym 1544	$5 + \Delta^*$
22	BT1-C	6,4	STU-C	1544	Symétrique	24-FDD ADSL + 24 SHDSL asym 1544	$5 + \Delta^*$

**Tableau A.1/G.991.2 – Scénarios de diaphonie et marges de bruit SHDSL requises (Note)**

Essai	Boucle d'essai (Figure A.1)	$L$ ( $\times 1000'$ )	Unité soumise aux essais	Débit de données de charge utile (kbit/s)	Densité PSD	Combinaison de perturbations	Marge requise (dB)
23	BT1-C	6,4	STU-C	1544	Symétrique	24-SHDSL + 24-FDD ADSL	$5 + \Delta^*$
24	S	7,9	STU-R	1544	Symétrique	49-SHDSL	$5 + \Delta^*$
25	BT1-R	6,4	STU-R	1544	Symétrique	24-T1 + 24 SHDSL asym 1544	$5 + \Delta^*$
26	BT1-R	6,4	STU-R	1544	Symétrique	49-SHDSL	$5 + \Delta^*$
27	S	11,0	STU-C	768	Symétrique	49-HDSL	$5 + \Delta^*$
28	BT1-C	10,2	STU-C	768	Symétrique	49-SHDSL	$5 + \Delta^*$
29	BT1-C	10,2	STU-C	768	Symétrique	49-HDSL	$5 + \Delta^*$
30	S	11,0	STU-R	768	Symétrique	49-HDSL	$5 + \Delta^*$
31	BT1-R	10,2	STU-R	768	Symétrique	49-SHDSL	$5 + \Delta^*$
32	BT1-R	10,2	STU-R	768	Symétrique	49-HDSL	$5 + \Delta^*$
33	S	11,2	STU-C	768	Asymétrique	49-HDSL	$5 + \Delta^*$
34	BT1-C	10,4	STU-C	768	Asymétrique	49-HDSL	$5 + \Delta^*$
35	BT1-C	10,4	STU-C	768	Asymétrique	24-FDD ADSL + 24-HDSL	$5 + \Delta^*$
36	S	11,2	STU-R	768	Asymétrique	24-T1 + 24 HDSL	$5 + \Delta^*$
37	BT1-R	10,4	STU-R	768	Asymétrique	24-T1 + 24-SHDSL	$5 + \Delta^*$
38	BT1-R	10,4	STU-R	768	Asymétrique	39-FDD ADSL	$5 + \Delta^*$
39	S	14,8	STU-C	384	Symétrique	24-SHDSL + 24-DSL	$5 + \Delta^*$
40	BT2-C	13,8	STU-C	384	Symétrique	24-SHDSL + 24-DSL	$5 + \Delta^*$
41	BT2-C	13,8	STU-C	384	Symétrique	49-SHDSL	$5 + \Delta^*$
42	S	14,8	STU-R	384	Symétrique	24-SHDSL + 24-DSL	$5 + \Delta^*$
43	BT2-R	13,8	STU-R	384	Symétrique	24-SHDSL + 24-DSL	$5 + \Delta^*$
44	BT2-R	13,8	STU-R	384	Symétrique	49-SHDSL	$5 + \Delta^*$
45	S	17,2	STU-C	256	Symétrique	49-DSL	$5 + \Delta^*$
46	BT2-C	16,4	STU-C	256	Symétrique	49-DSL	$5 + \Delta^*$
47	BT2-C	16,4	STU-C	256	Symétrique	24-SHDSL + 24-DSL	$5 + \Delta^*$
48	S	17,2	STU-R	256	Symétrique	49-DSL	$5 + \Delta^*$
49	BT2-R	16,4	STU-R	256	Symétrique	49-DSL	$5 + \Delta^*$
50	BT2-R	16,4	STU-R	256	Symétrique	24-SHDSL + 24-DSL	$5 + \Delta^*$

**Tableau A.1/G.991.2 – Scénarios de diaphonie et marges de bruit SHDSL requises (Note)**

Essai	Boucle d'essai (Figure A.1)	$L$ (× 1000')	Unité soumise aux essais	Débit de données de charge utile (kbit/s)	Densité PSD	Combinaison de perturbations	Marge requise (dB)
51	S	19,8	STU-C	192	Symétrique	49-DSL	$5 + \Delta^*$
52	BT2-C	19,1	STU-C	192	Symétrique	49-DSL	$5 + \Delta^*$
53	BT2-C	19,1	STU-C	192	Symétrique	24-DSL + 24 SHDSL	$5 + \Delta^*$
54	S	19,8	STU-R	192	Symétrique	49-DSL	$5 + \Delta^*$
55	BT2-R	19,1	STU-R	192	Symétrique	49-DSL	$5 + \Delta^*$
56	BT2-R	19,1	STU-R	192	Symétrique	24-DSL + 24 SHDSL	$5 + \Delta^*$

NOTE – Les scénarios de diaphonie figurant dans ce tableau ont été élaborés avec une hypothèse de 50 paires de câbles par serre-fils. D'autres tailles de serre-fils appellent une étude ultérieure.

\* Les marges indiquées par le Tableau A.1 auront une tolérance de 1,25 dB en raison de l'addition de la tolérance du générateur de diaphonie et de la tolérance d'étalonnage du simulateur de boucle. Le décalage  $\Delta$  est défini au § A.3.1.4.

On part de l'hypothèse que tous les signaux perturbateurs sont localisés au même emplacement. La notation 24 ou 49 SHDSL fait référence à des lignes SHDSL possédant le même débit et la même densité PSD que le système faisant l'objet des essais. Toutes les densités PSD des signaux perturbateurs sont décrites au § A.3.3.9.

La sélection des essais nécessaires pour un équipement G.991.2 spécifique faisant l'objet des essais (DUT) se fait en effectuant dans l'ordre les 6 étapes suivantes:

- 1) déterminer l'intersection entre l'ensemble des débits pris en charge pour les données de charge utile et l'ensemble suivant de débits de données de charge utile: (densité PSD symétrique: 192, 256, 384, 768, 1544, 2048 et 2304 kbit/s; densité PSD asymétrique: 768 et 1544 kbit/s). La liste résultante de débits communs est appelée liste d'intersection;
- 2) appliquer à l'équipement DUT les cas d'essai 1-8 du Tableau A.1 si le débit de 1544 kbit/s asymétrique figure dans la liste d'intersection;
- 3) appliquer à l'équipement DUT les cas d'essai 33-38 du Tableau A.1 si le débit de 768 kbit/s asymétrique figure dans la liste d'intersection;
- 4) appliquer à l'équipement DUT les cas d'essai 21-26 du Tableau A.1 si le débit de 1544 kbit/s symétrique figure dans la liste d'intersection;
- 5) pour les débits PSD symétriques les plus élevés et les plus faibles de la liste d'intersection, appliquer à l'équipement DUT la totalité des six cas d'essai associés à ces débits. Si, par exemple, le débit de 192 kbit/s symétrique est le débit le plus faible et le débit de 2304 kbit/s symétrique est le débit le plus élevé, appliquer alors les cas d'essai 51-56 et 9-14 du Tableau A.1;
- 6) pour tous les autres débits de la liste d'intersection, les essais utiliseront les cas impliquant uniquement la boucle S. Les cas d'essai supplémentaires 48, 45, 42, 39, 30, 27, 18 et 15 s'appliqueront alors si, par exemple, les débits restants sont les débits de 256, 384, 768 et 2048 kbit/s symétrique.

Un total de 40 cas d'essai s'appliquera si tous les débits sont implémentés par l'équipement DUT.

## A.3.2 Essais de bruit impulsionnel

### A.3.2.1 Procédure d'essai de bruit impulsionnel

La forme d'onde  $V(t)$  du bruit impulsionnel (appelée dans ce qui suit "impulsion d'essai") est définie comme suit:

$$V(t) = \begin{cases} K|t|^{-3/4} & t > 0 \\ 0 & t = 0 \\ -K|t|^{-3/4} & t < 0 \end{cases}$$

le temps  $t$  étant exprimé en secondes et  $K$  la constante numérique définie par le Tableau A.2. Si l'impulsion est réalisée en utilisant des échantillons discrets de  $V(t)$ , la fréquence d'échantillonnage de la forme d'onde doit être calculée au moyen de l'expression suivante:

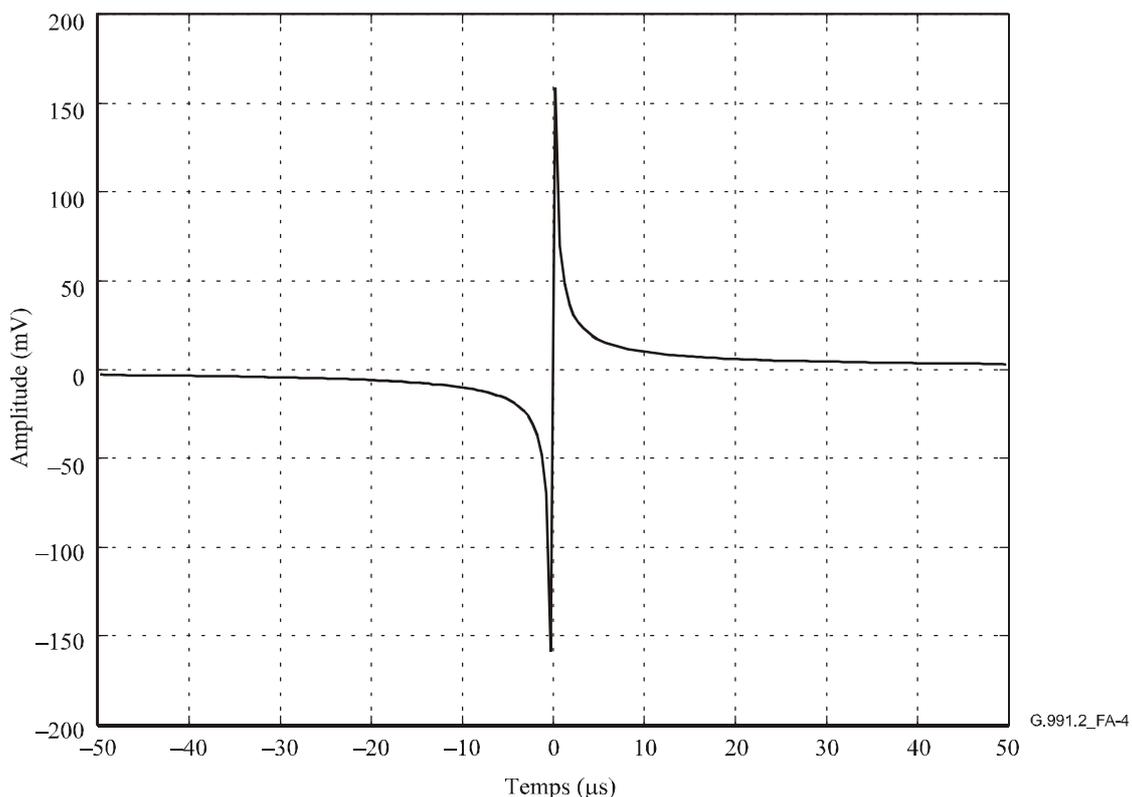
$t = (2n-1)\frac{T}{2}$ , dans laquelle  $T$  représente la période d'échantillonnage et  $(1/T)$  doit être supérieur ou égal au débit de symbole du système soumis aux essais. L'amplitude de crête à crête des échantillons variera avec la fréquence d'échantillonnage et peut être calculée au moyen de l'expression suivante:

$$V_{p-p} = 2K \left| \frac{T}{2} \right|^{-3/4}$$

**Tableau A.2/G.991.2 – Prescriptions relatives à la tension de crête à crête du bruit impulsionnel**

$K$	$V_{p-p}$ de l'impulsion d'essai à une fréquence d'échantillonnage de 2 Méchantillons/s
$1,775 \times 10^{-6}$	320 mV

Il est nécessaire d'utiliser au moins 8000 échantillons à une fréquence de 2 Méchantillons/s pour obtenir une précision d'au moins 12 bits. La Figure A.4 représente l'impulsion d'essai à la fréquence de 2 Méchantillons/s. Le circuit d'injection sera le même que celui décrit au § A.3.1.



**Figure A.4/G.991.2 – Représentation dans le domaine du temps de l'impulsion d'essai pour une fréquence d'échantillonnage de 2 Méchantillons/s**

### A.3.2.2 Performances des essais de bruit impulsionnel

Une unité conforme satisfera aux essais de bruit impulsionnel spécifiés par le Tableau A.3. La durée d'essai minimale sera de 10 s. Chaque terminaison SHDSL fera l'objet d'essais indépendants, ce qui signifie que la forme d'onde du bruit impulsionnel n'est pas injectée simultanément au niveau des deux terminaisons.

**Tableau A.3/G.991.2 – Critères d'essai du bruit impulsionnel**

Boucle d'essai	Impulsion d'essai $V_{P-P}$ avec une fréquence de 2 Méchantillons/s	Taux de répétition des impulsions d'essai	Limite supérieure du taux d'erreurs sur les bits
Boucle C4	320 mV	10 Hz	$5,0 \times 10^{-4}$
Boucle S, $L = 9000'$	320 mV	10 Hz	$5,0 \times 10^{-4}$

NOTE – Les valeurs figurant dans ce tableau sont valables uniquement pour un débit de 1544 kbit/s asymétrique. Les valeurs adéquates pour d'autres débits et densités PSD appellent une étude ultérieure.

### A.3.3 Densité de puissance spectrale des signaux de diaphonie perturbateurs

#### A.3.3.1 Densité PSD HDSL simulée

La densité PSD des signaux perturbateurs HDSL sera exprimée par la formule suivante:

$$PSD_{HDSL} = K_{HDSL} \times \frac{2}{f_0} \times \left[ \frac{\sin\left(\frac{\pi f}{f_0}\right)}{\left(\frac{\pi f}{f_0}\right)} \right]^2 \times \frac{1}{1 + \left(\frac{f}{f_{3dB}}\right)^8}, f_{3dB} = 196 \text{ kHz}, 0 \leq f < \infty$$

où:

$$f_0 = 392 \text{ kHz}, K_{HDSL} = \frac{5}{9} \times \frac{V_p^2}{R}, V_p = 2,70 \text{ V}, \text{ et } R = 135 \Omega$$

Cette équation donne la densité PSD d'un seul côté, c'est-à-dire l'intégrale de la densité PSD pour  $f$  variant de 0 à l'infini, la puissance étant exprimée en watts.  $PSD_{HDSL}$  représente la densité PSD d'un signal 2B1Q avec une rapidité de 392 ksymbole/s, des niveaux aléatoires équiprobables, des impulsions à sommets carrés occupant la totalité de la bande et un filtrage Butterworth d'ordre 4 ( $f_{3dB} = 196 \text{ kHz}$ ).

#### A.3.3.2 Densité PSD simulée pour une ligne T1

On part de l'hypothèse que la densité PSD du signal perturbateur sur la ligne T1 se présente sous la forme d'un signal bipolaire alterné (AMI, *alternate mark inversion*) aléatoire avec une fréquence de 1,544 Mbit/s et un facteur cyclique de 50%. La densité PSD pour un seul côté est donnée par l'expression suivante:

$$PSD_{T1} = \frac{V_p^2}{R_L} \times \frac{2}{f_0} \times \left[ \frac{\sin\left(\frac{\pi f}{f_0}\right)}{\left(\frac{\pi f}{f_0}\right)} \right]^2 \sin^2\left(\frac{\pi f}{2f_0}\right) \times \frac{1}{1 + \left(\frac{f}{f_{3dB}}\right)^6} \times \frac{f^2}{f^2 + f_c^2}, 0 \leq f < \infty$$

dans laquelle:

$$V_p = 3,6 \text{ V}, R_L = 100 \Omega, \text{ et } f_0 = 1,544 \text{ MHz}$$

Cette formule part de l'hypothèse que les impulsions transmises sont mises en forme au moyen d'un filtre passe-bas. Il s'agit d'un filtre Butterworth passe-bas d'ordre 3 avec une fréquence de coupure à 3 dB égale à 3,0 MHz. Le carré de la fonction de transfert d'amplitude du filtre est donné par l'expression suivante:

$$\left| H_{shaping}(f) \right|^2 = \frac{1}{1 + \left(\frac{f}{f_{3dB}}\right)^6}$$

Cette formule modélise également le transformateur de couplage sous la forme d'un filtre passe-haut avec une fréquence de coupure à 3 dB égale à 40 kHz correspondant à l'expression:

$$\left| H_{Transformer}(f) \right|^2 = \frac{f^2}{f^2 + f_c^2}$$

### A.3.3.3 Densité PSD ADSL aval simulée duplex par répartition en fréquence (FDD, *frequency division duplex*) PSD

La densité PSD ADSL aval avec FDD utilise le masque PSD de l'émetteur ATU-C pour une paradiaphonie réduite, tel qu'il est défini par la Figure A.2/G.992.1 [1]. La densité PSD simulée utilisée pour les essais de performances SHDSL sera définie de la même manière que pour le masque G.992.1, mais avec une réduction de 3,5 dBm/Hz pour toutes les fréquences.

### A.3.3.4 Densité PSD ADSL amont simulée

La densité PSD ADSL amont se base sur le masque PSD de l'émetteur ATU-R, tel qu'il est défini par la Figure A.3/G.992.1 [1]. La densité PSD simulée utilisée pour les essais de performances SHDSL sera définie de la même manière que pour le masque G.992.1, mais avec une réduction de 3,5 dBm/Hz pour toutes les fréquences.

### A.3.3.5 Densité PSD SHDSL amont simulée

Les masques de la densité PSD SHDSL sont définis au § A.4. La densité PSD simulée utilisée pour les essais de performances SHDSL correspondra au cas le plus défavorable de la sommation des densités PSD nominales amont indiquées au § A.4, avec une réduction de puissance de 0 dB. La densité PSD nominale est donnée par l'expression  $NominalPSD(f)$  des § A.4.1, A.4.2 et A.4.3.

### A.3.3.6 Densité PSD SHDSL aval simulée

Le § A.4 définit les masques de densité PSD SHDSL aval. La densité PSD simulée utilisée pour les essais de performances SHDSL correspondra au cas le plus défavorable de la sommation d'ensemble des densités PSD nominales aval indiquées au § A.4, avec une réduction de puissance de 0 dB. La densité PSD nominale est donnée par l'expression  $NominalPSD(f)$  des § A.4.1, A.4.2 et A.4.3.

### A.3.3.7 Densité PSD DSL simulée

La densité spectrale de puissance (PSD, *power spectral density*) des signaux perturbateurs pour un accès de base de ligne DSL est donnée par la formule suivante:

$$PSD_{DSL-Disturber} = K_{DSL} \times \frac{2}{f_0} \times \left[ \frac{\sin\left(\frac{\pi f}{f_0}\right)}{\left(\frac{\pi f}{f_0}\right)} \right]^2 \times \frac{1}{1 + \left(\frac{f}{f_{3dB}}\right)^4}, \quad f_{3dB} = 80 \text{ kHz}, 0 \leq f < \infty$$

où:

$$f_0 = 80 \text{ kHz}, K_{DSL} = \frac{5}{9} \times \frac{V_p^2}{R}, V_p = 2,50 \text{ V}, \text{ et } R = 135 \Omega$$

Cette équation donne la densité PSD d'un seul côté, c'est-à-dire l'intégrale de la densité PSD pour  $f$  variant de 0 à l'infini, la puissance étant exprimée en watts.  $PSD_{DSL-Disturber}$  représente la densité PSD d'un signal 2B1Q avec une rapidité de 80 ksymbole/s, des niveaux aléatoires équiprobables, des impulsions à sommets carrés occupant la totalité de la bande et un filtrage Butterworth d'ordre 2 ( $f_{3dB} = 80 \text{ kHz}$ ).

### A.3.3.8 Paradiaphonie

La fonction de transfert de puissance de paradiaphonie utilise le modèle d'Unger en deux parties qui possède une pente de 14 dB/décade pour les fréquences supérieures à 20 kHz et une pente de 4 dB/décade pour les fréquences inférieures ou égales à 20 kHz. Elle est définie comme suit,  $N$  étant égal au nombre total de signaux de paradiaphonie perturbateurs:

$$|H_{NEXT-2-Piece}(f, N)|^2 = \begin{cases} 4,6288 \times 10^{-10} \times f^{0,4} \times N^{0,6}, & f \leq 20 \text{ kHz} \\ 2,3144 \times 10^{-14} \times f^{1,4} \times N^{0,6}, & f > 20 \text{ kHz} \end{cases}$$

Le modèle d'Unger en deux parties sera utilisé pour modéliser la diaphonie lorsqu'on évalue une densité PSD asymétrique avec un débit de 1,536 ou 1,544 Mbit/s.

Le modèle en une partie pour la fonction de transfert de puissance de paradiaphonie est défini comme suit,  $N$  étant le nombre total de signaux de paradiaphonie perturbateurs:

$$|H_{NEXT-1-Piece}(f, N)|^2 = 0,8536 \times 10^{-14} \times f^{1,5} \times N^{0,6}$$

Le modèle en une partie sera utilisé pour modéliser la diaphonie lorsqu'on évalue les performances pour tous les débits et toutes les densités PSD autres que les densités PSD asymétriques avec un débit de 1,536 ou 1,544 Mbit/s.

La modélisation de la fonction de transfert de puissance pour la télédiaphonie est définie comme suit,  $N$  étant le nombre total de télédiaphonie perturbateurs:

$$|H_{FEXT}(f, N, L, D)|^2 = |L(f)|^2 \times D \times 7,744 \times 10^{-21} \times f^2 \times N^{0,6}$$

$L(f)$  représente l'affaiblissement d'insertion de la boucle traversée par le signal perturbateur lorsque ce signal et le signal faisant l'objet des essais sont adjacents dans le même serre-fils et  $D$  représente la longueur de la boucle exprimée en pieds. Le modèle de télédiaphonie sera utilisé pour représenter la diaphonie pour des signaux perturbateurs asymétriques (de manière spécifique pour les débits asymétriques de 1,544 Mbit/s et des lignes ADSL).

### A.3.3.9 Définition des densités PSD

Les définitions suivantes de densité PSD doivent être utilisées pour générer les combinaisons de signaux de diaphonie perturbateurs utilisées pour les essais de performances du Tableau A.1.

$$PSD_{Case-1} = \frac{24 \times PSD_{T1}(f) + 24 \times PSD_{SHDSL-1544-Asym-Down}(f)}{48} \times |H_{NEXT-2-Piece}(f, 48)|^2 +$$

$$PSD_{SHDSL-1544-Asym-Up}(f) \times |H_{FEXT}(f, 24, L_{C4}, 7600)|^2$$

$$PSD_{Case-2} = PSD_{SHDSL-1544-Asym-Down}(f) \times |H_{NEXT-2-Piece}(f, 39)|^2 +$$

$$PSD_{SHDSL-1544-Asym-Up}(f) \times |H_{FEXT}(f, 39, L_{C4}, 7600)|^2$$

$$PSD_{Case-3} = \frac{24 \times PSD_{ADSL-Down}(f) + 24 \times PSD_{HDSL}(f)}{48} \times |H_{NEXT-2-Piece}(f, 48)|^2 +$$

$$PSD_{ADSL-Up}(f) \times |H_{FEXT}(f, 24, L_{C4}, 7600)|^2$$

$$PSD_{Case-4} = \frac{24 \times PSD_{T1}(f) + 24 \times PSD_{SHDSL-1544-Asym-Down}(f)}{48} \times |H_{NEXT-2-Piece}(f, 48)|^2 +$$

$$PSD_{ADSL-1544-Asym-Up}(f) \times |H_{FEXT}(f, 24, L_{S9,0}, 9000)|^2$$

$$\begin{aligned}
PSD_{Case-5} &= PSD_{SHDSL-1544-Asym-Down}(f) \times |H_{NEXT-2-Piece}(f, 39)|^2 + \\
&\quad PSD_{SHDSL-1544-Asym-Up}(f) \times |H_{FEXT}(f, 39, L_{S9,0}, 9000)|^2 \\
PSD_{Case-6} &= \frac{24 \times PSD_{ADSL-Down}(f) + 24 \times PSD_{HDSL}(f)}{48} \times |H_{NEXT-2-Piece}(f, 48)|^2 + \\
&\quad PSD_{ADSL-Up}(f) \times |H_{FEXT}(f, 24, L_{S9,0}, 9000)|^2 \\
PSD_{Case-7} &= \frac{24 \times PSD_{T1}(f) + 24 \times PSD_{SHDSL-1544-Asym-Up}(f)}{48} \times |H_{NEXT-2-Piece}(f, 48)|^2 + \\
&\quad PSD_{SHDSL-1544-Asym-Down}(f) \times |H_{FEXT}(f, 24, L_{C4}, 7600)|^2 \\
PSD_{Case-8} &= \frac{24 \times PSD_{T1}(f) + 24 \times PSD_{SHDSL-1544-Asym-Up}(f)}{48} \times |H_{NEXT-2-Piece}(f, 48)|^2 + \\
&\quad PSD_{SHDSL-1544-Asym-Down}(f) \times |H_{FEXT}(f, 24, L_{S9,0}, 9000)|^2 \\
PSD_{Case-9} &= \frac{24 \times PSD_{T1}(f) + 24 \times PSD_{SHDSL-1544-Asym-Down}(f)}{48} \times |H_{NEXT-1-Piece}(f, 48)|^2 + \\
&\quad PSD_{SHDSL-1544-Asym-Up}(f) \times |H_{FEXT}(f, 24, L_{S6,3}, 6300)|^2 \\
PSD_{Case-10} &= \frac{24 \times PSD_{T1}(f) + 24 \times PSD_{SHDSL-1544-Asym-Down}(f)}{48} \times |H_{NEXT-1-Piece}(f, 48)|^2 + \\
&\quad PSD_{SHDSL-1544-Asym-Up}(f) \times |H_{FEXT}(f, 24, L_{BT1-C5,2}, 5200)|^2 \\
PSD_{Case-11} &= PSD_{SHDSL-2304-Sym}(f) \times |H_{NEXT-1-Piece}(f, 49)|^2 \\
PSD_{Case-12} &= PSD_{SHDSL-2304-Sym}(f) \times |H_{NEXT-1-Piece}(f, 49)|^2 \\
PSD_{Case-13} &= PSD_{SHDSL-2304-Sym}(f) \times |H_{NEXT-1-Piece}(f, 49)|^2 \\
PSD_{Case-14} &= \frac{24 \times PSD_{T1}(f) + 24 \times PSD_{SHDSL-1544-Asym-Up}(f)}{48} \times |H_{NEXT-1-Piece}(f, 48)|^2 + \\
&\quad PSD_{SHDSL-1544-Asym-Down}(f) \times |H_{FEXT}(f, 24, L_{BT1-R5,2}, 5200)|^2 \\
PSD_{Case-15} &= \frac{24 \times PSD_{ADSL-Down}(f) + 24 \times PSD_{SHDSL-2048-Sym}(f)}{48} \times |H_{NEXT-1-Piece}(f, 48)|^2 + \\
&\quad PSD_{ADSL-Up}(f) \times |H_{FEXT}(f, 24, L_{S6,8}, 6800)|^2 \\
PSD_{Case-16} &= PSD_{SHDSL-2048-Sym}(f) \times |H_{NEXT-1-Piece}(f, 49)|^2
\end{aligned}$$

$$PSD_{Case-17} = \frac{24 \times PSD_{T1}(f) + 24 \times PSD_{SHDSL-1544-Asym-Down}(f)}{48} \times |H_{NEXT-1-Piece}(f, 48)|^2 +$$

$$PSD_{SHDSL-1544-Asym-Up}(f) \times |H_{FEXT}(f, 24, L_{BT1-C5,6}, 5600)|^2$$

$$PSD_{Case-18} = PSD_{SHDSL-2048-Sym}(f) \times |H_{NEXT-1-Piece}(f, 49)|^2$$

$$PSD_{Case-19} = PSD_{SHDSL-2048-Sym}(f) \times |H_{NEXT-1-Piece}(f, 49)|^2$$

$$PSD_{Case-20} = \frac{24 \times PSD_{T1}(f) + 24 \times PSD_{SHDSL-1544-Asym-Up}(f)}{48} \times |H_{NEXT-1-Piece}(f, 48)|^2 +$$

$$PSD_{SHDSL-1544-Asym-Down}(f) \times |H_{FEXT}(f, 24, L_{BT1-R5,6}, 5600)|^2$$

$$PSD_{Case-21} = PSD_{SHDSL-1544-Asym-Down}(f) \times |H_{NEXT-1-Piece}(f, 39)|^2 +$$

$$PSD_{SHDSL-1544-Asym-Up}(f) \times |H_{FEXT}(f, 39, L_{S7,9}, 7900)|^2$$

$$PSD_{Case-22} = \frac{24 \times PSD_{ADSL-Down}(f) + 24 \times PSD_{SHDSL-1544-Asym-Down}(f)}{48} \times |H_{NEXT-1-Piece}(f, 48)|^2 +$$

$$\frac{24 \times PSD_{ADSL-Up}(f) + 24 \times PSD_{SHDSL-1544-Asym-Up}(f)}{48} \times |H_{FEXT}(f, 48, L_{BT1-C6,4}, 6400)|^2$$

$$PSD_{Case-23} = \frac{24 \times PSD_{ADSL-Down}(f) + 24 \times PSD_{SHDSL-1544-Sym}(f)}{48} \times |H_{NEXT-1-Piece}(f, 48)|^2 +$$

$$PSD_{ADSL-Up}(f) \times |H_{FEXT}(f, 24, L_{BT1-C6,4}, 6400)|^2$$

$$PSD_{Case-24} = PSD_{SHDSL-1544-Sym}(f) \times |H_{NEXT-1-Piece}(f, 49)|^2$$

$$PSD_{Case-25} = \frac{24 \times PSD_{T1}(f) + 24 \times PSD_{SHDSL-1544-Asym-Up}(f)}{48} \times |H_{NEXT-1-Piece}(f, 48)|^2 +$$

$$PSD_{SHDSL-1544-Asym-Down}(f) \times |H_{FEXT}(f, 24, L_{BT1-R6,4}, 6400)|^2$$

$$PSD_{Case-26} = PSD_{SHDSL-1544-Sym}(f) \times |H_{NEXT-1-Piece}(f, 49)|^2$$

$$PSD_{Case-27} = PSD_{HDSL}(f) \times |H_{NEXT-1-Piece}(f, 49)|^2$$

$$PSD_{Case-28} = PSD_{SHDSL-768-Sym}(f) \times |H_{NEXT-1-Piece}(f, 49)|^2$$

$$PSD_{Case-29} = PSD_{HDSL}(f) \times |H_{NEXT-1-Piece}(f, 49)|^2$$

$$PSD_{Case-30} = PSD_{HDSL}(f) \times |H_{NEXT-1-Piece}(f, 49)|^2$$

$$PSD_{Case-31} = PSD_{SHDSL-768-Sym}(f) \times |H_{NEXT-1-Piece}(f, 49)|^2$$

$$PSD_{Case-32} = PSD_{HDSL}(f) \times |H_{NEXT-1-Piece}(f, 49)|^2$$

$$PSD_{Case-33} = PSD_{HDSL}(f) \times |H_{NEXT-1-Piece}(f, 49)|^2$$

$$PSD_{Case-34} = PSD_{HDSL}(f) \times |H_{NEXT-1-Piece}(f, 49)|^2$$

$$PSD_{Case-35} = \frac{24 \times PSD_{ADSL-Down}(f) + 24 \times PSD_{HDSL}(f)}{48} \times |H_{NEXT-1-Piece}(f, 48)|^2 + PSD_{ADSL-Up}(f) \times |H_{FEXT}(f, 24, L_{BT_1-C10,4}, 10400)|^2$$

$$PSD_{Case-36} = \frac{24 \times PSD_{T1}(f) + 24 \times PSD_{HDSL}(f)}{48} \times |H_{NEXT-1-Piece}(f, 48)|^2$$

$$PSD_{Case-37} = \frac{24 \times PSD_{T1}(f) + 24 \times PSD_{SHDSL-768-Asym-Up}(f)}{48} \times |H_{NEXT-1-Piece}(f, 48)|^2 + PSD_{SHDSL-768-Asym-Down}(f) \times |H_{FEXT}(f, 24, L_{BT_1-R10,4}, 10400)|^2$$

$$PSD_{Case-38} = PSD_{ADSL-Up}(f) \times |H_{NEXT-1-Piece}(f, 39)|^2 +$$

$$PSD_{ADSL-Down}(f) \times |H_{FEXT}(f, 39, L_{BT_1-R10,4}, 10400)|^2$$

$$PSD_{Case-39} = \frac{24 \times PSD_{DSL}(f) + 24 \times PSD_{SHDSL-384-Sym}(f)}{48} \times |H_{NEXT-1-Piece}(f, 48)|^2$$

$$PSD_{Case-40} = \frac{24 \times PSD_{DSL}(f) + 24 \times PSD_{SHDSL-384-Sym}(f)}{48} \times |H_{NEXT-1-Piece}(f, 48)|^2$$

$$PSD_{Case-41} = PSD_{SHDSL-384-Sym}(f) \times |H_{NEXT-1-Piece}(f, 49)|^2$$

$$PSD_{Case-42} = \frac{24 \times PSD_{DSL}(f) + 24 \times PSD_{SHDSL-384-Sym}(f)}{48} \times |H_{NEXT-1-Piece}(f, 48)|^2$$

$$PSD_{Case-43} = \frac{24 \times PSD_{DSL}(f) + 24 \times PSD_{SHDSL-384-Sym}(f)}{48} \times |H_{NEXT-1-Piece}(f, 48)|^2$$

$$PSD_{Case-44} = PSD_{SHDSL-384-Sym}(f) \times |H_{NEXT-1-Piece}(f, 49)|^2$$

$$PSD_{Case-45} = PSD_{DSL}(f) \times |H_{NEXT-1-Piece}(f, 49)|^2$$

$$PSD_{Case-46} = PSD_{DSL}(f) \times |H_{NEXT-1-Piece}(f, 49)|^2$$

$$PSD_{Case-47} = \frac{24 \times PSD_{DSL}(f) + 24 \times PSD_{SHDSL-256-Sym}(f)}{48} \times |H_{NEXT-1-Piece}(f, 48)|^2$$

$$PSD_{Case-48} = PSD_{DSL}(f) \times |H_{NEXT-1-Piece}(f, 49)|^2$$

$$PSD_{Case-49} = PSD_{DSL}(f) \times |H_{NEXT-1-Piece}(f, 49)|^2$$

$$PSD_{Case-50} = \frac{24 \times PSD_{DSL}(f) + 24 \times PSD_{SHDSL-256-Sym}(f)}{48} \times |H_{NEXT-1-Piece}(f, 48)|^2$$

$$PSD_{Case-51} = PSD_{DSL}(f) \times |H_{NEXT-1-Piece}(f, 49)|^2$$

$$PSD_{Case-52} = PSD_{DSL}(f) \times |H_{NEXT-1-Piece}(f, 49)|^2$$

$$PSD_{Case-53} = \frac{24 \times PSD_{DSL}(f) + 24 \times PSD_{SHDSL-192-Sym}(f)}{48} \times |H_{NEXT-1-Piece}(f, 48)|^2$$

$$PSD_{Case-54} = PSD_{DSL}(f) \times |H_{NEXT-1-Piece}(f, 49)|^2$$

$$PSD_{Case-55} = PSD_{DSL}(f) \times |H_{NEXT-1-Piece}(f, 49)|^2$$

$$PSD_{Case-56} = \frac{24 \times PSD_{DSL}(f) + 24 \times PSD_{SHDSL-192-Sym}(f)}{48} \times |H_{NEXT-1-Piece}(f, 48)|^2$$

#### A.4 Masques de densité PSD

La valeur de la densité PSD mesurée en émission pour chaque unité STU et pour tous les débits de données, ne sera pas supérieure aux masques de densité PSD spécifiés par le présent paragraphe ( $PSDMASK_{SHDSL}(f)$ ); la puissance totale mesurée sur une impédance de 135  $\Omega$  se situera dans la gamme spécifiée par le présent paragraphe ( $P_{SHDSL} \pm 0,5$  dB).

La densité PSD dans la bande pour  $0 < f < 1,5$  MHz doit être mesurée avec une largeur de bande d'une résolution de 10 kHz.

NOTE – De grandes variations de la densité PSD sur d'étroits intervalles de fréquences (par exemple près de la jonction entre le lobe principal et le bruit de fond) pourraient nécessiter l'utilisation d'une largeur de bande à plus petite résolution (RBW, *resolution bandwidth*). Une bonne méthode empirique consiste à choisir une largeur de bande à plus petite résolution de telle sorte qu'il n'y ait pas plus de 1 dB de variation dans la densité PSD du signal dans cette largeur de bande.

La prise en charge des densités PSD symétriques spécifiées au § A.4.1 sera obligatoire pour tous les débits de données pris en charge. La prise en charge des densités PSD asymétriques spécifiées par les § A.4.2 et A.4.3 sera optionnelle.

### A.4.1 Masques de densité PSD symétrique

Il sera possible de sélectionner, dans l'unité STU, l'ensemble suivant de masques PSD ( $PSDMASK_{SHDSL}(f)$ ) pour toutes les valeurs de débit de données de trame:

$$PSDMASK_{SHDSL}(f) = \left\{ \begin{array}{l} 10^{\frac{-PBO}{10}} \times \frac{K_{SHDSL}}{135} \times \frac{1}{f_{sym}} \times \frac{\left[ \sin\left(\frac{\pi f}{Nf_{sym}}\right) \right]^2}{\left(\frac{\pi f}{Nf_{sym}}\right)^2} \times \frac{1}{1 + \left(\frac{f}{f_{3dB}}\right)^{2 \times Order}} \times 10^{\frac{MaskedOffsetdB(f)}{10}}, f < f_{int} \\ 0,5683 \times 10^{-4} \times f^{-1,5}, f_{int} \leq f \leq 1,1 \text{ MHz} \end{array} \right\}$$

la valeur de  $MaskOffsetdB(f)$  étant définie comme suit:

$$MaskOffsetdB(f) = \begin{cases} 1 + 0,4 \times \frac{f_{3dB} - f}{f_{3dB}}, & f < f_{3dB} \\ 1, & f \geq f_{3dB} \end{cases}$$

$f_{int}$  représente la fréquence du point d'intersection des deux fonctions définissant  $PSDMASK_{SHDSL}(f)$  dans la gamme de 0 à  $f_{sym}$ . PBO représente la valeur de réduction de puissance exprimée en dB. Le Tableau A.4 définit les valeurs de  $K_{SHDSL}$ ,  $Ordre$ ,  $N$ ,  $f_{sym}$ ,  $f_{3dB}$  et  $P_{SHDSL}$ .  $P_{SHDSL}$  représente le domaine de puissance de la densité PSD en émission avec une réduction de puissance de 0 dB.  $R$  représente le débit de données de charge utile.

**Tableau A.4/G.991.2 – Paramètres de densité PSD symétrique**

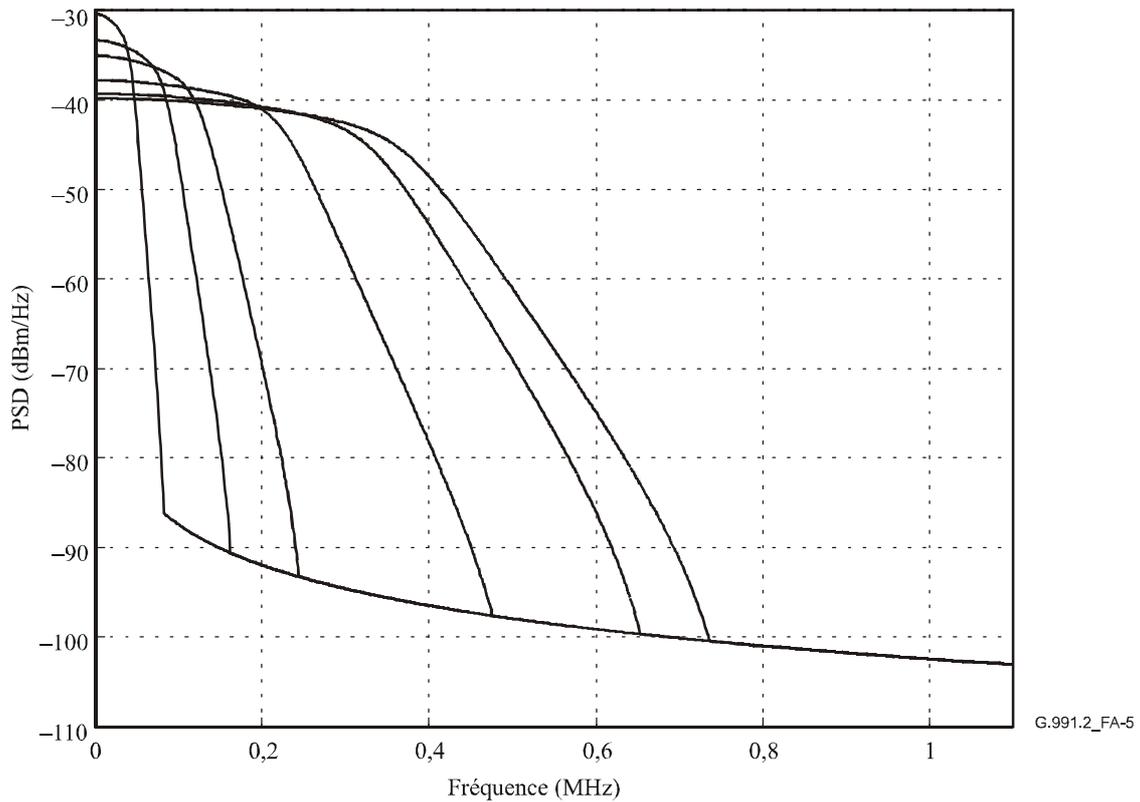
Débit de données de charge utile $R$ (kbit/s)	$K_{SHDSL}$	$Ordre$	$N$	$f_{sym}$ (ksymbole/s)	$f_{3dB}$	$P_{SHDSL}$ (dBm)
$R < 1536$	7,86	6	1	$(R + 8)/3$	$1,0 \times f_{sym}/2$	$P1(R) \leq P_{SHDSL} \leq 13,5$
1536 ou 1544	8,32	6	1	$(R + 8)/3$	$0,9 \times f_{sym}/2$	13,5
$R > 1544$	7,86	6	1	$(R + 8)/3$	$1,0 \times f_{sym}/2$	13,5

$P1(R)$  est défini comme suit:

$$P1(R) = 0,3486 \log_2(R \times 1000 + 8000) + 6,06 \text{ dBm}$$

Pour une réduction de puissance de 0 dB, la valeur mesurée pour la puissance en émission sur une impédance de 135  $\Omega$  se situera dans la gamme  $P_{SHDSL} \pm 0,5$  dB. Pour une réduction de puissance autre que 0 dB, la valeur mesurée pour la puissance en émission sur une impédance de 135  $\Omega$  se situera dans la gamme  $P_{SHDSL} \pm 0,5$  dB, diminué de la valeur de la réduction de puissance en dB. La valeur de densité PSD mesurée sur une impédance de 135  $\Omega$  restera inférieure à  $PSDMASK_{SHDSL}(f)$ .

La Figure A.5 représente les masques de densité PSD avec une réduction de puissance de 0 dB pour des débits de données de charge utile de 256, 512, 768, 1536, 2048 et 2304 kbit/s.



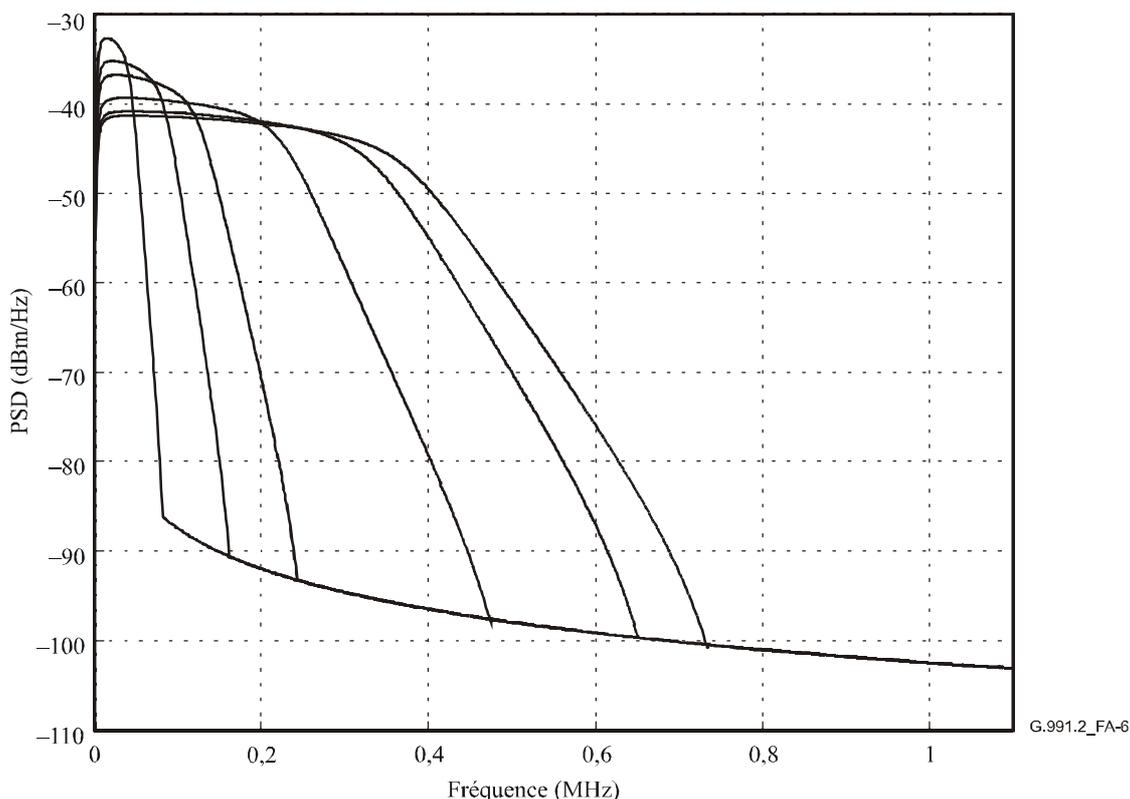
**Figure A.5/G.991.2 – Masques de densité PSD pour une réduction de puissance de 0 dB**

La formule suivante donne la densité PSD mesurée au niveau des terminaux:

$$NominalPSD(f) = \left\{ \begin{array}{l} 10^{\frac{-PBO}{10}} \times \frac{K_{SHDSL}}{135} \times \frac{1}{f_{sym}} \times \frac{\left[ \sin\left(\frac{\pi f}{Nf_{sym}}\right) \right]^2}{\left(\frac{\pi f}{Nf_{sym}}\right)^2} \times \frac{1}{1 + \left(\frac{f}{f_{3dB}}\right)^{2 \times Order}} \times \frac{f^2}{f^2 + f_c^2}, f < f_{int} \\ 0,5683 \times 10^{-4} \times f^{-1,5}, f_{int} \leq f \leq 1,1 \text{ MHz} \end{array} \right\}$$

$f_c$  étant la fréquence de coupure du transformateur, égale à 5 kHz par hypothèse. La Figure A.6 représente les densités PSD émises nominales avec une puissance de 13,5 dBm, pour des débits de données de charge utile de 256, 512, 768, 1536, 2048 et 2304 kbit/s.

NOTE 1 – La densité PSD nominale est indiquée à titre d'information, mais qu'elle est néanmoins utilisée pour les calculs de diaphonie (se référer aux § A.3.3.5 et A.3.3.6), compte tenu du fait qu'elle est représentative pour des implémentations usuelles.



**Figure A.6/G.991.2 – Densités PSD nominales pour une réduction de puissance de 0 dB**

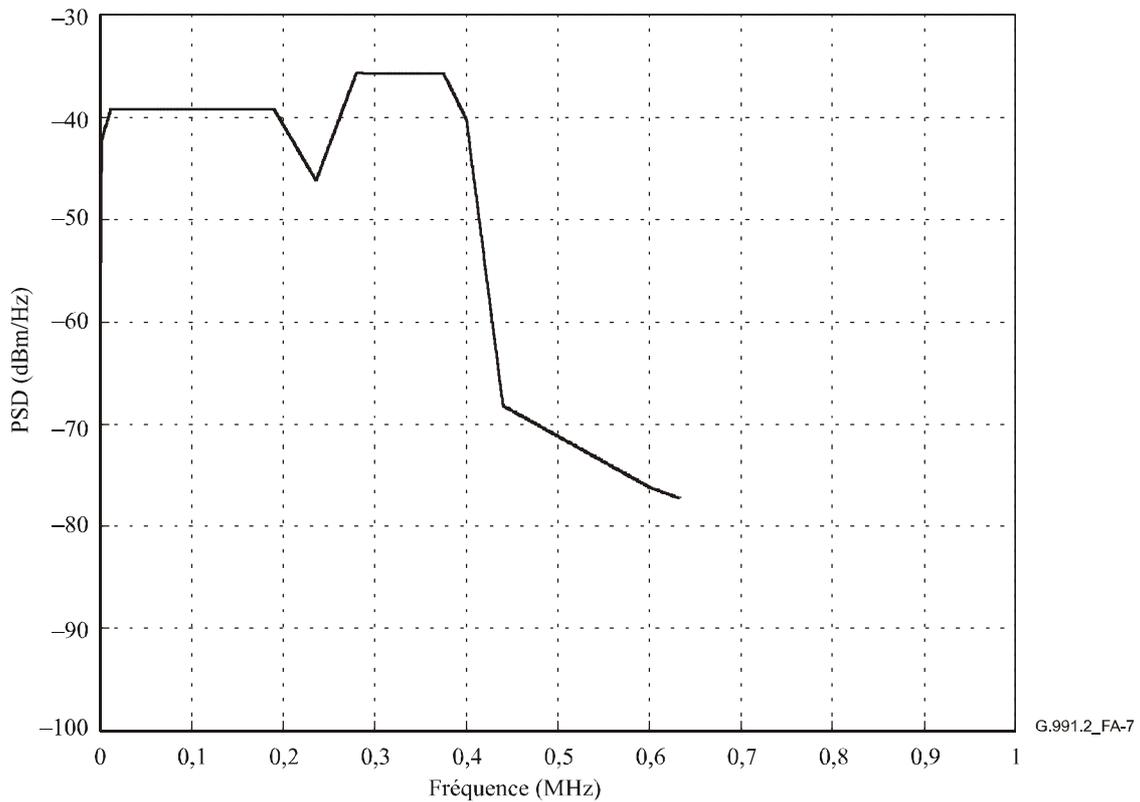
NOTE 2 – Dans le présent paragraphe,  $PSDMASK(f)$  et  $NominalPSD(f)$  sont exprimés en W/Hz et  $f$ , la fréquence, est exprimée en Hz.

#### **A.4.2 Masques de densité PSD asymétrique pour des débits de 1,536 ou 1,544 Mbit/s**

L'ensemble de masques de densité PSD asymétrique spécifié aux § A.4.2.1 et A.4.2.2 sera utilisé de manière optionnelle en Amérique du Nord pour des débits de données de charge utile de 1,536 et 1,544 Mbit/s (correspondant à des débits de données de trame de 1,544 et 1,552 Mbit/s). Les masques de densité PSD sont décrits pour une réduction de puissance de 0 dB. Les masques de densité PSD dans la bande passante se décaleront pour d'autres valeurs de réduction de puissance mais le masque restera constant en dehors de cette bande. La puissance et la densité spectrale de puissance sont mesurées sur une impédance de charge égale à 135  $\Omega$ .

##### **A.4.2.1 Masque de densité PSD pour l'unité STU-C**

La puissance de sortie de l'unité STU-C pour une réduction de puissance de 0 dB dans le mode "données" sera égale à  $(16,8 \pm 0,5)$  dBm dans la bande de fréquences de 0 à 440 kHz et sera limitée par le masque de la Figure A.7. Le Tableau A.5 donne les valeurs numériques s'appliquant pour le masque de la Figure A.7. Le masque de densité PSD est défini par une interpolation linéaire de la puissance (dBm/Hz) en fonction de la fréquence entre les valeurs indiquées par le Tableau A.5.



**Figure A.7/G.991.2 – Masque de densité PSD de l'unité STU-C pour 1,536 ou 1,544 Mbit/s avec une réduction de puissance de 0 dB**

**Tableau A.5/G.991.2 – Valeurs de masque de densité PSD de l'unité STU-C pour 1,536 ou 1,544 Mbit/s avec une réduction de puissance de 0 dB**

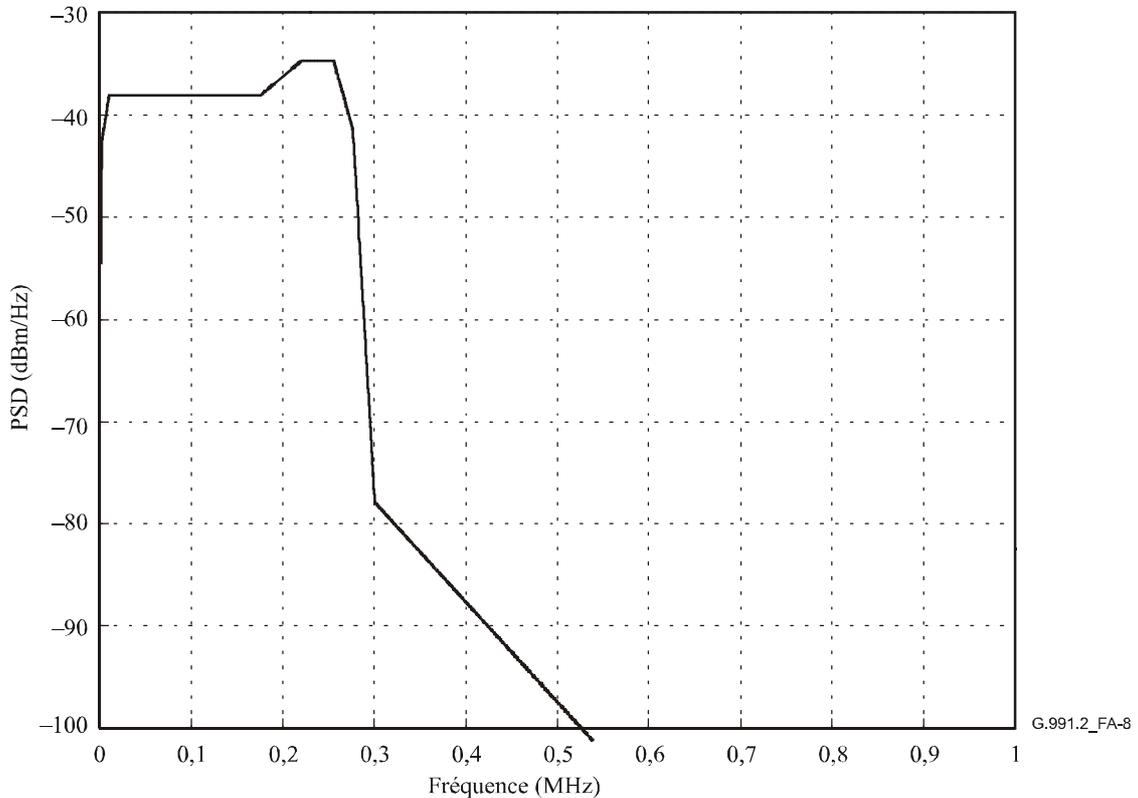
Fréquence (kHz)	Puissance maximale (dBm/Hz)	Fréquence (kHz)	Puissance maximale (dBm/Hz)	Fréquence (kHz)	Puissance maximale (dBm/Hz)
≤1	-54,2 – PBO	280	-35,7 – PBO	1000	-89,2
2	-42,2 – PBO	375	-35,7 – PBO	2000	-99,7
12	-39,2 – PBO	400	-40,2 – PBO	≥3000	-108
190	-39,2 – PBO	440	-68,2		
236	-46,2 – PBO	600	-76,2		

Le calcul du masque de densité PSD de l'unité STU-C se fera en soustrayant la valeur *PBO* (réduction de puissance en dB) de chaque valeur de densité PSD du Tableau A.5 pour des fréquences inférieures ou égales à 400 kHz et en utilisant ensuite une interpolation linéaire de la puissance (dBm/Hz) en fonction de la fréquence pour toutes les fréquences. La puissance de sortie de l'unité STU-C dans le mode "données" sera égale à  $(16,8 - PBO \pm 0,5)$  dBm dans la bande de fréquences de 0 à 440 kHz. Le niveau de puissance durant la phase de démarrage sera égal à  $(16,6 - PBO \pm 0,5)$  dBm La densité PSD nominale (*NominalPSD(f)*) est définie comme correspondant au masque de densité PSD avec une réduction de puissance de 1 dB.

NOTE – La densité PSD nominale est indiquée à titre d'information, mais elle est néanmoins utilisée pour les calculs de diaphonie (se référer aux § A.3.3.5 et A.3.3.6), compte tenu du fait qu'elle est représentative pour des implémentations usuelles.

### A.4.2.2 Masque de densité PSD pour l'unité STU-R

Pour une réduction de puissance de 0 dB, la puissance de sortie de l'unité STU-R dans le mode "données" sera égale à  $(16,5 \pm 0,5)$  dBm dans la bande de fréquences de 0 à 300 kHz et limitée par le masque de la Figure A.8. Le Tableau A.6 donne les valeurs numériques s'appliquant pour le masque de la Figure A.8. Le masque de densité PSD est défini par une interpolation linéaire de la puissance (dBm/Hz) en fonction de la fréquence entre les valeurs indiquées par le Tableau A.6.



**Figure A.8/G.991.2 – Masque de densité PSD de l'unité STU-R pour 1,536 ou 1,544 Mbit/s avec une réduction de puissance de 0 dB**

**Tableau A.6/G.991.2 – Valeur du masque de densité PSD de l'unité STU-R pour 1,536 ou 1,544 Mbit/s avec une réduction de puissance de 0 dB**

Fréquence (kHz)	Puissance maximale (dBm/Hz)	Fréquence (kHz)	Puissance maximale (dBm/Hz)	Fréquence (kHz)	Puissance maximale (dBm/Hz)
≤1	-54,2 – PBO	220	-34,4 – PBO	555	-102,6
2	-42,1 – PBO	255	-34,4 – PBO	800	-105,6
10	-37,8 – PBO	276	-41,1 – PBO	1400	-108
175	-37,8 – PBO	300	-77,6	≥2000	-108

Le calcul du masque de densité PSD de l'unité STU-R se fera en soustrayant la valeur  $PBO$  (réduction de puissance en dB) de chaque valeur de densité PSD du Tableau A.6, pour des fréquences inférieures ou égales à 276 kHz, et en utilisant ensuite une interpolation linéaire de la puissance (dBm/Hz) en fonction de la fréquence pour toutes les fréquences. La puissance de sortie de l'unité STU-R dans le mode "données" sera égale à  $(16,5 - PBO \pm 0,5)$  dBm dans la bande de fréquences de 0 à 300 kHz. Le niveau de puissance durant la phase de démarrage sera égal à  $(16,3 - PBO \pm 0,5)$  dBm. La densité PSD nominale ( $NominalPSD(f)$ ) est définie comme correspondant au masque de densité PSD avec une réduction de puissance de 1 dB.

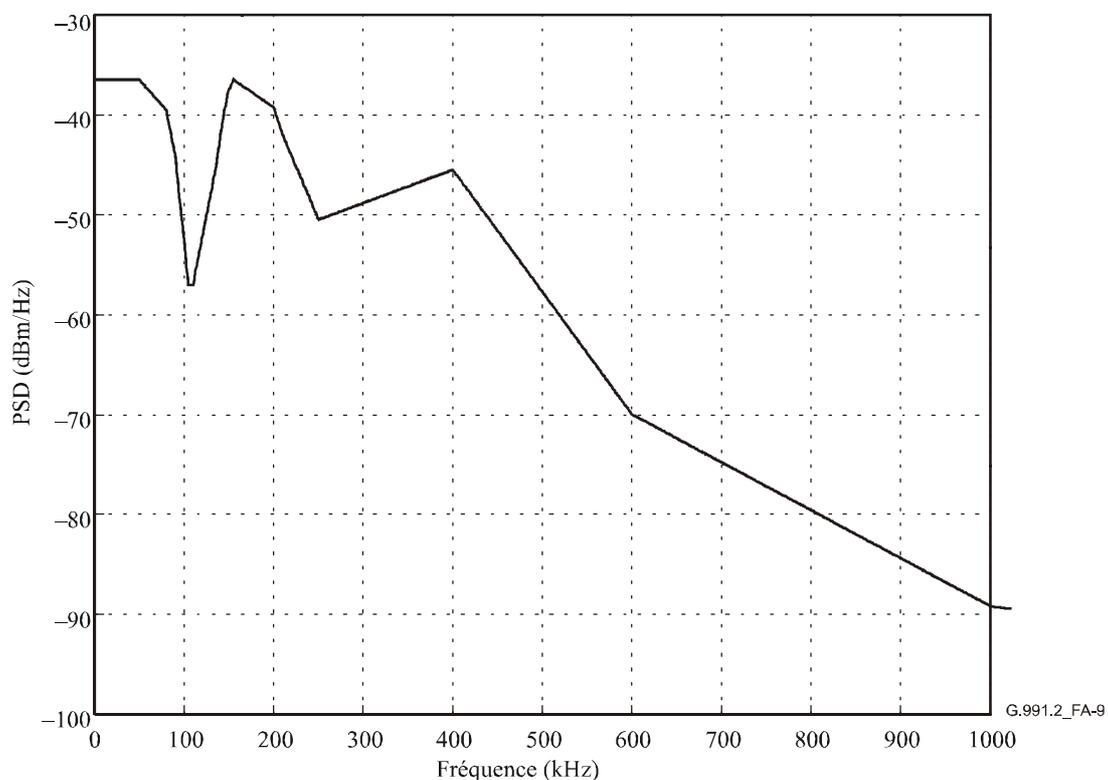
NOTE – La densité PSD nominale est indiquée à titre d'information, mais elle est néanmoins utilisée pour les calculs de diaphonie (se référer aux § A.3.3.5 et A.3.3.6), compte tenu du fait qu'elle est représentative pour des implémentations usuelles.

### A.4.3 Masques de densité PSD asymétrique pour des débits de données de 768 ou 776 kbit/s

L'ensemble des masques de densité PSD asymétrique spécifié aux § A.4.3.1 et A.4.3.2 sera pris en charge de manière optionnelle en Amérique du Nord pour les débits de données de charge utile de 768 kbit/s et 776 kbit/s (correspondant à des débits de données de trame de 776 et 784 kbit/s). Les masques de densité PSD sont décrits pour une réduction de puissance de 0 dB. Les masques de bande passante de densité PSD se décaleront pour d'autres valeurs de réduction de puissance mais le masque restera constant en dehors de cette bande. La puissance et la densité spectrale de puissance sont mesurées sur une impédance de charge égale à 135  $\Omega$ .

#### A.4.3.1 Masque de densité PSD pour l'unité STU-C

La puissance de sortie de l'unité STU-C pour une réduction de puissance de 0 dB dans le mode "données" sera égale à  $(14,1 \pm 0,5)$  dBm dans la bande de fréquences de 0 à 600 kHz et sera limitée par le masque de la Figure A.9. Le Tableau A.7 donne les valeurs numériques s'appliquant pour le masque de la Figure A.9. Le masque de densité PSD est défini par une interpolation linéaire de la puissance (dBm/Hz) en fonction de la fréquence entre les valeurs indiquées par le Tableau A.7.



**Figure A.9/G.991.2 – Masque de densité PSD de l'unité STU-C pour 768 ou 776 kbit/s avec une réduction de puissance de 0 dB**

**Tableau A.7/G.991.2 – Valeurs de masque de densité PSD de l'unité STU-C pour 768 ou 776 kbit/s avec une réduction de puissance de 0 dB**

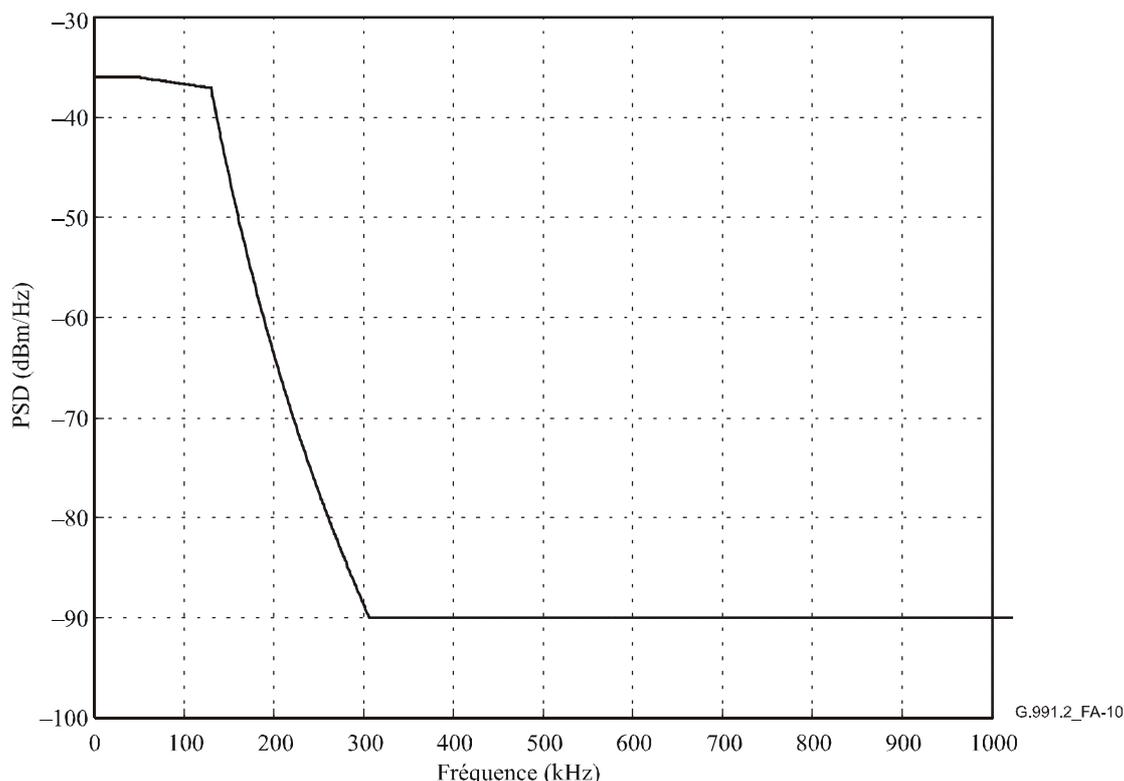
Fréquence (kHz)	Puissance maximale (dBm/Hz)	Fréquence (kHz)	Puissance maximale (dBm/Hz)	Fréquence (kHz)	Puissance maximale (dBm/Hz)
≤50	-36,5 – PBO	135	-45,5 – PBO	250	-50,5 – PBO
80	-39,5 – PBO	145	-39,5 – PBO	400	-45,5 – PBO
90	-44 – PBO	150	-37,5 – PBO	600	-70
105	-57 – PBO	155	-36,5 – PBO	1000	-89,2
110	-57 – PBO	200	-39,25 – PBO	2000	-99,7
		210	-42 – PBO	≥3000	-108

Le calcul du masque de densité PSD de l'unité STU-C se fera en soustrayant la valeur *PBO* (réduction de puissance en dB) de chaque valeur de densité PSD du Tableau A.7, pour des fréquences inférieures ou égales à 400 kHz, puis par interpolation linéaire de la fréquence et de la puissance (dBm/Hz) pour toutes les fréquences. La puissance de sortie de l'unité STU-C dans le mode "données" sera égale à  $(14,1 - PBO \pm 0,5)$  dBm dans la bande de fréquences de 0 à 600 kHz. Le niveau de puissance durant la phase de démarrage sera égal à  $(13,9 - PBO \pm 0,5)$  dBm. La densité PSD nominale (*NominalPSD(f)*) est définie comme correspondant au masque de densité PSD avec une réduction de puissance de 1 dB, multiplié par la quantité  $f^2/(f^2 + f_c^2)$ , *f* étant la fréquence exprimée en Hz et *f<sub>c</sub>* étant égale à 5000 Hz, fréquence nominale de coupure du transformateur.

NOTE – La densité PSD nominale est indiquée à titre d'information, mais elle est néanmoins utilisée pour les calculs de diaphonie (se référer aux § A.3.3.5 et A.3.3.6), compte tenu du fait qu'elle est représentative pour des implémentations usuelles.

#### **A.4.3.2 Masque de densité PSD pour l'unité STU-R**

Pour une réduction de puissance de 0 dB, la puissance de sortie de l'unité STU-R dans le mode "données" sera égale à  $(14,1 \pm 0,5)$  dBm dans la bande de fréquences de 0 à 300 kHz et limitée par le masque de la Figure A.10. Le Tableau A.8 indique les équations pour le calcul du masque de la Figure A.10.



**Figure A.10/G.991.2 – Masque de densité PSD de l'unité STU-R pour 768 ou 776 kbit/s avec une réduction de puissance de 0 dB**

**Tableau A.8/G.991.2 – Valeurs de masque de densité PSD de l'unité STU-R pour 768 ou 776 kbit/s avec une réduction de puissance de 0 dB**

Fréquence $f$ (Hz)	Puissance maximale (dBm/Hz)
$0 < f \leq 50\ 000$	$-36 - PBO$
$50\ 000 < f \leq 125\ 000$	$-36 - PBO - ((f - 50\ 000)/75\ 000)$
$125\ 000 < f \leq 130\ 000$	$-37 - PBO$
$130\ 000 < f \leq 307\ 000$	$-37 - PBO - 142 \log_{10}(f/130\ 000)$
$307\ 000 < f \leq 1\ 221\ 000$	-90
$1\ 221\ 000 < f \leq 1\ 630\ 000$	-90 en pic, avec une puissance maximale de $(-90 - 48 \log_2(f/1\ 221\ 000) + 60)$ dBm dans la fenêtre $[f, f + 1\ \text{MHz}]$
$f > 1\ 630\ 000$	-90 en pic, avec une puissance maximale de -50 dBm dans la fenêtre $[f, f + 1\ \text{MHz}]$

Le calcul du masque de densité PSD de l'unité STU-R se fera en soustrayant la valeur  $PBO$  (réduction de puissance en dB) de chaque valeur de densité PSD du Tableau A.8, pour des fréquences inférieures ou égales à 307 kHz, puis par évaluation des équations de puissance (dBm/Hz) pour toutes les fréquences. La puissance de sortie de l'unité STU-R dans le mode "données" sera égale à  $(14,1 - PBO \pm 0,5)$  dBm dans la bande de fréquences de 0 à 307 kHz. Le niveau de puissance durant la phase de démarrage sera égal à  $(13,9 - PBO \pm 0,5)$  dBm. La densité PSD nominale ( $NominalPSD(f)$ ) est définie comme correspondant au masque de densité PSD avec une réduction de puissance de 1 dB, multiplié par la quantité  $f^2/(f^2 + f_c^2)$ ,  $f$  étant la fréquence exprimée en Hz et  $f_c$  étant égale 5000 Hz, fréquence nominale de coupure du transformateur.

NOTE – La densité PSD nominale est indiquée à titre d'information, mais elle est néanmoins utilisée pour les calculs de diaphonie (se référer aux § A.3.3.5 et A.3.3.6), compte tenu du fait qu'elle est représentative pour des implémentations usuelles.

## A.5 Caractéristiques fonctionnelles propres à la région

### A.5.1 Débit de données

Le Tableau A.9 indique le fonctionnement spécifié pour l'unité STU en mode "données" avec le débit d'informations correspondant.

Tableau A.9/G.991.2 – Débit de données en mode "trame"

Débit de données de charge utile $R$ (kbit/s)	Modulation	Débit de symbole (ksymbole/s)	$K$ (bits/symbole)
$R = n \times 64 + (i) \times 8$	16-TCPAM	$(R + 8) \div 3$	3

Aucune limitation autre que celles spécifiées au § 5 et répétées aux § 7.1.1, 8.1 et 8.2 ne s'appliquera aux équipements prenant en charge les fonctionnalités de l'Annexe A.

### A.5.2 Affaiblissement d'adaptation

L'affaiblissement d'adaptation des équipements prenant en charge les fonctionnalités de l'Annexe A sera spécifié sur la base de la méthodologie du § 11.3 et des limitations indiquées par la Figure 11-6. Les définitions suivantes s'appliqueront aux valeurs indiquées par la Figure 11-6:

$$RL_{\text{MIN}} = 12 \text{ dB}$$

$$f_0 = 12,56 \text{ kHz}$$

$$f_1 = 50 \text{ kHz}$$

$$f_2 = f_{\text{sym}}/2$$

$$f_3 = 1,99 f_{\text{sym}}$$

$f_{\text{sym}}$  représentant le débit de symbole.

### A.5.3 Alimentation par l'arc

Une fonctionnalité optionnelle permet à l'unité STU-C de fournir à une unité STU-R une alimentation en énergie par le biais de l'arc. L'unité STU-C satisfera aux prescriptions du § A.5.3.1 si cette fonctionnalité est fournie. Une fonctionnalité optionnelle permet à une unité STU-R (ou à une unité SRU) de recevoir une alimentation en énergie distante par le biais de l'arc. L'unité STU-R ou SRU satisfera aux prescriptions du § A.5.3.2 si cette fonctionnalité est fournie. Les segments qui ne prennent pas en charge l'alimentation par l'arc ou qui ont désactivé cette fonctionnalité peuvent fournir facultativement du courant de mouillage (de maintien), comme indiqué au § A.5.3.3.

Les unités STU-C, STU-R et SRU respecteront toutes les normes industrielles de sécurité susceptibles de s'appliquer et qui correspondent aux conditions de leur déploiement. Il est en particulier fortement souhaitable que les équipements SHDSL se conforment à la Rec. UIT-T K.50 [B4].

Si une unité STU-R est mise en place sous la forme d'un équipement CPE (c'est-à-dire, si elle fait partie de l'installation de l'abonné), l'alimentation par l'arc sera alors désactivée au niveau de l'unité STU-C. Cette dernière peut fournir, d'une manière optionnelle, le courant de mouillage, comme spécifié par le § A.5.3.3.

Lorsqu'elle est implémentée, l'alimentation par l'arc SHDSL prendra en charge la fourniture d'une alimentation en courant continu vers des unités terminales distantes pour des résistances d'arc sur une boucle unique allant de 0 à 1800  $\Omega$ . La résistance maximale de l'arc tiendra compte du cas le

plus défavorable des résistances de la boucle et des câblages au sein du centre de commutation et du site distant. La fourniture d'énergie à l'unité STU-C par le biais de l'arc sera conçue comme une source de tension avec un circuit limiteur de tension appliquant toutes les normes de référence.

Les prescriptions d'alimentation définies dans le présent texte sont prévues pour une utilisation sur un segment unique entre une unité STU-C et une unité STU-R ou SRU. L'application de ces prescriptions à un cas mettant en jeu l'unité STU-C avec une unité SRU conduira à la terminaison des tensions d'alimentation par l'arc au niveau de l'unité SRU. Des segments consécutifs peuvent prendre en charge d'une manière optionnelle le courant de mouillage. L'alimentation par le biais d'arcs consécutifs n'est pas interdite, mais les prescriptions correspondantes appellent une étude ultérieure. Le courant de mouillage peut être pris en charge d'une manière optionnelle pour des segments d'un type quelconque (STU-R vers STU-C, STU-C vers SRU, SRU vers STU-R ou SRU vers SRU-R).

Les unités STU-C et STU-R (ou SRU) satisferont aux prescriptions suivantes de manière à assurer un interfonctionnement fiable lorsque l'alimentation par l'arc est implémentée:

### A.5.3.1 Source d'alimentation de l'unité STU-C par l'arc

#### A.5.3.1.1 Tension de sortie

La tension de sortie maximale entre pointe et nuque sera égale à 200 V; la tension minimale sera égale à 160 V.

#### A.5.3.1.2 Puissance

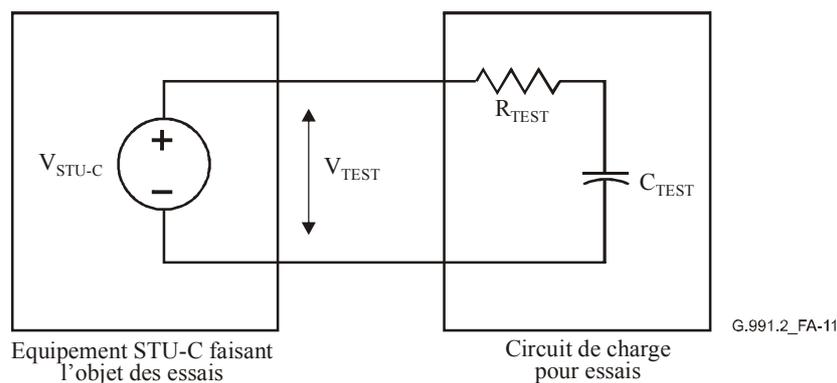
La puissance minimale de sortie en régime permanent sera égale à 15 W.

#### A.5.3.1.3 Polarité

Le potentiel négatif sera appliqué à la terminaison appelée "nuque" ou "R" (*ring*). Le potentiel entre le fil de pointe et la masse sera nul ou négatif.

#### A.5.3.1.4 Taux de montée

Le taux de montée de la tension de l'alimentation au niveau de l'interface de boucle de l'unité STU-C au moment de la mise sous tension (taux de montée de  $V_{TEST}$ ) sera égal à au moins 1 V/ms mais inférieur ou égal à 30 V/ms, lorsque la mesure est faite au moyen du circuit d'essai de la Figure A.11 dans les conditions d'essai définies par le Tableau A.10.



**Figure A.11/G.991.2 – Circuit d'essai du taux de montée de l'unité STU-C lors de la mise sous tension**

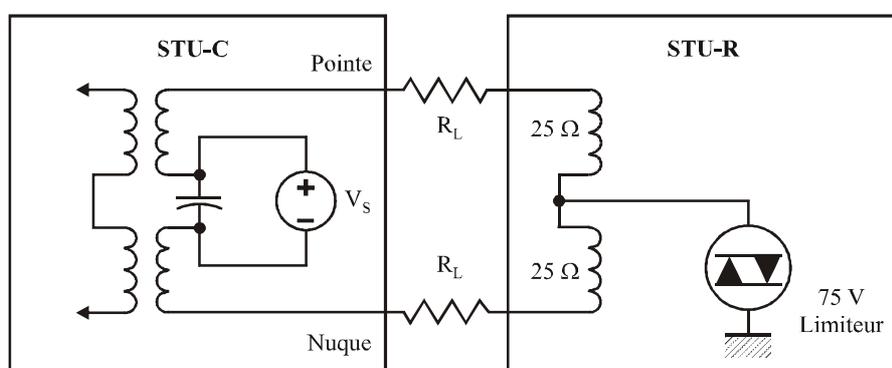
**Tableau A.10/G.991.2 – Conditions d'essai pour le taux de montée de l'unité STU-C**

$C_{TEST}$ ( $\mu F$ )	$R_{TEST}$ ( $\Omega$ )
1,0	100
1,0	1800
15	100
15	1800

NOTE (informative) – Les spécifications de tension de sortie pour l'unité STU-C conduisent à une charge de puissance distante maximale égale à 7,1 W sur une boucle de 900  $\Omega$ .

#### A.5.3.1.5 Oscillations de la fourniture d'énergie

L'alimentation de l'unité STU-C doit être conçue de manière que des oscillations de l'alimentation (susceptibles de conduire à un couplage de bruit excessif avec d'autres paires de fils dans le câble) ne se manifestent pas avec le circuit de protection dont les caractéristiques électriques sont indiquées par la Figure A.12.



G.991.2\_FA-12

NOTE (informative) – Compte tenu de limitations adéquates de courant (par rapport à la masse), ces prescriptions n'entrent pas en conflit avec les critères de limite de tension de classe 2 indiqués dans la référence [B5].

**Figure A.12/G.991.2 – Exemple de circuit d'oscillation d'alimentation**

#### A.5.3.2 Alimentation de l'unité STU-R (et SRU)

##### A.5.3.2.1 Tension en entrée

L'unité STU-R (ou SRU) fonctionnera correctement pour des tensions en entrée allant de 80 V à 200 V. L'unité STU-R (ou SRU) peut fonctionner avec des tensions en entrée inférieures à 80 V.

##### A.5.3.2.2 Polarité

Une unité STU-R (ou SRU) fonctionnera de manière normale quelle que soit la polarité de la tension à l'entrée de la ligne. Il convient de noter qu'une inversion des fils de pointe et de nuque est indiquée par le biais du canal EOC dans le message "réponse de statut de maintenance" (§ 9.5.5.7.20).

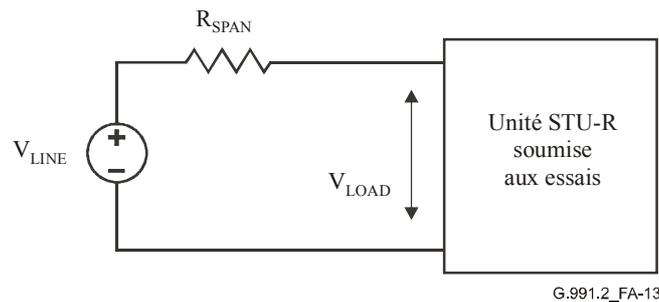
##### A.5.3.2.3 Capacitance

La capacitance de l'unité STU-R (ou SRU) sera inférieure ou égale à 15  $\mu F$ .

#### A.5.3.2.4 Caractéristique de charge

Afin de garantir la stabilité de l'alimentation dans les phases de mise sous tension et de fonctionnement permanent, l'unité STU-R (ou SRU) présentera une caractéristique de charge qui produit les mesures observables suivantes lorsqu'elle est insérée dans le circuit d'essai représenté par la Figure A.13.

On observera et on enregistrera les valeurs de  $V_{LINE}$  et  $V_{LOAD}$  lorsque la tension  $V_{LINE}$  passe de 0 V à la tension maximale spécifiée avec le taux de montée spécifié. Soit  $t_0$  l'instant correspondant au point de la séquence de mise sous tension pour lequel  $V_{LOAD} = V_{LINE}/2$ . La caractéristique de charge de l'unité STU-R (ou SRU) soumise aux essais sera telle que, pour tout instant  $t > t_0$ , l'inégalité  $V_{LOAD} > V_{LINE}/2$  est vérifiée. Ce critère sera rempli pour toutes les situations d'essai définies dans le Tableau A.11.



**Figure A.13/G.991.2 – Circuit d'essai de la caractéristique de charge lors de la mise sous tension de l'unité STU-R**

**Tableau A.11/G.991.2 – Conditions d'essai des caractéristiques de charge lors de la mise sous tension de l'unité STU-R**

Taux de montée de $V_{LINE}$ (V/ms)	Tension $V_{LINE}$ maximale	$R_{SPAN}$ ( $\Omega$ )
1,0	200	100
1,0	160	1800
30,0	200	100
30,0	160	1800

L'alimentation utilisée lors des essais pour générer la tension  $V_{LINE}$  doit avoir une capacité de charge minimale de 20 W pour toutes les tensions de sortie allant jusqu'à 200 V. Cette alimentation utilisera un régulateur de tension linéaire afin de minimiser les transitoires de tension (mesurées pour  $V_{LINE}$ ) en présence de variations de la charge d'essai.

#### A.5.3.3 Courant de mouillage

L'unité STU-R (ou SRU-R) aura la capacité d'extraire du circuit d'alimentation distant un courant de mouillage (de maintien) entre 1,0 et 20 mA lorsque l'alimentation par l'arc est désactivée ou qu'elle n'est pas prise en charge. Le taux de variation maximal du courant de mouillage ne sera pas supérieur à 20 mA par seconde.

L'unité STU-C (ou SRU-C) peut, d'une manière optionnelle, fournir l'énergie pour la prise en charge du courant de mouillage si l'alimentation par l'arc est désactivée ou n'est pas prise en charge. Lorsqu'elle est activée, cette source d'énergie devrait fournir une tension nominale de  $-48$  V mesurée à la nuque par rapport à la pointe. La tension maximale de la source d'énergie (si cette dernière est fournie) sera limitée à  $-56,5$  V. La tension minimale sera suffisante pour fournir une tension d'au moins  $-39$  V au niveau de l'entrée de l'unité STU-R (ou SRU-R) mesurée à la nuque

par rapport à la pointe, pour garantir que la terminaison métallique de l'unité STU-R (ou SRU-R) tournera et permettra au courant de mouillage de circuler. La source de courant de mouillage n'appliquera en aucun cas une tension supérieure à  $-72$  V entre nuque et pointe. Le potentiel entre le fil de pointe et la terre devrait être nul ou négatif.

#### **A.5.3.4 Terminaison métallique**

Une terminaison métallique sera fournie au niveau de l'unité STU-R en association avec l'utilisation du courant de mouillage (§ A.5.3.3). L'unité SRU-R respectera les mêmes prescriptions que celles qui sont spécifiées dans le présent paragraphe pour une unité STU-R.

Le Tableau A.12 et la Figure A.14 donnent les caractéristiques s'appliquant au courant continu de la terminaison métallique de l'unité STU-R. La terminaison métallique fournit un chemin de courant direct entre pointe et nuque au niveau de l'unité STU-R, constituant un itinéraire pour un courant de maintien. L'utilisation des fonctions non linéaires de la terminaison métallique permet à un système d'essai situé du côté réseau d'identifier la présence d'une unité STU-R conforme sur le côté client de l'interface. Les caractéristiques de la terminaison métallique ne seront pas affectées par l'état de l'unité STU-R, qui peut se trouver dans un état d'alimentation quelconque ou sans alimentation.

La terminaison métallique en bande de base peut se trouver dans l'un des états suivants:

- a) état "Fermé" ou conducteur;
- b) état "Ouvert" ou non conducteur.

##### **A.5.3.4.1 Etat "Fermé"**

L'application d'une tension supérieure à la tension d'activation/de désactivation  $V_{AN}$  sur la terminaison métallique pendant une durée supérieure à la durée d'activation provoquera le passage de la terminaison dans l'état "Fermé". La tension d'activation/de désactivation se situera entre 30,0 et 39,0 V et la durée d'activation entre 3,0 et 50,0 ms. Dans le cas d'un changement d'état, la transition s'effectuera dans un délai de 50 ms à partir du moment où la tension appliquée à la terminaison dépasse pour la première fois le seuil  $V_{AN}$ . L'application d'une tension supérieure à  $V_{AN}$  pendant une durée inférieure à 3,0 ms ne provoquera pas le passage de la terminaison dans l'état "Fermé". Se référer au Tableau A.12 et à la Figure A.14.

Le courant sera supérieur ou égal à 20 mA dans l'état "Fermé" lorsque la tension appliquée à travers la terminaison est égale à 15 V. La terminaison métallique restera dans l'état "Fermé" tant que le courant reste supérieur au seuil  $I_{HR}$  (se référer au Tableau A.12 et à la Figure A.14) dont la valeur sera comprise entre 0,1 et 1,0 mA. L'application d'une tension de 90,0 V à travers une résistance comprise entre 200 et 4000  $\Omega$  (pendant une durée maximale de 2 s) provoquera un courant supérieur à 9,0 mA.

##### **A.5.3.4.2 Etat "Ouvert"**

La terminaison métallique passera dans l'état "Ouvert" si le courant passe, pendant une durée supérieure à la durée de "libération garantie" (100 ms), sous le seuil  $I_{HR}$ , dont la valeur sera comprise entre 0,1 et 1,0 mA (se référer au Tableau A.12 et à la Figure A.14). Lorsqu'un changement d'état se produit, la transition s'effectuera dans un laps de temps de 100 ms à partir de l'instant où le courant est passé la première fois sous le seuil  $I_{HR}$ . La terminaison ne passera pas dans l'état "Ouvert" si le courant reste inférieur à  $I_{HR}$  pendant une durée de moins de 3,0 ms. Dans l'état "Ouvert", le courant sera inférieur à 5,0  $\mu$ A lorsque la tension est inférieure à 20,0 V. Le courant ne sera pas supérieur à 1,0 mA lorsque la tension sur la terminaison reste inférieure à la tension d'activation.

Le Tableau A.12 et la Figure A.14 fournissent des informations descriptives.

### A.5.3.4.3 Capacitance de l'unité STU-R

La capacitance entre pointe et nuque de l'unité STU-R mesurée à une fréquence inférieure à 100 Hz sera égale à  $1,0 \mu\text{F} \pm 10\%$  lorsque la terminaison métallique est dans l'état "Ouvert".

### A.5.3.4.4 Comportement de l'unité STU-R pendant les essais métalliques

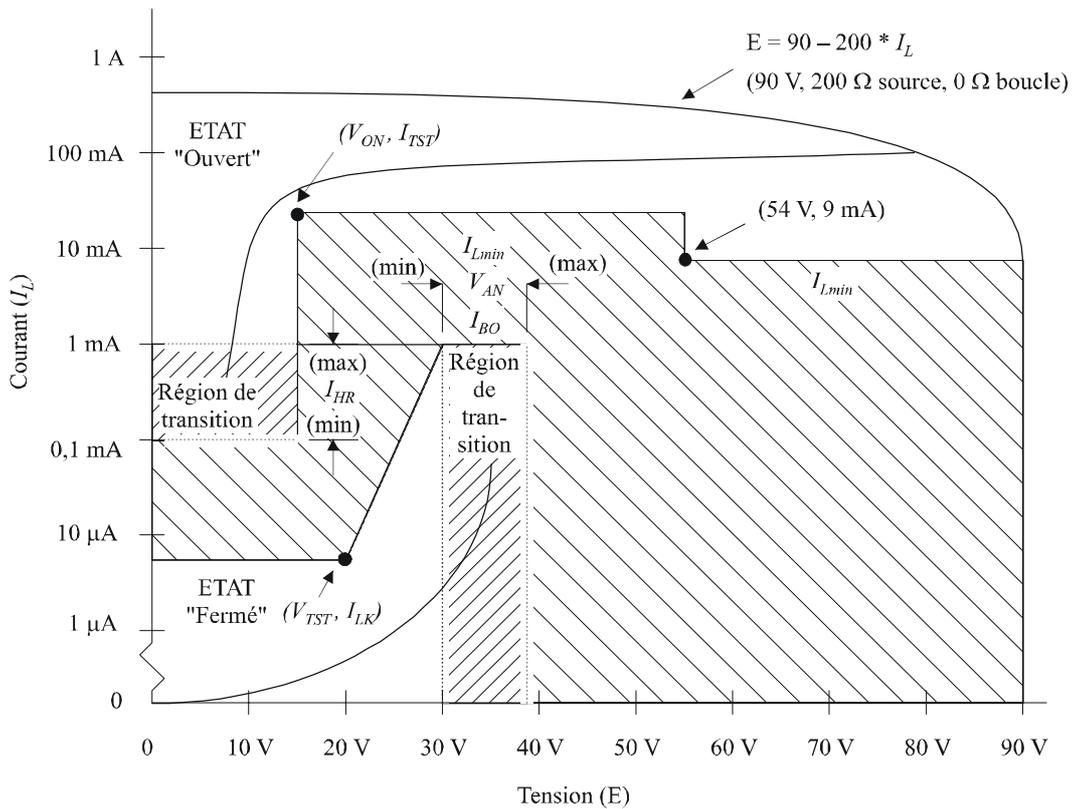
L'unité STU-R se comportera comme suit pendant les essais métalliques:

- a) lorsqu'une tension d'essai pouvant aller jusqu'à  $90 \text{ V}^2$  est appliquée à la boucle soumise aux essais, l'unité STU-R présentera une terminaison métallique continue telle qu'elle est définie dans le Tableau A.12 et la Figure A.14 du § A.5.3.4, sans déclencher de dispositif de protection susceptible de masquer cette signature. La valeur des résistances en série (système d'essai + jonction d'essai + boucle + marge) peut varier de 200 à  $4000 \Omega$  (avec deux conducteurs équilibrés);
- b) l'unité STU-R peut limiter d'une manière optionnelle les courants supérieurs à 25 mA (courant de maintien maximal de 20 mA + marge d'implémentation de 5 mA).

**Tableau A.12/G.991.2 – Caractéristiques de la terminaison métallique continue au niveau de l'unité STU-R**

Type de fonctionnement	Terminaison normalement "Ouverte" en courant continu. "Fermée" par l'application d'une tension métallique. Reste "Fermée" par application du courant de boucle. Redevient "Ouverte" lorsque le courant de boucle est interrompu.
Courant dans l'état "Fermé" avec une tension de 15 V	$\geq 20 \text{ mA}$
Réduction de la tension continue (dans l'état "Fermé") avec un courant de 20 mA	$\leq 15 \text{ V}$
Courant continu avec application de 90 V pendant 2 s à travers $4000 \Omega$	9 mA au minimum (Note), se référer à la Figure A.14
Courant continu de fuite avec une tension de 20 V (dans l'état "Ouvert")	$\leq 5,0 \mu\text{A}$
Tension d'activation/de non-activation	$30,0 \text{ V DC} \leq V_{AN} \leq 39,0 \text{ V DC}$
Courant d'activation (limiteur) avec la tension $V_{AN}$	$\leq 1,0 \text{ mA}$
Durée d'activation avec une tension $\geq V_{AN}$	3 ms à 50 ms
Courant de maintien/de libération	$0,1 \text{ mA} \leq I_{HR} \leq 1,0 \text{ mA}$
Durée de libération/de non-libération avec un courant $\leq I_{HR}$	3 ms à 100 ms
NOTE – L'objectif de cette prescription est de garantir la cohérence entre la terminaison et le fonctionnement du système d'essai.	

<sup>2</sup> Un système d'essai usuel à l'heure actuelle applique une tension continue de 70 V avec une tension alternative de 10 Vrms (pic de 84,4 V) à l'un des conducteurs, l'autre conducteur étant à la masse.



**Caractéristiques en courant continu (POUR LES DEUX POLARITES)**

Paramètre	Signification	Limite	Condition	Signification
$I_{Lk}$	Courant de fuite	$I_{LT} \leq 5 \mu A$	$V_{TST} = 20 V$	Courant d'essai
$V_{AN}$	Tension d'activation/ non-activation	30 V $V_{AN}$ 39 V		
$I_{BO}$	Courant du limiteur	$I_{BO} \leq 1,0 \text{ mA}$		
$I_{HR}$	Courant de maintien/ de libération	$0,1 \text{ mA} \leq I_{HR} \leq 1,0 \text{ mA}$		
$V_{ON}$	Tension dans l'état "Fermé"	$V_{ON} \leq 15 V$	$I_{TST} = 20 \text{ mA}$	Courant d'essai
$I_{lmin}$	Courant minimal dans l'état "Ouvert"	9 mA	54 V	

G.991.2\_FA-14

**Figure A.14/G.991.2 – Caractéristiques de l'unité STU-R en courant continu (courant bilatéral de basculement et de maintien)**

### A.5.4 Symétrie longitudinale

Pour les dispositifs prenant en charge la fonctionnalité de l'Annexe A, la symétrie longitudinale sera spécifiée compte tenu de la méthode du § 11.1 et des limitations indiquées dans la Figure 11-2. Les définitions suivantes seront appliquées aux grandeurs de la Figure 11-2.

$$LB_{MIN} = 40 \text{ dB}$$

$$f_1 = 20 \text{ kHz}$$

$$f_2 = f_{sym}/2$$

$f_{sym}$  représentant le débit du symbole.

### A.5.5 Tension de sortie longitudinale

Pour les dispositifs prenant en charge la fonctionnalité de l'Annexe A, la tension de sortie longitudinale sera spécifiée compte tenu de la méthode du § 11.2. La gamme de fréquences de mesure sera comprise entre 20 et 450 kHz.

### A.5.6 Marge cible en mode PMMS

Si l'examen de ligne facultatif est sélectionné au cours de la session G.994.1, le récepteur utilisera la marge cible négociée. Si le cas le plus défavorable de marge cible en mode PMMS est sélectionné, le récepteur se fondera sur les perturbateurs du Tableau A.13 pour déterminer si un débit donné peut être pris en charge. La diaphonie de référence sera calculée conformément aux indications du § A.3.3 en ignorant les composantes télédiaphoniques du § A.3.3.9. La diaphonie de référence spécifiée dans le présent paragraphe n'est pas nécessairement représentative des conditions les plus défavorables dans tous les réseaux. Les différences des conditions de diaphonie ambiantes peuvent être compensées par ajustement de la marge cible.

**Tableau A.13/G.991.2 – Perturbateurs de référence utilisés en mode PMMS pour le cas le plus défavorable de marge cible**

Débit (kbit/s)	PSD (direction)	Perturbateur de référence
Tous	Symétrique (US/DS)	49 SHDSL
768/776	Asymétrique (US)	49 HDSL
768/776	Asymétrique (DS)	24 T1 + 24 HDSL
1536/1544	Asymétrique (US)	39 SHDSL (paradiaphonie seulement)
1536/1544	Asymétrique (DS)	24 T1 + 24 SHDSL (paradiaphonie seulement)

### A.5.7 Alimentation par l'arc dans le mode à $M$ paires

Dans le mode optionnel à  $M$  paires, les prescriptions relatives à l'alimentation à distance ou au courant de mouillage pour chacune des  $M$  paires seront identiques à celles qui s'appliquent à une seule paire et qui sont spécifiées au § A.5.3.

NOTE – Il en découle que l'alimentation/le courant de mouillage sont fournis par une différence de potentiel entre la pointe et la nuque de chacune des  $M$  paires.

## Annexe B

### Prescriptions régionales – Région 2

#### B.1 Domaine d'application

La présente annexe décrit les spécifications particulières pour des systèmes SHDSL exploités dans des situations qui sont rencontrées en général dans des réseaux européens. Les paragraphes de la présente annexe fournissent des ajouts et des modifications aux clauses correspondantes du texte principal.

#### B.2 Boucles d'essai

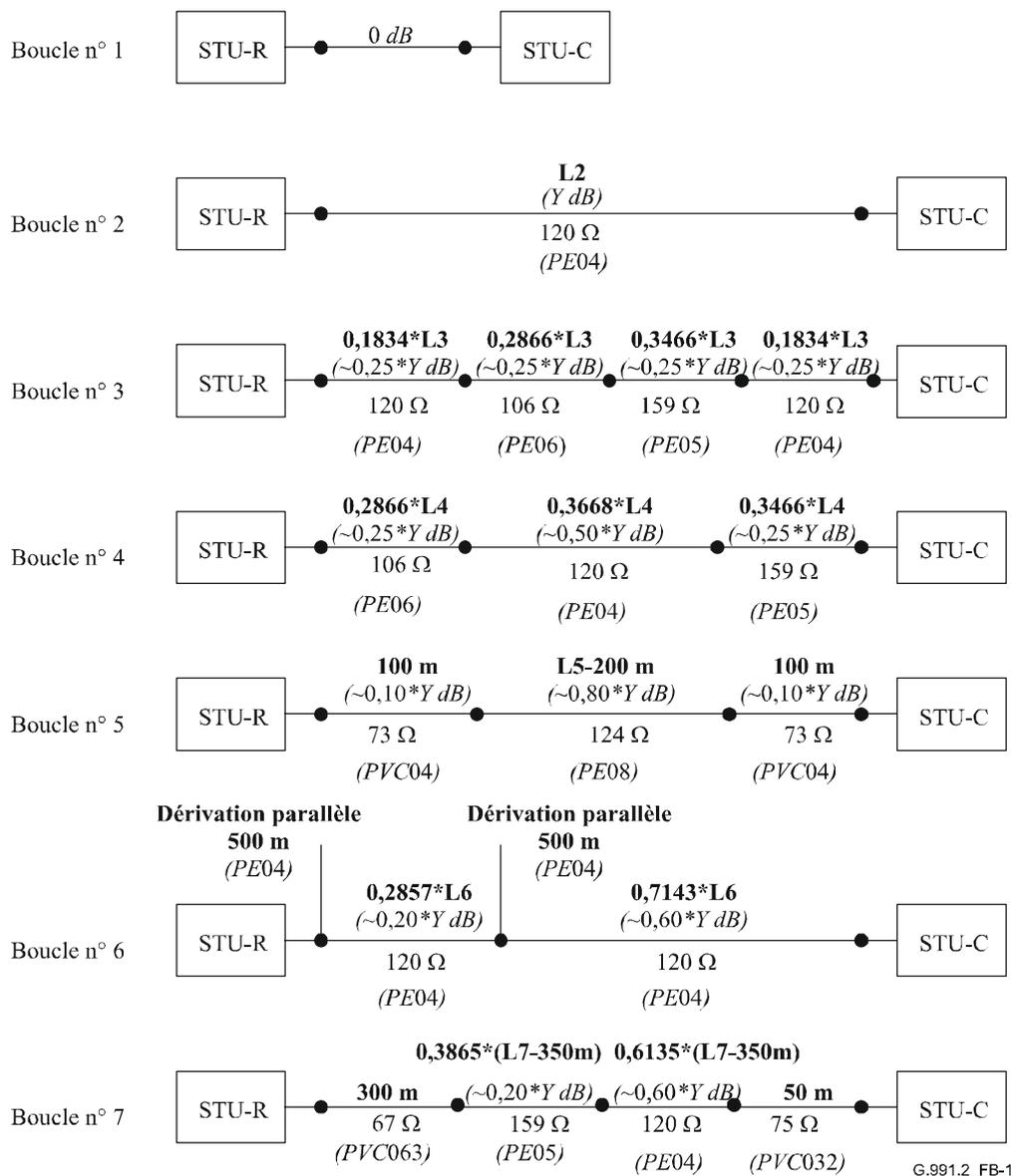
##### B.2.1 Description fonctionnelle

Les boucles d'essai décrites par la Figure B.1 se basent sur des boucles d'essai HDSL existantes. La longueur de chacune des boucles est choisie de manière à ce que les caractéristiques de transmission de toutes les boucles soient comparables. L'objectif est de charger l'égalisateur de l'unité SHDSL faisant l'objet des essais d'une manière identique pour toutes les boucles lorsque la ligne SHDSL fait l'objet d'essai avec un débit binaire donné. La longueur totale de chaque boucle est représentée par une longueur *physique* totale et la longueur de chacune de ses sections est donnée sous la forme d'une fraction fixe de ce total. La longueur physique totale sera rectifiée si les tolérances d'implémentation ont pour résultat que la longueur *électrique* résultante se trouve en dehors des spécifications. Si les tolérances d'implémentation de l'une des boucles d'essai font que sa longueur électrique résultante se trouve en dehors des spécifications, sa longueur physique totale sera alors corrigée pour compenser cette erreur. Une boucle d'essai inclut des dérivations parallèles permettant de réaliser des variations rapides des caractéristiques d'amplitude et de phase de la fonction de transfert du câble. De telles dérivations parallèles ont été implémentées par le passé dans certains réseaux d'accès qui chargent d'une manière différente le modem SHDSL faisant l'objet des essais.

La boucle n° 1 est le nom symbolique d'une boucle de longueur nulle (ou voisine de zéro) permettant d'établir que l'émetteur-récepteur SHDSL faisant l'objet des essais est en mesure de supporter des niveaux de signal potentiellement élevés lorsque deux émetteurs-récepteurs sont connectés directement.

##### B.2.2 Topologie de la boucle d'essai

La Figure B.1 spécifie la topologie des boucles d'essai. L'Appendice II indique les caractéristiques de base des câbles d'essai, la fonction de transfert des boucles d'essai spécifiées utilisant ces câbles et les variations de l'impédance d'entrée des boucles d'essai.



G.991.2\_FB-1

NOTE 1 – Les valeurs de Y et L sont données par le Tableau B.1.

NOTE 2 – L'affaiblissement total des boucles d'essai diffère de la somme des affaiblissements des parties en raison des désadaptations et des dérivation parallèles.

NOTE 3 – Les impédances sont données uniquement à titre d'information. Elles font référence aux impédances caractéristiques mesurées à 300 kHz pour des câbles d'essai tels qu'ils sont définis par l'Appendice II.

Figure B.1/G.991.2 – Topologie de la boucle d'essai

### B.2.3 Longueur de la boucle d'essai

Le Tableau B.1 spécifie la longueur de chaque boucle d'essai pour des systèmes de transmission SHDSL. L'affaiblissement d'insertion Y spécifié pour la fréquence d'essai spécifiée, mesuré sur une terminaison de 135 Ω (longueur *électrique*) constitue une caractéristique obligatoire. Si les tolérances d'implémentation d'une boucle d'essai font que sa longueur *électrique* se trouve en dehors des spécifications, sa longueur *physique* totale sera alors corrigée pour compenser cette erreur.

La fréquence d'essai  $f_T$  est choisie de manière à représenter une fréquence normale située au milieu de la bande de fréquences du spectre des systèmes SHDSL à longue distance. La longueur est choisie de manière à être représentative de la valeur maximale pouvant être traitée correctement par l'émetteur-récepteur SHDSL soumis aux essais. Cette valeur est fonction du débit binaire. L'affaiblissement pouvant être toléré dans la pratique diminue lorsque le débit binaire de la charge utile augmente.

**Tableau B.1/G.991.2 – Valeur de la longueur électrique Y des boucles d'essai de bruit SHDSL, pour des essais SHDSL avec le modèle de bruit A**

Débit binaire de charge utile [kbit/s]	$f_T$ [kHz]	Y [dB] @ $f_T$ , @135 $\Omega$	L1 [m]	L2 [m]	L3 [m]	L4 [m]	L5 [m]	L7 [m]	$f_T$ [kHz]	Y [dB] @ $f_T$ , @135 $\Omega$	L6 [m]
384	150	43,0	<3	4106	5563	5568	11 064	4698	115	40,5	3165
512	150	37,0	<3	3535	4787	4789	9387	3996	115	35,0	2646
768	150	29,0	<3	2773	3747	3753	7153	3062	275	34,5	1904
1024	150	25,5	<3	2439	3285	3291	6174	2668	275	30,0	1547
1280	150	22,0	<3	2105	2829	2837	5193	2266	275	26,0	1284
1536	150	19,0	<3	1820	2453	2455	4357	1900	250	21,5	1052
2048 (s)	200	17,5	<3	1558	2046	2052	3285	1550	250	18,5	748
2304 (s)	200	15,5	<3	1381	1815	1820	2789	1331	250	16,5	583
2048 (a)	250	21,0	<3	1743	2264	2272	3618	1726	250	21,0	1001
2304 (a)	250	18,0	<3	1494	1927	1937	2915	1402	250	18,0	702

NOTE – La longueur électrique Y (affaiblissement d'insertion pour la fréquence  $f_T$  spécifiée) est une caractéristique obligatoire; les longueurs électriques (estimées) L1 à L7 sont données à titre d'information.

(s) ces longueurs électriques s'appliquent pour la densité PSD symétrique.

(a) ces longueurs électriques s'appliquent pour la densité PSD asymétrique.

**Tableau B.2/G.991.2 – Valeur de la longueur électrique Y des boucles d'essai de bruit SHDSL, pour des essais SHDSL avec le modèle de bruit B, C ou D**

Débit binaire de charge utile [kbit/s]	$f_T$ [kHz]	Y [dB] @ $f_T$ , @135 $\Omega$	L1 [m]	L2 [m]	L3 [m]	L4 [m]	L5 [m]	L7 [m]	$f_T$ [kHz]	Y [dB] @ $f_T$ , @135 $\Omega$	L6 [m]
384	150	50,0	<3	4773	6471	6477	13 021	5508	115	47,5	3859
512	150	44,0	<3	4202	5692	5698	11 344	4814	115	41,5	3261
768	150	35,5	<3	3392	4592	4596	8970	3815	275	42,0	2536
1024	150	32,0	<3	3058	4135	4141	7990	3403	275	38,0	2223
1280	150	28,5	<3	2725	3678	3684	7011	3006	275	33,5	1816
1536	150	25,5	<3	2439	3285	3291	6174	2673	250	29,0	1680
2048 (s)	200	24,0	<3	2135	2812	2820	4886	2271	250	25,5	1426
2304 (s)	200	21,5	<3	1913	2509	2518	4257	2010	250	23,0	1208
2048 (a)	250	28,0	<3	2323	3030	3034	5189	2389	250	28,0	1607
2304 (a)	250	25,0	<3	2075	2699	2705	4514	2102	250	25,0	1387

NOTE – La longueur électrique Y (affaiblissement d'insertion pour la fréquence  $f_T$  spécifiée) est une caractéristique obligatoire; les longueurs électriques (estimées) L1 à L7 sont données à titre d'information.

(s) ces longueurs électriques s'appliquent pour la densité PSD symétrique.

(a) ces longueurs électriques s'appliquent pour la densité PSD asymétrique.

### B.3 Essais de performance

Les essais de performance de transmission ont pour objectif de charger les émetteurs-récepteurs SHDSL d'une manière représentative pour des scénarios s'appliquant à des systèmes qui ont une forte pénétration dans les réseaux d'accès opérationnels. Cette démarche avec forte pénétration permet aux opérateurs de définir des règles de mise en place qui s'appliquent à la plupart des situations d'exploitation. Ceci implique que dans certains cas de fonctionnement particuliers, caractérisés par des valeurs plus faibles de niveau de bruit et/ou d'affaiblissement, le système SHDSL soumis aux essais peut avoir des performances supérieures à celles mises en évidence par les essais.

L'impédance  $R_V$  utilisée pour la conception est égale à  $135 \Omega$ . Tous les spectres représentent des densités spectrales de puissance (PSD) sur un seul côté.

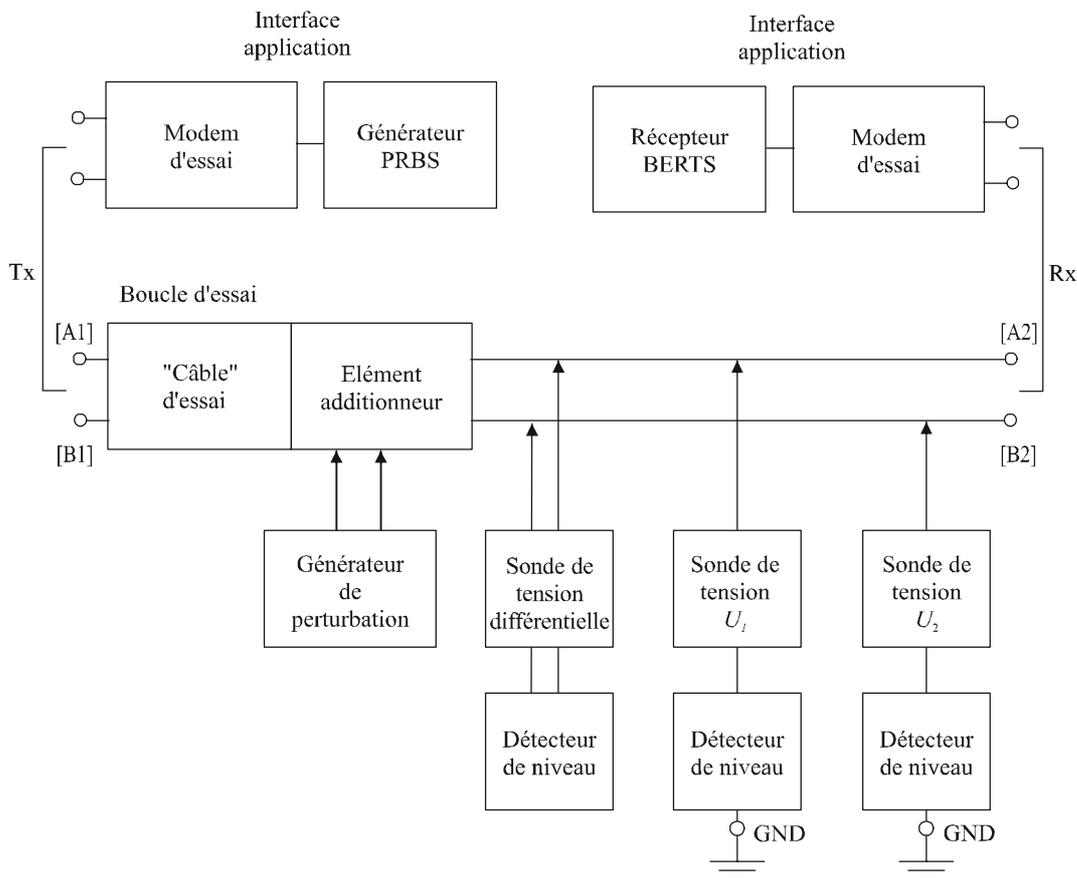
#### B.3.1 Procédure d'essai

Le présent paragraphe a pour objet de fournir une spécification non ambiguë du dispositif d'essai, de l'itinéraire d'insertion et des modalités de définition des niveaux de signal et de bruit. Les essais se concentrent sur la marge de bruit, par rapport aux bruits de diaphonie ou à des niveaux de bruits impulsionnels, lorsque des signaux SHDSL faisant l'objet d'essai sont atténués par des boucles d'essai normalisées et subissent des perturbations provoquées par des bruits de diaphonie ou impulsionnels normalisés. La marge de bruit indique quel est, dans certaines conditions de fonctionnement particulières, l'accroissement pouvant être autorisé pour les bruits de diaphonie ou impulsionnels en conservant une qualité de transmission suffisante.

#### B.3.2 Définition du dispositif d'essai

La Figure B.2 donne la description fonctionnelle du dispositif d'essai constitué comme suit:

- un ensemble d'essai de taux d'erreur binaire (BERTS, *bit error ratio test set*) appliquant à l'émetteur un signal d'essai constitué d'une séquence de bits pseudo-aléatoire (PRBS) de période  $2^{15} - 1$ , émis dans la direction des essais avec le débit binaire requis. L'émetteur dans la direction opposée sera alimenté par un signal PRBS similaire, mais il n'est pas nécessaire de superviser le signal reconstitué sur cet itinéraire;
- les boucles d'essai spécifiées par le § B.2;
- un élément additionneur permettant d'ajouter (en mode commun et en mode différentiel) le bruit perturbateur (mélange de bruits aléatoires, impulsionnels et harmoniques), tel qu'il est spécifié par le § B.3.5;
- un générateur de perturbation, spécifié au § B.3.5, pour produire le bruit perturbateur, aussi bien en mode différentiel qu'en mode commun, qui alimentera l'élément additionneur;
- une sonde d'examen de tension différentielle avec une impédance élevée et bien équilibrée (par exemple, meilleure que 60 dB sur la totalité de la bande du système SHDSL soumis aux essais) avec des détecteurs de niveau tels qu'un analyseur de spectre ou un véritable voltmètre de mesure de l'écart quadratique moyen;
- une sonde d'examen de tension de mode commun avec une impédance élevée et bien équilibrée (par exemple, meilleure que 60 dB sur la totalité de la bande du système SHDSL soumis aux essais) avec des détecteurs de niveau tels qu'un analyseur de spectre ou un véritable voltmètre de mesure de l'écart quadratique moyen.



G.991.2\_FB-2

NOTE – Pour assurer la reproductibilité des essais, l'équipement d'essai et les unités de terminaison (STU-C et STU-R) devraient être reliés à une masse artificielle. Si l'unité de terminaison n'a pas une borne de mise à la masse, les essais devraient être effectués en plaçant les unités de terminaison sur une plaque métallique (d'une taille assez grande) reliée à la masse.

### Figure B.2/G.991.2 – Description fonctionnelle du montage d'essai de performances

Les caractéristiques de quadripôle (fonction de transfert et impédance) de la boucle d'essai, telles qu'elles sont spécifiées par le § B.2, sont définies entre le port d'émission (nœuds A1 et B1) et le port de réception (nœuds A2 et B2). Il en résulte que les caractéristiques de quadripôle du "câble" d'essai de la Figure B.2 doivent être ajustées correctement pour tenir compte d'un affaiblissement d'insertion non nul et de l'impédance parallèle finie de l'élément additionneur et du générateur de perturbation. Ces précautions sont nécessaires pour garantir que l'insertion des signaux de perturbation générés n'introduisent qu'une charge négligeable sur la ligne.

L'équilibre par rapport à la masse, observé au niveau du port d'émission, du port de réception et des extrémités de la sonde de tension aura une valeur supérieure de 10 dB à celle de l'émetteur-récepteur soumis aux essais. Ces précautions sont nécessaires pour garantir que le générateur de perturbation et la fonction de supervision n'affectent pas de manière sensible l'équilibre, par rapport à la masse, de l'émetteur-récepteur soumis aux essais.

Le flux du signal se propage, à travers le dispositif d'essai, du port d'émission vers le port de réception; ce qui signifie que les mesures des performances amont et aval nécessitent une permutation des positions des extrémités de l'émetteur-récepteur et du "câble" d'essai.

Le niveau du signal reçu par le port de réception est mesuré entre les nœuds A2 et B2 lorsque le port d'émission et le port de réception se terminent sur les émetteurs-récepteurs SHDSL soumis aux essais. Le générateur de perturbations est mis hors service pendant ces mesures.

Lors des essais de performances, la boucle d'essai n° 1 spécifiée par le § B.2 sera utilisée dans tous les cas pour l'étalonnage et la vérification du réglage correct des générateurs G1 à G7, spécifiés par le § B.3.5.

Le niveau du signal transmis par le port d'émission est mesuré dans les mêmes conditions entre les nœuds A1 et B1.

Le bruit perturbateur sera un mélange de bruits aléatoires, impulsionnels et harmoniques défini par le § B.3.5. Le niveau spécifié par le § B.3.5 correspond au niveau mesuré à l'emplacement du port de réception entre les nœuds A2 et B2 (niveau qui englobe les perturbations en modes différentiel et commun), lorsque le port d'émission et le port de réception sont terminés sur l'impédance  $R_V$  utilisée pour la conception. Ces impédances seront passives lorsque l'impédance de l'émetteur-récepteur dans le mode "hors-service" diffère de cette valeur.

NOTE – Le bruit injecté est prévu pour correspondre à la densité PSD théorique du bruit lorsque l'émetteur-récepteur soumis aux essais est connecté à la boucle. Il a été constaté qu'une désadaptation d'impédance peut conduire à un accroissement de la densité PSD du bruit dans les fréquences basses sur les boucles n° 1 et n° 2 avec des débits de charge utile inférieurs ou égaux à 1024 kbit/s. Une méthode de compensation possible consiste à modifier le facteur  $\Delta$  défini dans le § A.3.1.4 en remplaçant le bruit théorique  $N(f)$  dans l'étape 3 du § A.3.1.4 par la densité PSD du bruit mesuré en cas de connexion avec la boucle soumise aux essais. Une deuxième méthode consiste à placer un circuit passif, constitué d'une résistance R en parallèle avec un condensateur C, en série sur chacun des conducteurs de la paire de sortie du générateur de bruit. On suggère de prendre pour R et C les valeurs  $R = 1,2 \text{ k}\Omega$  et  $C = 1 \text{ }\mu\text{F}$  et de les ajuster pour chaque générateur de bruit de manière à ce que le bruit injecté corresponde à la densité PSD du bruit théorique. Une troisième méthode consiste à étalonner la forme d'onde du générateur de bruit situé dans la boucle soumise aux essais de manière à ce que, lorsque le générateur est connecté à la boucle soumise aux essais, la forme d'onde du bruit théorique soit présente au niveau des terminaux émetteur-récepteur.

### B.3.3 Définition des niveaux de signal et de bruit

Les niveaux de signal et de bruit sont examinés au moyen d'une sonde de tension bien équilibrée et l'impédance différentielle entre les extrémités de la sonde sera supérieure à celle d'une résistance de  $100 \text{ k}\Omega$  en parallèle avec une capacitance de  $10 \text{ pF}$ . La Figure B.2 indique la position de la sonde pour les mesures de signal reçu au niveau du récepteur de l'unité STU-C ou STU-R. Les mesures du niveau du signal émis nécessitent la connexion des extrémités de la sonde sur le couple de nœuds [A1, B1].

Les diverses densités PSD de signaux et bruits spécifiées dans la présente Recommandation sont définies du côté émission ou réception du dispositif concerné. Elles sont définies lorsque ce dispositif est terminé, comme décrit précédemment, sur l'impédance  $R_V$  utilisée pour la conception ou sur les émetteurs-récepteurs SHDSL soumis aux essais.

La mise en évidence par ce dispositif d'une tension quadratique moyenne  $U_{rms}$  [V] sur la totalité de la bande du signal correspond au niveau de puissance  $P$  [dBm] suivant:

$$P = 10 \times \log_{10} \left( \frac{U_{rms}^2}{R_V} \times 1000 \right) \text{ [dBm]}$$

La mise en évidence d'une tension quadratique moyenne  $U_{rms}$  [V] par ce dispositif sur une bande de fréquence étroite  $\Delta f$  [Hz] correspond, dans cette bande filtrée, au niveau de densité spectrale moyenne  $P$  [dBm/Hz] suivant:

$$P = 10 \times \log_{10} \left( \frac{U_{rms}^2}{R_V} \times \frac{1000}{\Delta f} \right) \text{ [dBm/Hz]}$$

La largeur de bande  $\Delta f$  identifie la largeur de bande de bruit du filtre et non la largeur de bande à  $-3 \text{ dB}$ .

### B.3.3.1 Réseau d'injection de bruit

#### B.3.3.1.1 Injection en mode différentiel

L'injecteur de bruit en mode différentiel (qui représente la partie de l'élément additionneur indiqué à la Figure B.2 utilisé pour coupler des perturbations différentielles au câble d'essai) est un réseau comportant intrinsèquement deux ports, mais il peut avoir deux ports additionnels connectés au générateur de perturbations. Le diagramme de circuit Norton équivalent est indiqué à la Figure B.2a. La source de courant  $I_x$  est commandée par le générateur de perturbations. L'impédance parallèle parasite  $Z_{inj}$  aura une valeur de  $|Z_{inj}| > 4 \text{ k}\Omega$  dans la gamme de fréquences 100 Hz à 2 MHz.

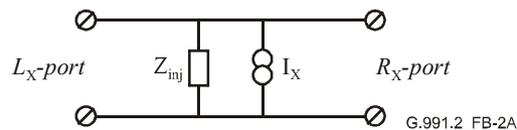


Figure B.2a/G.991.2 – Diagramme de circuit Norton équivalent pour l'injection de bruit en mode différentiel

#### B.3.3.1.2 Injection en mode commun

La spécification de ce réseau d'injection appelle un complément d'étude.

### B.3.3.2 Etalonnage des niveaux de bruit

#### B.3.3.2.1 Etalonnage du bruit en mode différentiel

L'injection de bruit en mode différentiel est étalonnée selon la configuration indiquée à la Figure B.2b. Pendant l'étalonnage, le côté réception (RX) de l'injecteur de bruit se termine par l'impédance nominale  $R_V (= 135 \Omega)$  et le côté LX (interface de boucle d'essai) de l'injecteur de bruit se termine par l'impédance  $Z_{LX}$ . Les niveaux de bruit indiqués au § B.3.5 spécifient la densité PSD dissipée en  $R_V$  du côté réception lorsque  $Z_{LX}$  du côté LX est égale à l'impédance d'étalonnage  $Z_{cal}$ . L'impédance  $Z_{cal}$  est définie à la Figure B.2c.

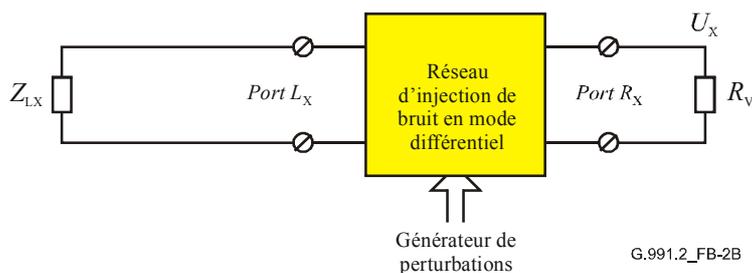


Figure B.2b/G.991.2 – Configuration pour l'étalonnage du niveau de bruit

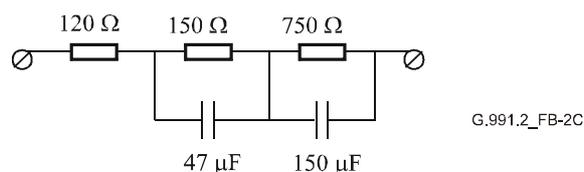


Figure B.2c/G.991.2 – Impédance d'étalonnage  $Z_{cal}$

L'impédance  $Z_{LX}$  du côté LX du circuit d'injection de bruit est égale à l'impédance d'étalonnage  $Z_{cal}$  indiquée à la Figure B.2c. La densité PSD dissipée dans l'impédance  $R_v$  sera égale à la densité PSD du bruit différentiel  $P_{xn}(f)$  définie au § B.3.5.1.

NOTE – Cela équivaut théoriquement à ce qui suit: pour une valeur arbitraire de l'impédance  $Z_{LX}$ , la densité PSD dissipée en  $R_v$  est égale à:

$$P_{cal}(f) = G(f, Z_{LX})P_{xn}(f)$$

$G(f, Z_{LX})$  étant le facteur de correction dépendant de l'impédance, spécifié comme suit:

$$G(f, Z_{LX}) = \left| \frac{\frac{1}{Z_{LX}} + \frac{1}{Z_{inj}} + \frac{1}{R_v}}{\frac{1}{Z_{cal}} + \frac{1}{Z_{inj}} + \frac{1}{R_v}} \right|^2$$

$Z_{cal}$  étant l'impédance d'étalonnage indiquée à la Figure B.2c,  $Z_{inj}$  étant l'impédance Norton équivalente du circuit d'injection de bruit (voir la Figure B.2a) et  $R_v = 135 \Omega$  étant l'impédance SHDSL nominale.

Les paramètres de gain du générateur de bruit déterminés pendant l'étalonnage seront utilisés au cours d'essais de performances. Pendant ces essais, le circuit d'injection de bruit sera configuré comme indiqué à la Figure B.2. L'impédance de boucle et l'impédance du modem soumis aux essais pouvant différer des impédances  $Z_{LX}$  et  $R_v$  utilisées pendant l'étalonnage, la tension au port RX du modem peut différer de la tension  $U_x$  observée pendant l'étalonnage.

### B.3.3.2.2 Etalonnage du bruit en mode commun

Cette méthode d'étalonnage appelle un complément d'étude.

### B.3.4 Procédure d'essai de performances

Les essais de performances de l'émetteur-récepteur SHDSL seront tels que le taux d'erreur binaire (BER) du système perturbé est inférieur à  $10^{-7}$  pour la transmission d'une séquence de bits pseudo-aléatoire. Un minimum de  $10^9$  bits doit avoir été transmis avant la mesure du taux BER.

Les essais effectués ne comportent pas une marge susceptible d'indiquer l'augmentation de bruit qui reste tolérable tout en assurant une qualité de transmission suffisante. Les exploitants de réseaux peuvent calculer leurs propres marges à des fins de planification en fonction d'une connaissance de la relation entre ces essais normalisés et les caractéristiques de leurs réseaux.

Il convient de mener à bien une séquence d'essai, telle qu'elle est spécifiée par le Tableau B.3. Les boucles d'essai de référence sont spécifiées par la Figure B.1. Elles se caractérisent par leur affaiblissement d'insertion  $Y$  et/ou la longueur de câble  $L$ ; cette dernière dépend du débit de données devant être transportées et doit faire l'objet d'une mise à l'échelle adéquate.

Au Tableau B.3, les directions amont et aval ne déterminent que la topologie de la boucle d'essai. L'unité STU-C doit passer avec succès tous les essais 1 à 12 et l'unité STU-R tous les essais 1 à 12.

Un essai est défini comme étant la mesure d'un BER donné associé à un seul itinéraire d'essai, une seule direction, un seul bruit d'essai, un seul débit et une seule marge. L'ensemble d'essais associé à une valeur particulière de  $N$  du Tableau B.3 est défini comme étant un ensemble d'essais.

**Tableau B.3/G.991.2 – Séquence d'essai de performances**

N°	Itinéraire d'essai	Direction (Note 6)	Commentaires
1	N° 1 (Note 1)	Amont	Y = 0 dB; bruit d'essai A (Notes 5, 7)
2	N° 2	Amont	Y = Y1 (Note 2); bruits d'essai A, C et D (Notes 7, 8)
3	N° 3	Amont	Y = Y1; bruit d'essai D (Notes 5, 7, 8)
4	N° 4	Aval	Y = Y1; bruits d'essai A et C (Notes 5, 7, 8)
5	N° 5	Amont	Y = Y1; bruit d'essai B (Notes 5, 7, 8)
6	N° 6	Aval	Y = Y1; bruits d'essai A et C (Notes 5, 7, 8)
7	N° 7	Aval	Y = Y1; bruits d'essai A, B, C, et D (Notes 5, 7, 8)
8			Essai de rejet du mode commun (Note 4)
9	(Note 3)	(Note 3)	Y = Y2; le bruit d'essai est celui qui correspond à l'essai ayant le BER le plus élevé dans les ensembles d'essais 1 à 7 (Note 7)
10	(Note 3)	(Note 3)	Y = Y3; sans perturbation, itinéraire d'essai 1 à 7 le plus défavorable avec un taux BER <math>10^{-8}</math>
11	N° 2	Amont	Y = Y1; impulsion d'essai comme décrit au § B.3.5.3.7
12	As <TBD>	<TBD>	Essais de micro-interruption comme décrit au § 12.1

NOTE 1 – L'itinéraire d'essai n° 1 signifie que l'itinéraire soumis aux essais sera connecté à la boucle d'essai n° 1 comme défini par la Figure B.1.

NOTE 2 – Y1 = Y dB (comme spécifié par le Tableau B.2 pour les modèles de bruit B, C et D et par le Tableau B.1 pour le modèle de bruit A), Y2 = Y1 – 10 dB, Y3 = Y1 + 3 dB.

NOTE 3 – Les essais (pour tout débit de données) sont effectués sur la boucle qui donne le BER le plus élevé (pour ce débit) dans les ensembles d'essais 1 à 7, lorsque le bruit d'essai est accru de 6 dB. Si aucune erreur sur 109 bits n'est enregistrée pour tous les essais dans les ensembles d'essais 1 à 7, la boucle n° 3 en amont est utilisée par défaut pour cet ensemble d'essais.

NOTE 4 – Le dispositif de mesure pour ces essais est spécifié par la Rec. UIT-T O.9 [B8].

NOTE 5 – Uniquement pour les débits de données le plus faible et le plus élevé du Tableau B.1 ou B.2 (pris en charge par l'équipement) et pour des densités PSD asymétriques lorsqu'elles sont prises en charge.

NOTE 6 – Amont signifie que l'unité soumise aux essais est connectée à l'unité STU-C de l'extrémité de la boucle d'essai et aval signifie qu'elle est connectée à l'unité STU-R de l'extrémité de la boucle d'essai. Par exemple, l'ensemble d'essais 5 pour une unité STU-C relierait l'unité STU-C soumise aux essais à l'unité STU-C de l'extrémité de la boucle comme le montre la Figure B.1 et appliquerait le modèle de bruit X.C.B à l'unité STU-C de l'extrémité de la boucle. Le même essai concernant une unité STU-R relierait l'unité STU-R soumise aux essais à l'unité STU-C de l'extrémité de la boucle comme le montre la Figure B.1 et appliquerait le modèle de bruit X.R.B à l'unité STU-C de l'extrémité de la boucle.

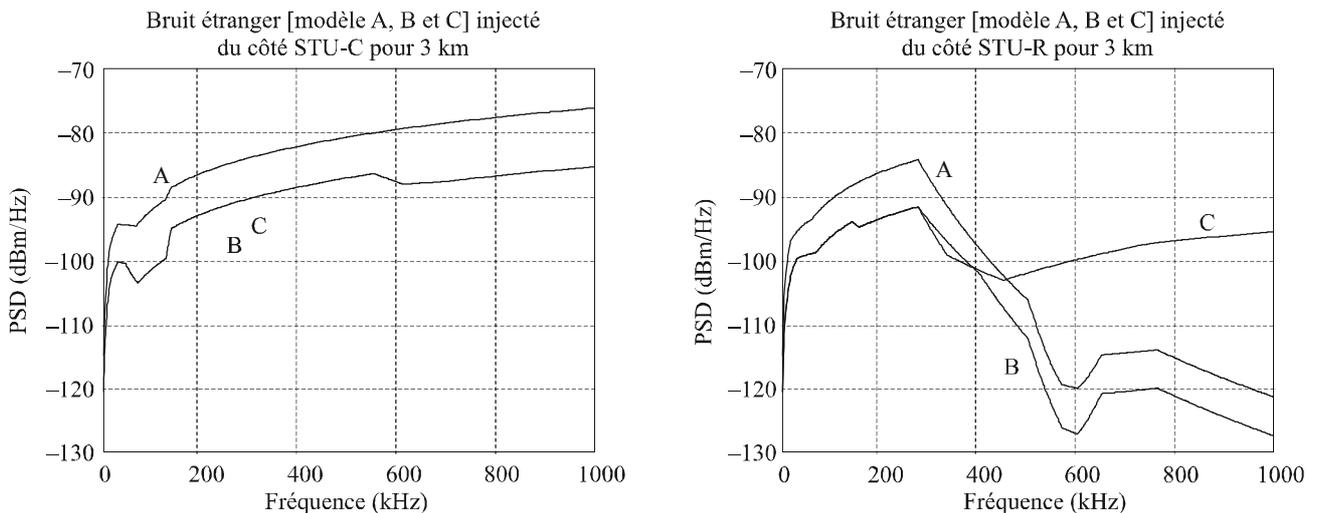
NOTE 7 – Le taux BER sera inférieur à  $10^{-7}$  lorsque le bruit d'essai est augmenté de 6 dB (ce qui équivaut à une marge de 6 dB).

NOTE 8 – Pour réduire le nombre de formes de bruit utilisées, une règle obligatoire de remplacement de forme de bruit est indiquée au § B.3.5.5.

NOTE 9 – Pour tester le mode à M paires, lorsqu'un itinéraire est soumis aux essais, le ou les autres itinéraires doivent être connectés au ou aux boucles. Les caractéristiques de l'autre ou des autres boucles ne doivent pas être pires que celles de l'itinéraire soumis aux essais. En outre, la différence de délai entre l'itinéraire soumis aux essais et le ou les itinéraires reliés à la deuxième boucle ne devrait pas dépasser la valeur du tampon de différence de délai spécifié au § 7.1.6.

### B.3.5 Générateur de perturbation

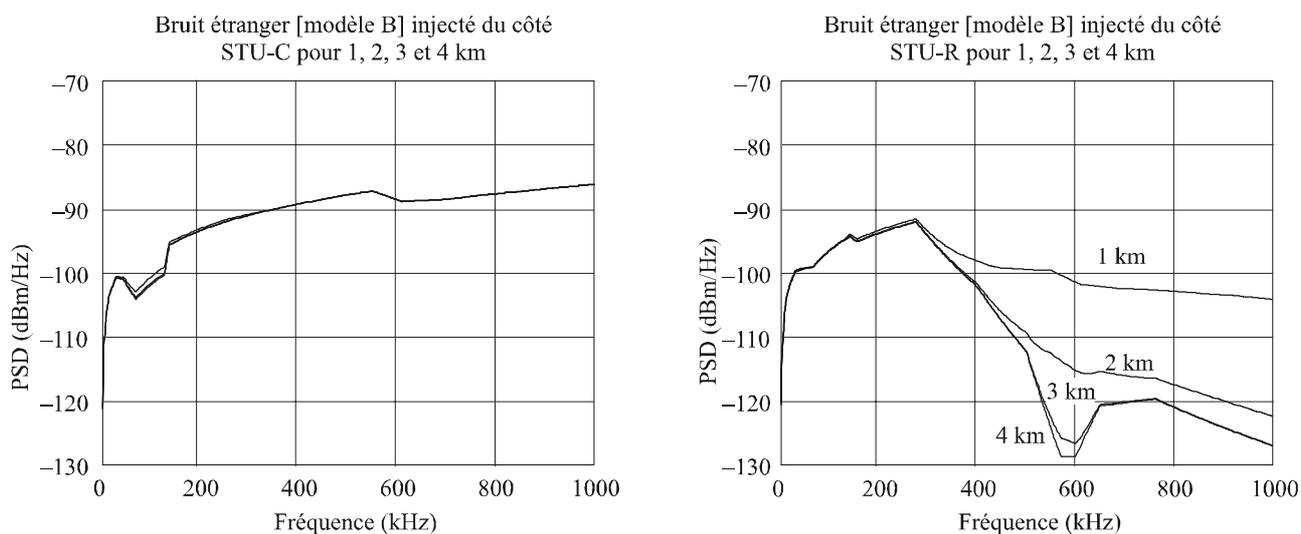
Le bruit injecté par le générateur de perturbation dans le dispositif d'essai dépend de la fréquence et de la longueur de la boucle d'essai; il diffère également pour les essais de performances aval et amont. La Figure B.3 fournit une illustration dans le cas d'un bruit *étranger* (d'une provenance autre que le modem SHDSL soumis aux essais), correspondant à la description du § B.3.5.4.1 pour une longueur de la boucle d'essai n° 1 de 3 km et avec utilisation des modèles de diaphonie décrits par le § B.3.5.2. La Figure B.4 fournit une illustration de diverses longueurs de boucle dans le cas où le bruit *étranger* du modèle "B" est appliqué. Ces figures traitent uniquement le cas de bruit étranger. Le bruit propre (de la ligne SHDSL) sera combiné avec le bruit étranger.



NOTE – Il s'agit du bruit résultant de trois des quatre modèles de bruit pour la ligne SHDSL dans le cas où la longueur de la boucle d'essai n° 2 est fixée à 3 km.

G.991.2\_FB-3

**Figure B.3/G.991.2 – Exemple de spectre de bruit étranger devant être injecté dans le dispositif d'essai de systèmes SHDSL**



NOTE – Cette figure représente le bruit correspondant au modèle de bruit B de la ligne SHDSL pour une longueur de la boucle d'essai n° 2 variable de 1 à 4 km. Elle met en évidence la dépendance du bruit d'essai par rapport à la longueur pour la représentation de la télédiaphonie dans le cas de câbles de réseau d'accès réels.

G.991.2\_FB-4

**Figure B.4/G.991.2 – Exemples de spectre de bruit étranger devant être injecté dans le dispositif d'essai de systèmes SHDSL**

La définition du bruit perturbateur pour les essais de performances SHDSL est une tâche très complexe qui a été subdivisée, aux fins de la présente Recommandation, en composants plus simples et de spécification plus aisée. Il est possible d'isoler, ce faisant, des "générateurs" de perturbation distincts et ne présentant pas de corrélation, dont la combinaison permet de constituer un générateur de perturbation pour le système SHDSL soumis aux essais. Le présent paragraphe fournit les spécifications des composantes du modèle de bruit(s) ainsi qu'une explication succincte.

### B.3.5.1 Description fonctionnelle

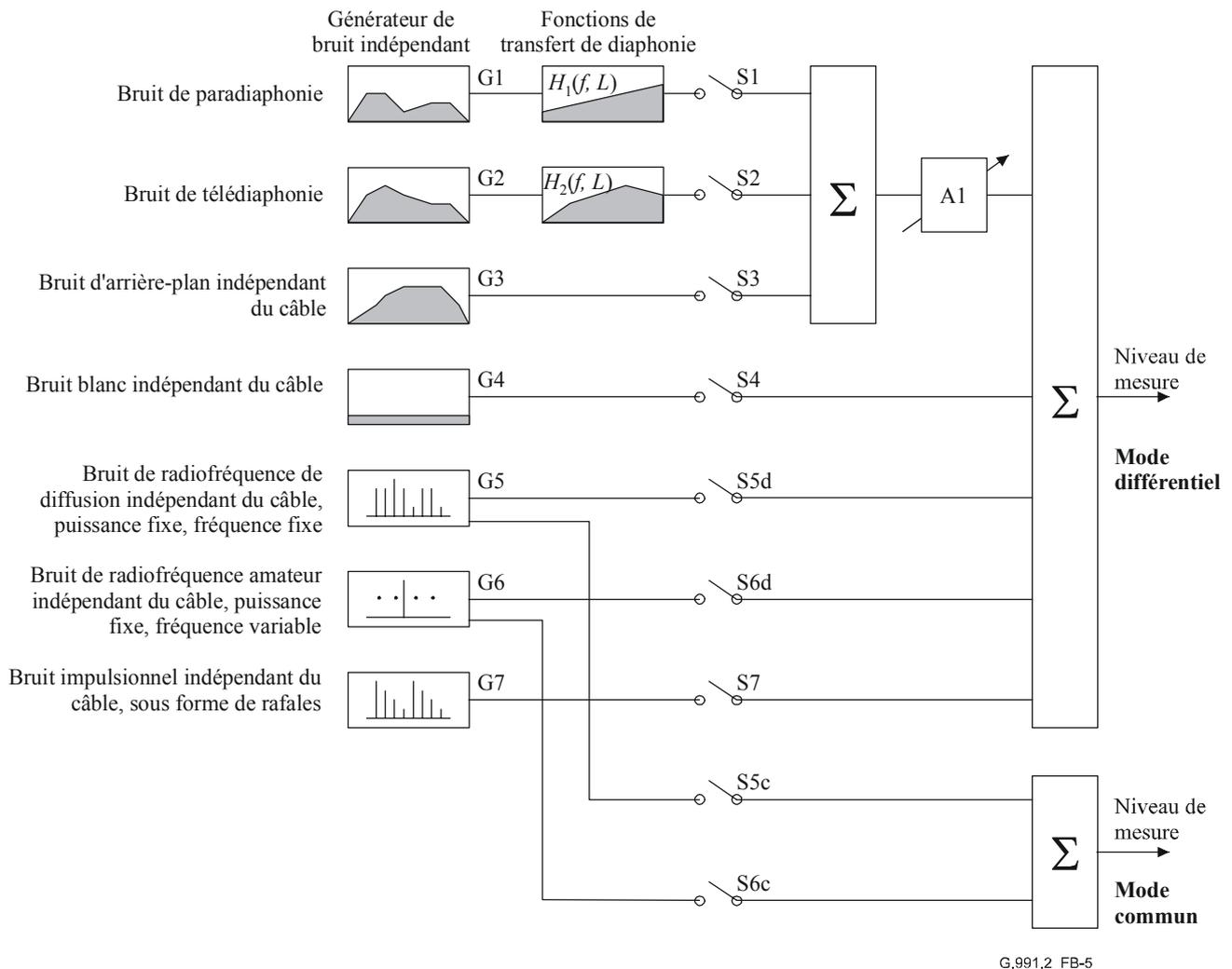
La Figure B.5 représente un diagramme fonctionnel du bruit perturbateur composite. Elle fournit une description fonctionnelle du bruit perturbateur composite tel qu'il doit être observé à l'entrée du récepteur de l'émetteur-récepteur SHDSL soumis aux essais. Le § B.3.3 décrit le dispositif d'observation.

Le diagramme fonctionnel se compose des éléments suivants:

- les sept "générateurs" de perturbation G1 à G7 produisent les bruits décrits aux § B.3.5.3.1 à § B.3.5.3.7. Les caractéristiques de ces bruits sont indépendantes des boucles d'essai et des débits binaires;
- la fonction de transfert  $H_1(f, L)$  modélise le comportement de la perturbation de paradiaphonie en fonction de la longueur et de la fréquence, comme spécifié par le § B.3.5.3.1. La fonction de transfert ne dépend pas des boucles d'essai mais varie avec leur longueur électrique. Elle varie également en fonction de la fréquence  $f$ , approximativement comme  $f^{0,75}$ ;
- la fonction de transfert  $H_2(f, L)$  modélise le comportement de la perturbation de paradiaphonie en fonction de la longueur et de la fréquence, comme spécifié par le § B.3.5.3.2. La fonction de transfert ne dépend pas des boucles d'essai mais varie avec leur longueur électrique. Elle varie également en fonction de la fréquence  $f$ , approximativement comme le produit par  $f$  de la fonction de transfert du câble;

- les commutateurs S1 à S7 sélectionnent la contribution d'un générateur de perturbation particulier à la perturbation totale utilisée pour un essai;
- l'amplificateur A1 modélise la possibilité d'augmenter le niveau de certains des générateurs pour des essais de marge de bruit. Une valeur de  $x$  dB correspond à un accroissement de niveau de  $x$  dB indépendant de la fréquence sur la totalité de la bande de fréquences allant de  $f_L$  à  $f_H$  pour le système SHDSL soumis aux essais. Sauf indication contraire, le gain est fixé à 0 dB.

Il n'est pas nécessaire, pour une implémentation pratique du dispositif d'essai, de fournir l'accès aux signaux internes du diagramme de la Figure B.5. Ces blocs fonctionnels peuvent être intégrés avec la boucle d'essai et l'élément additionneur sous la forme d'un dispositif unique.



NOTE 1 – Le générateur G7 est le seul dont la représentation symbolique est faite dans le domaine temporel.  
 NOTE 2 – La définition précise de la marge de bruit impulsionnel appelle une étude ultérieure.

**Figure B.5/G.991.2 – Diagramme fonctionnel de la composition du bruit perturbateur**

Ce diagramme fonctionnel sera utilisé pour des essais de perturbation dans les directions aval et amont. On a défini un certain nombre de scénarios s'appliquant aux essais SHDSL, dans l'intention de représenter les perturbations constatées dans des réseaux d'accès métallique.

Chaque scénario (ou modèle de bruit) fournit une description de densité PSD du bruit qui dépend de la longueur et de la boucle d'essai. Chaque modèle de bruit est constitué de deux parties, l'une étant injectée du côté de l'unité STU-C et l'autre du côté de l'unité STU-R de la liaison par modem

SHDSL soumise aux essais. Par conséquent, sept générateurs de perturbations G1 à G7 individuels peuvent représenter différentes valeurs de chaque modèle de bruit dans lequel ils sont utilisés. En l'occurrence, les générateurs G1 et G2 dépendent de l'unité qui est soumise aux essais (STU-R ou STU-C).

Les générateurs G1 à G4 représentent le bruit de diaphonie. La puissance spectrale  $P_{xn}(f)$  du bruit de diaphonie est caractérisée par la somme:

$$P_{xn}(f) = |A1|^2 \times \{ |H_1(f, L)|^2 \times P_{G1}(f) + |H_2(f, L)|^2 \times P_{G2}(f) + P_{G3}(f) \} + P_{G4}(f)$$

Chaque élément de cette somme est spécifié dans les paragraphes suivants. Seuls les générateurs de bruit actifs pendant les essais devraient être inclus pendant l'étalonnage. Le bruit perturbateur combiné est appliqué au récepteur soumis aux essais au niveau de l'extrémité correspondante de la boucle d'essai, soit au niveau de l'unité STU-C (pour les essais amont), soit au niveau de l'unité STU-R (pour les essais aval).

Les générateurs G5 et G6 représentent le bruit entrant.

### B.3.5.2 Modèles de diaphonie de câble

Les modèles de diaphonie de câble ont pour objet de modéliser, en fonction de la longueur et de la fréquence, la diaphonie mesurée sur des câbles réels. Ces fonctions de transfert de diaphonie adaptent les niveaux des générateurs de bruit de la Figure B.5 lorsque la longueur électrique des boucles d'essai varie. Le comportement de ces fonctions par rapport à la fréquence et à la longueur est conforme aux observations faites sur des câbles réels. La spécification utilise les constantes, paramètres et fonctions suivants:

- la variable  $f$  identifie la fréquence en Hz;
- la constante  $f_0$  identifie une fréquence de référence, qui a été choisie égale à 1 MHz;
- la variable  $L$  identifie la longueur physique de la boucle d'essai réelle, exprimée en mètres. Cette longueur physique est fournie par les modèles de câble de l'Appendice II pour la longueur électrique spécifiée. Les Tableaux B.1 et B.2 donnent un résumé des valeurs pour chaque combinaison de débit binaire de charge utile, de modèle de bruit et de boucle d'essai;
- la constante  $L_0$  identifie une longueur de référence, qui a été choisie égale à 1 km;
- la fonction  $s_{T0}(f, L)$  représente l'amplitude de l'affaiblissement d'insertion, en fonction de la longueur et de la fréquence, de la boucle d'essai proprement dite sur une impédance de 135  $\Omega$ ;
- la constante  $K_{xn}$  identifie un coefficient d'échelle empirique appliqué à la fonction  $H_1(f, L)$  de transfert de paradiaphonie. La fonction de transfert résultante représente le modèle de la somme des puissances de la paradiaphonie observée sur un câble d'essai. Du fait qu'on a utilisé plusieurs signaux perturbateurs et plusieurs paires de conducteurs, la fonction  $H_1(f, L)$  fait l'objet d'une réduction d'échelle permettant de considérer qu'elle est générée par un signal de perturbation unique sur une paire de conducteurs unique;
- la constante  $K_{xf}$  identifie un coefficient d'échelle empirique appliqué à la fonction  $H_2(f, L)$  de transfert de paradiaphonie. La fonction de transfert résultante représente un modèle correspondant à la somme des puissances de la télédiaphonie observée sur un câble d'essai. Du fait qu'on a utilisé plusieurs signaux perturbateurs et plusieurs paires de conducteurs, la fonction  $H_2(f, L)$  fait l'objet d'une réduction d'échelle permettant de considérer qu'elle est générée par un signal de perturbation unique sur une paire de conducteurs unique.

Le générateur de perturbation utilisera les fonctions de transfert du Tableau B.4.

**Tableau B.4/G.991.2 – Définition des fonctions de transfert de diaphonie**

$H_1(f, L) = K_{xn} \times \left(\frac{f}{f_0}\right)^{0,75} \times \sqrt{1 -  S_{T0}(f, L) ^4}$ $H_2(f, L) = K_{xf} \times \left(\frac{f}{f_0}\right) \times \sqrt{\frac{L}{L_0}} \times  S_{T0}(f, L) $
$K_{xn} = 10^{(-50/20)} \approx 0,0032, f_0 = 1 \text{ MHz}$ $K_{xf} = 10^{(-45/20)} \approx 0,0056, L_0 = 1 \text{ km}$ $S_{T0}(f, L) = \text{affaiblissement d'insertion de boucle d'essai}$

### B.3.5.3 Générateurs de perturbation

#### B.3.5.3.1 Générateur de perturbation de paradiaphonie équivalente [G1.xx]

Le générateur de bruit de paradiaphonie représente la perturbation équivalente pour toute perturbation qui est identifiée comme un bruit de diaphonie dont l'origine prédominante se situe au niveau de l'extrémité proche. Ce bruit est filtré par la fonction de couplage indiquée par le § B.3.5.2 et représentera la contribution totale de la paradiaphonie dans le bruit perturbateur composite utilisé pour les essais.

La densité PSD de ce générateur de bruit correspond à l'un des profils de densité PSD spécifiés par le § B.3.5.4. Les profils PSD différents spécifiés ci-dessous seront utilisés pour les essais de performances amont et aval.

$$\mathbf{G1.C.\#} = \mathbf{X.C.\#}$$

$$\mathbf{G1.R.\#} = \mathbf{X.R.\#}$$

Les symboles suivants sont utilisés dans cette expression:

- le symbole # représente l'un des modèles de bruit "A", "B", "C" ou "D";
- les symboles "X.C.#" et "X.R.#" font référence aux profils de diaphonie définis par le § B.3.5.4.

Cette densité PSD est indépendante du câble, dont la contribution est modélisée sous la forme de la fonction de transfert  $H_1(f, L)$  spécifiée par le § B.2.2.

Le signal de ce générateur de bruit ne présentera pas de corrélation, ni avec l'ensemble des autres source de bruit du générateur de perturbation, ni avec le système SHDSL soumis aux essais. Le bruit aura une répartition aléatoire avec une distribution pseudo-gaussienne, comme spécifié par le § B.3.5.4.2.

#### B.3.5.3.2 Générateur de perturbation de télédiaphonie équivalente [G2.xx]

Le générateur de bruit de télédiaphonie représente la perturbation équivalente pour toute perturbation qui est identifiée comme un bruit de diaphonie dont l'origine prédominante se situe au niveau de l'extrémité distante. Ce bruit est filtré par la fonction de couplage indiquée par le § B.3.5.2 et représentera la contribution totale de télédiaphonie dans le bruit perturbateur composite utilisé pour les essais.

La densité PSD de ce générateur de bruit correspond à l'un des profils de densité PSD spécifiés par le § B.3.5.4.1. Les profils PSD différents spécifiés ci-dessous seront utilisés pour les essais de performances amont et aval.

$$\mathbf{G2.C.\#} = \mathbf{X.R.\#}$$

$$\mathbf{G2.R.\#} = \mathbf{X.C.\#}$$

Les symboles suivants sont utilisés dans cette expression:

- # représente l'un des modèles de bruit "A", "B", "C" ou "D".
- Les symboles "X.C.#" et "X.R.#" font référence aux profils de diaphonie définis par le § B.3.5.4.

Cette densité PSD est indépendante du câble, dont la contribution est modélisée sous la forme de la fonction de transfert  $H_2(f, L)$  spécifiée par le § B.2.2.

Le signal de ce générateur de bruit ne présentera pas de corrélation, ni avec l'ensemble des autres sources de bruit du générateur de perturbation, ni avec le système SHDSL soumis aux essais. Le bruit aura une répartition aléatoire avec une distribution pseudo-gaussienne, comme spécifié par le § B.3.5.4.2.

### **B.3.5.3.3 Générateur de bruit d'arrière-plan [G3]**

Le générateur de bruit d'arrière-plan est inactif et positionné sur zéro.

### **B.3.5.3.4 Générateur de bruit blanc [G4]**

Le générateur de bruit blanc possède un niveau fixe indépendant de la fréquence; il est réglé sur un niveau compris entre  $-140$  et  $-120$  dBm/Hz avec une impédance de  $135 \Omega$ . Le signal de ce générateur de bruit ne présentera pas de corrélation, ni avec l'ensemble des autres sources de bruit du générateur de perturbation, ni avec le système SHDSL soumis aux essais. Le bruit aura une répartition aléatoire avec une distribution pseudo-gaussienne, comme spécifié par le § B.3.5.4.2.

### **B.3.5.3.5 Générateur de bruit de radiofréquence de diffusion [G5]**

NOTE 1 – L'étude d'une spécification traitant des méthodes d'essai génériques pour les brouillages radioélectriques est en cours. Il est prévu qu'une future version de la présente Recommandation contiendra une spécification complète des essais concernant les brouillages radioélectriques, qui sera obligatoire. Actuellement, le présent paragraphe n'a qu'un caractère informatif.

Le générateur de bruit de radiofréquence de diffusion représente le brouillage de ligne à tonalité discrète provoqué par les transmissions de diffusion par modulation d'amplitude dans les bandes d'ondes moyennes et d'ondes longues qui se manifestent au niveau du câble. Ces sources de brouillage ont une plus grande stabilité temporelle que les interférences de fréquences amateur (voir le § B.3.5.3.6), étant donné qu'elles n'utilisent pas de suppression de porteuse. Le bruit capté cause des brouillages en mode différentiel comme en mode commun.

Le signal de bruit capté pour les perturbations en mode différentiel (ou en mode commun) représente une superposition de porteuses aléatoires modulées (AM). La tension totale  $U(t)$  de ce signal est définie de la manière suivante:

$$U(t) = \sum_{\mathbf{k}} U_{\mathbf{k}} \times \cos(2\pi:f_{\mathbf{k}} \times t + \varphi_{\mathbf{k}}) \times (1 + m \times \alpha_{\mathbf{k}}(t))$$

Les différents éléments du signal de bruit capté  $U(t)$  sont définis comme suit:

- $U_{\mathbf{k}}$  – La tension  $U_{\mathbf{k}}$  de chaque porteuse devrait être identique à celle qui est spécifiée au Tableau B.5 (niveau de puissance  $P$  (dBm) dans une charge résistive  $R$ , égale à l'impédance nominale  $R_v = 135 \Omega$ ). Il convient de noter que les analyseurs de spectre détecteront des niveaux qui sont légèrement supérieurs aux valeurs spécifiées au Tableau B.5 lorsque leurs largeurs de bande de résolution sont réglées à 10 kHz ou plus, vu qu'ils détecteront aussi la puissance de modulation.

- $f_k$  – La fréquence  $f_k$  de chaque porteuse devrait être identique à celle qui est spécifiée au Tableau B.5. Les valeurs de fréquence du Tableau B.5 ne représentent pas les fréquences de diffusion réelles mais sont choisies de telle façon qu'elles couvrent la gamme de fréquences appropriée pour les modems SHDSL. Il convient de noter que la relation harmonique entre les porteuses du Tableau B.5 est insignifiante.
- $\varphi_k$  – Le décalage de phase  $\varphi_k$  de chaque porteuse aura une valeur aléatoire sans corrélation avec le décalage de phase de toute autre porteuse dans le signal de bruit capté.
- $m$  – La profondeur de modulation  $m$  de chaque porteuse individuellement modulée sera  $m = 0,32$ , afin d'assurer un indice de modulation d'au moins 80% pendant les niveaux de crête du signal de modulation  $m \times \alpha_k(t)$ .
- $\alpha_k(t)$  – Le bruit de modulation normalisé  $\alpha_k(t)$  de chaque porteuse individuellement modulée sera de nature aléatoire avec une distribution gaussienne, aura une valeur efficace de  $\alpha_{rms} = 1$ , aura un facteur de crête of 2,5 ou plus et sera sans corrélation avec le bruit de modulation de toute autre porteuse modulée dans le signal de bruit capté.
- $\Delta b$  – La largeur de modulation  $\Delta b$  de chaque porteuse modulée sera d'au moins  $2 \times 5$  kHz, ce qui équivaut à créer  $\alpha_k(t)$  à partir du bruit blanc, filtré par un filtre passe-bas avec une fréquence de coupure de  $\Delta b/2 = 5$  kHz. Cette largeur de modulation couvre toute la bande de modulation utilisée par les stations de diffusion en modulation d'amplitude.

NOTE 2 – La spécification précise des prescriptions concernant la mise en forme du spectre pour le signal de modulation appelle un complément d'étude.

**Tableau B.5/G.991.2 – Puissance moyenne minimale de bruit d'interférence de radiofréquence en fonction de la fréquence**

<b>Fréquence (kHz)</b>	153	207	270	531	603	711	801	909	981	1296
<b>Puissance (dBm)</b>	-70	-44	-70	-70	-49	-70	-70	-44	-70	-49

#### **B.3.5.3.6 Générateur de bruit de radiofréquence amateur [G6]**

Le générateur de bruit de radiofréquence amateur est identique au générateur de bruit RF de radiodiffusion, avec des fréquences et des puissances différentes. Ces valeurs nécessitent un complément d'étude.

#### **B.3.5.3.7 Générateur de bruit impulsionnel [G7]**

Les essais avec ce générateur de bruit sont nécessaires pour déterminer l'immunité de l'émetteur-récepteur SHDSL vis-à-vis de bruits en rafale. Cette immunité sera déterminée pour des boucles courtes et longues et des bruits modélisant la diaphonie et les interférences de radiofréquence.

#### **B.3.5.4 Profils des générateurs de perturbation**

Le bruit de diaphonie représente toute perturbation en provenance de systèmes connectés sur des paires de conducteurs adjacentes faisant partie du même câble. Ces conducteurs présentent un couplage avec les conducteurs du système xDSL soumis aux essais, ce qui a pour effet que le spectre du bruit de diaphonie varie avec la longueur électrique de la boucle d'essai.

La définition du bruit de diaphonie a été subdivisée, pour plus de simplicité, en composants plus petits et plus faciles à spécifier. Les deux générateurs G1 et G2 représentent la "perturbation équivalente". Leur niveau de bruit provient d'un mélange d'un grand nombre de perturbations correspondant à un scénario réel, en admettant que toutes les sources de perturbations sont localisées aux extrémités des boucles d'essai.

Cette diaphonie équivalente représente, après filtrage par les fonctions de couplage de paradiaphonie et télédiaphonie, le bruit de diaphonie devant être injecté dans le dispositif d'essai. Cette démarche permet d'isoler les définitions des perturbations vis-à-vis des fonctions de couplage de paradiaphonie et de télédiaphonie du câble. Le signal généré par ces deux perturbateurs équivalents est spécifié par le présent paragraphe dans la gamme des fréquences et dans le domaine temporel.

Les caractéristiques de chaque générateur G1 et G2 dans la gamme des fréquences sont définies par un profil spectral, chaque modèle de bruit possédant deux paires de profils spectraux qui lui sont propres.

- Les profils X.C.# du présent paragraphe décrivent l'équivalent total de perturbation d'un système virtuel qui serait localisé à l'extrémité de la boucle d'essai au niveau de l'unité STU-C. Ce bruit est modélisé par le générateur équivalent de perturbation G1 mettant l'accent sur les signaux amont et par le générateur équivalent de perturbation G2 mettant l'accent sur les signaux aval.
- Les profils X.R.# du présent paragraphe décrivent l'équivalent total de perturbation d'un système virtuel qui serait localisé à l'extrémité de la boucle d'essai au niveau de l'unité STU-R. Ce bruit est modélisé par le générateur équivalent de perturbation G1 mettant l'accent sur les signaux amont et par le générateur équivalent de perturbation G2 mettant l'accent sur les signaux aval.

Il convient de noter que les niveaux de densité PSD des générateurs équivalents de perturbation G1 et G2 sont permutés lorsqu'on passe des essais amont aux essais aval.

#### **B.3.5.4.1 Profils SHDSL dans la gamme des fréquences**

Le présent paragraphe spécifie les profils de densité PSD X.R.# et X.C.# qui s'appliquent pour les générateurs équivalents de perturbation G1 et G2 lors d'essai de systèmes SHDSL. Le caractère "#" représente l'un des modèles de bruit "A", "B", "C" ou "D".

Les quatre modèles de bruit suivants ont été définis pour les lignes SHDSL:

- le **modèle du type "A"** est prévu pour représenter un scénario avec une forte pénétration dans lequel le système SHDSL soumis aux essais fait partie d'un câble de distribution (pouvant contenir des centaines de paires de conducteurs) qui est occupé par un grand nombre de systèmes de transmission (éventuellement incompatibles);
- le **modèle du type "B"** est prévu pour représenter un scénario avec une pénétration moyenne dans lequel le système SHDSL soumis aux essais fait partie d'un câble de distribution (pouvant contenir jusqu'à une dizaine de paires de conducteurs) qui est occupé par un grand nombre de systèmes de transmission (éventuellement incompatibles);
- le **modèle du type "C"** est prévu pour représenter un scénario de reprise de l'existant prenant en compte des systèmes tels que le RNIS-PRI (HDB3) en même temps que le scénario avec pénétration moyenne du modèle "B";
- le **modèle du type "D"** est prévu pour constituer un scénario de référence permettant de mettre en évidence la différence entre un câble rempli uniquement de lignes SHDSL et un câble rempli avec des lignes utilisant un mélange de techniques SHDSL.

Les profils de densité PSD de chaque modèle de bruit se constituent d'une somme pondérée de la diaphonie propre et de la diaphonie étrangère, définies séparément.

$$X.C.\# = (X.S.C.\# \blacklozenge X.A.C.\#)$$

$$X.R.\# = (X.S.R.\# \blacklozenge X.A.R.\#)$$

Les symboles utilisés dans ces expressions font référence aux informations suivantes:

- le symbole "#" représente l'un des modèles de bruit "A", "B", "C" ou "D";
- les symboles "XS.C.#" et "XS.R.#" font référence aux profils de diaphonie propre définis par le § B.3.5.4.1.1;
- les symboles "XA.C.#" et "XA.R.#" font référence aux profils de diaphonie étrangère définis par le § B.3.5.4.1.2;
- le symbole "♦" fait référence à la diaphonie correspondant à la somme des deux densités PSD, définie par la formule  $P_X = (P_{XS}^{K_n} + P_{XA}^{K_n})^{1/K_n}$ , dans laquelle  $P$  indique les densités PSD exprimées en W/Hz et  $K_n$  est égale à 1/0,6.

Ces profils doivent être respectés pour toutes les fréquences entre 1 kHz et 1 MHz.

#### B.3.5.4.1.1 Profils de diaphonie propre

Les profils de bruit XS.C.# et XS.R.#, représentant la perturbation équivalente de la diaphonie propre, sont spécifiques aux paramètres PSD du système SHDSL soumis aux essais, définis par les caractéristiques spécifiques de charge utile, de symétrie et de réduction de puissance. A des fins de conformité avec les prescriptions de la présente Recommandation, on utilisera la densité PSD nominale appropriée spécifiée au § B.4.

Quatre modèles de bruit de diaphonie propre ont été définis pour les essais de systèmes SHDSL. Le Tableau B.6 spécifie les profils pour les unités STU-C et STU-R.

Le caractère "#" représente dans ce tableau l'un des modèles de bruit "A", "B", "C" ou "D". Le symbole "SHDSL.dn" représente le spectre de signal SHDSL émis dans la direction aval et "SHDSL.up", celui du signal émis dans la direction amont.

**Tableau B.6/G.991.2 – Définition de la diaphonie propre pour les essais SHDSL**

	Modèle A (XS.#.A)	Modèle B (XS.#.B)	Modèle C (XS.#.C)	Modèle D (XS.#.D)
XS.C.#:	"SHDSL.dn" + 11,7 dB	"SHDSL.dn" + 7,1 dB	"SHDSL.dn" + 7,1 dB	"SHDSL.dn" + 10,1 dB
XS.R.#:	"SHDSL.up" + 11,7 dB	"SHDSL.up" + 7,1 dB	"SHDSL.up" + 7,1 dB	"SHDSL.up" + 10,1 dB
NOTE – Les divers modèles de bruit utilisent des facteurs de gain différents.				

#### B.3.5.4.1.2 Profils de diaphonie étrangère

Les profils de bruit XA.C.# et XA.R.#, représentant la perturbation équivalente de la diaphonie étrangère, sont propres à l'implémentation pour le système SHDSL soumis aux essais. Quatre modèles de bruit ont été définis pour la diaphonie étrangère. Les profils de l'unité STU-C sont spécifiés par le Tableau B.7 et ceux de l'unité STU-R par le Tableau B.8. Chaque profil PSD se compose d'une combinaison de signaux perturbateurs. Le bruit d'origine étrangère est rendu inactif dans le modèle D pour réaliser un scénario de diaphonie propre sans autres perturbations.

**Tableau B.7/G.991.2 – Fréquences limites des profils PSD "XA.C.#" spécifiant le spectre équivalent pour des signaux perturbateurs étrangers**

<b>XA.C.A</b> [Hz]	<b>135 Ω</b> [dBm/Hz]	<b>XA.C.B</b> [Hz]	<b>135 Ω</b> [dBm/Hz]	<b>XA.C.C</b> [Hz]	<b>135 Ω</b> [dBm/Hz]	<b>XA.C.D</b> [Hz]	<b>135 Ω</b> [dBm/Hz]
1	-20,0	1	-25,7	1	-25,7	TOUS	-∞
15 k	-20,0	15 k	-25,7	15 k	-25,7		
30 k	-21,5	30 k	-27,4	30 k	-27,4		
67 k	-27,0	45 k	-30,3	45 k	-30,3		
125 k	-27,0	70 k	-36,3	70 k	-36,3		
138 k	-25,7	127 k	-36,3	127 k	-36,3		
400 k	-26,1	138 k	-32,1	138 k	-32,1		
1104 k	-26,1	400 k	-32,5	400 k	-32,5		
2,5 M	-66,2	550 k	-32,5	550 k	-32,5		
4,55 M	-96,5	610 k	-34,8	610 k	-34,8		
30 M	-96,5	700 k	-35,4	700 k	-35,3		
		1104 k	-35,4	1104 k	-35,3		
		4,55 M	-03,0	1,85 M	-58,5		
		30 M	-103,0	22,4 M	-103,0		
				30 M	-103,0		

NOTE – Les profils de densité sont définis par des segments de droite reliant ces points limites, avec une échelle de fréquences *logarithmique* et une échelle de niveaux dBm *linéaire*. Les niveaux sont définis avec une charge résistive de 135 Ω.

**Tableau B.8/G.991.2 – Fréquences limites des profils PSD "XA.R.#" spécifiant le spectre équivalent pour des signaux perturbateurs étrangers**

XA.R.A [Hz]	135 Ω [dBm/Hz]	XA.R.B [Hz]	135 Ω [dBm/Hz]	XA.R.C [Hz]	135 Ω [dBm/Hz]	XA.R.D [Hz]	135 Ω [dBm/Hz]
1	-20,0	1	-25,7	1	-25,7	TOUS	-∞
15 k	-20,0	15 k	-25,7	15 k	-25,7		
60 k	-25,2	30 k	-26,8	30 k	-26,8		
276 k	-25,8	67 k	-31,2	67 k	-31,2		
500 k	-51,9	142 k	-31,2	142 k	-31,2		
570 k	-69,5	156 k	-32,7	156 k	-32,7		
600 k	-69,9	276 k	-33,2	276 k	-33,2		
650 k	-62,4	400 k	-46,0	335 k	-42,0		
763 k	-62,4	500 k	-57,9	450 k	-47,9		
1,0 M	-71,5	570 k	-75,7	750 k	-45,4		
2,75 M	-96,5	600 k	-76,0	1040 k	-45,5		
30 M	-96,5	650 k	-68,3	2,46 M	-63,6		
		763 k	-68,3	23,44 M	-103,0		
		1,0 M	-77,5	30 M	-103,0		
		2,8 M	-103,0				
		30 M	-103,0				

NOTE – Les profils de densité sont définis par des segments de droite reliant ces points limites, avec une échelle de fréquences *logarithmique* et une échelle de niveaux dBm *linéaire*. Les niveaux sont définis avec une charge résistive de 135 Ω.

#### B.3.5.4.2 Profils des générateurs G1 à G4 dans le domaine temporel

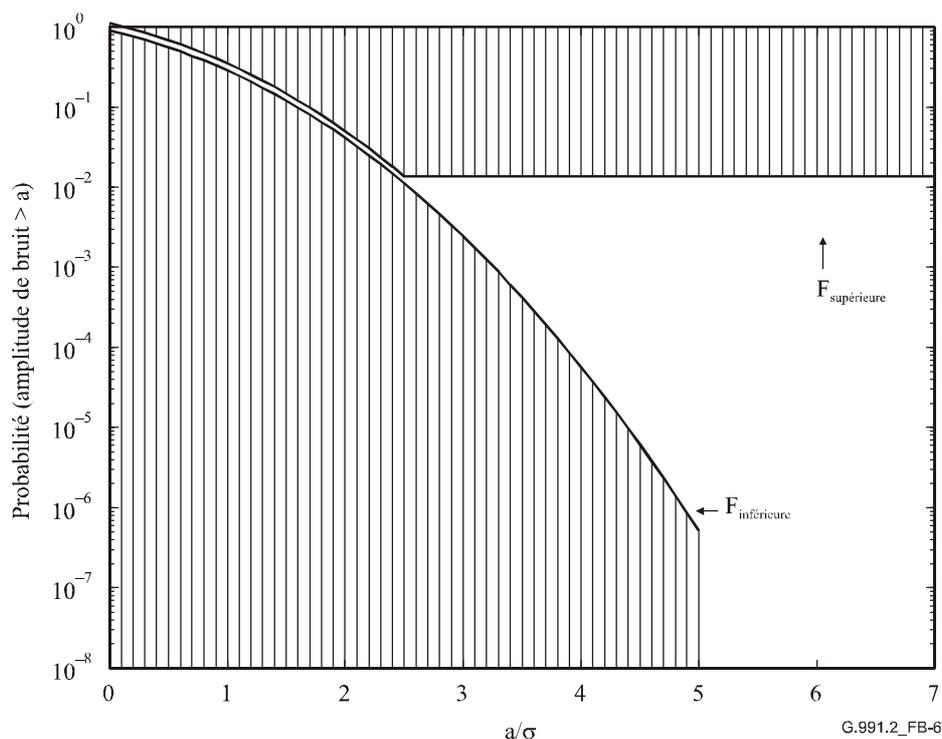
Le bruit, tel qu'il est spécifié aux § B.3.5.3.1 à B.3.5.3.4 dans la gamme des fréquences, aura une répartition aléatoire avec une distribution pseudo-gaussienne. Ceci signifie que la fonction de répartition d'amplitude du bruit perturbateur composite injecté au niveau de l'élément additionneur aura une valeur comprise entre les deux limites indiquées par la Figure B.6, dans laquelle la zone non hachurée indique la région autorisée. Les frontières du masque sont spécifiées par le Tableau B.9.

Il est prévu que les générateurs de bruit produiront des signaux approximativement gaussiens. En conséquence, la limite supérieure indiquée à la Figure B.6 n'est pas fixe. Les densités PDF des signaux créés par les générateurs de bruit devraient être très inférieures à la limite supérieure autorisée par le masque PDF comme indiqué au Tableau B.9.

La fonction  $F(a)$  de répartition de l'amplitude du bruit  $u(t)$  indique la fraction du temps pendant laquelle la valeur de  $u(t)$  est supérieure à " $a$ ". Il résulte de cette définition que  $F(0) = 1$  et que  $F(a)$  est uniformément décroissante jusqu'au point où la variable " $a$ " est égale à la valeur de crête du signal. La fonction  $F(a)$  est nulle au-delà de ce point:

$$F(a) = 0, \text{ pour } a \geq |u_{peak}|$$

Les limitations imposées à la fonction de la répartition d'amplitude garantissent que le bruit est caractérisé par des valeurs de crête qui sont rarement supérieures de manière significative à la valeur quadratique moyenne de ce bruit (jusqu'à 5 fois l'écart quadratique moyen).



**Figure B.6/G.991.2 – Masque de la fonction de répartition de l'amplitude**

**Tableau B.9/G.991.2 – Limites supérieures et inférieures de la fonction de répartition de l'amplitude du bruit**

Boundary ( $\sigma = \text{rms value of noise}$ )	Interval	Parameter	Value
$F_{\text{inférieure}}(a) = (1 - \varepsilon) \cdot \{1 - \text{erf}((a/\sigma)/\sqrt{2})\}$	$0 \leq a/\sigma < \text{CF}$	Crest factor	$\text{CF} = 5$
$F_{\text{inférieure}}(a) = 0$	$\text{CF} \leq a/\sigma < \infty$	Gaussian gap	$\varepsilon = 0,1$
$F_{\text{supérieure}}(a) = (1 + \varepsilon) \cdot \{1 - \text{erf}((a/\sigma)/\sqrt{2})\}$	$0 \leq a/\sigma < A$		$A = \text{CF}/2 = 2,5$
$F_{\text{supérieure}}(a) = (1 + \varepsilon) \cdot \{1 - \text{erf}(A/\sqrt{2})\}$	$A \leq a/\sigma < \infty$		

Les paramètres du Tableau B.9 ont les significations suivantes:

- CF représente le facteur de crête minimal du bruit, caractérisant le rapport entre la valeur de crête absolue et l'écart quadratique moyen ( $\text{CF} = |u_{\text{peak}}|/u_{\text{rms}}$ ).
- $\varepsilon$  représente l'écart de Gauss indiquant la qualité de l'approximation du bruit pseudo-gaussien par rapport à un véritable bruit gaussien.
- $A$  indique le point au-delà duquel la limite inférieure est réduite de manière à permettre l'utilisation de signaux de bruit avec une longueur de répétition utilisable dans la pratique.

### B.3.5.5 Règle obligatoire de remplacement des formes de bruit

L'application stricte de la procédure d'essai impose une forme de bruit différente pour chaque essai bien que certaines formes de bruit soient très similaires. Pour réduire le nombre possible de formes de bruit, la règle de remplacement suivante doit être obligatoirement appliquée. Elle ramène le nombre de formes de bruit de 280 à 22.

Le Tableau B.9a indique la règle de remplacement des formes de bruit. La nomenclature ci-après est utilisée pour décrire une forme de bruit:

"Côté (C ou R) Débit (384 à 2304) Type de PSD (s pour symétrique) Modèle de bruit (A à D)"

Exemple 1: C384sA2 représente la forme de bruit du côté STU-C pour le débit 384 kbit/s utilisant la densité PSD symétrique correspondant au modèle de bruit A et pour la boucle 2.

Exemple 2: C384sAX représente la forme de bruit du côté STU-C pour le débit 384 kbit/s utilisant la densité PSD symétrique correspondant au modèle de bruit A et pour toute boucle.

Exemple 3: la règle 7 exige que les formes de bruit R384sA1, R384sA2, R384sA3, R384sA4, R384sA5, R384sA6, R384sA7, R512sA1, R512sA2, R512sA3, R512sA4, R512sA5, R512sA6, R512sA7 soient remplacées par une seule forme de bruit, R768sA2.

Exemple 4: réalisation de l'ensemble d'essais 3 du Tableau B.3 pour un débit de 384 kbit/s du côté STU-C. La boucle et l'émetteur-récepteur sont en principe paramétrés selon la description des essais (boucle n° 3 en amont réglée sur 43 dB @ 150 kHz, ce qui équivaut à une longueur de 5563 m). L'émetteur-récepteur est en principe réglé sur 384 kbit/s. La forme de bruit injectée est en principe de 'R768sC2' au lieu de 'C384sD3' (règle 9).

**Tableau B.9a/G.991.2 – Règle de remplacement des formes de bruit**

Règle n°	Cette forme	Remplace ces formes (ligne par ligne)					
1	'C768sA2'	'C384sAX'	'C512sAX'				
2	'C768sC2'	'C384sBX'	'C512sBX'	'C384sCX'	'C512sCX'		
3	'C1536sA2'	'C768sAX'	'C1024sAX'	'C1280sAX'			
4	'C1536sC2'	'C768sBX'	'C1024sBX'	'C1280sBX'	'C768sCX'	'C1024sCX'	'C1280sCX'
5	'C2304sA2'	'C1536sAX'	'C2048sAX'	'C2304sAX'	'C1536sAX'		
6	'C2304sC2'	'C1536sBX'	'C2048sBX'	'C2304sBX'	'C1536sCX'	'C2048sCX'	'C2304sCX'
7	'R768sA2'	'R384sAX'	'R512sAX'				
8	'R768sB2'	'R384sBX'	'R512sBX'				
9	'R768sC2'	'R384sCX'	'R512sCX'	'C384sDX'	'R384sDX'	'C512sDX'	'R512sDX'
10	'R1536sA2'	'R768sAX'	'R1024sAX'	'R1280sAX'	'R1536sAX'		
11	'R1536sB2'	'R768sBX'	'R1024sBX'	'R1280sBX'	'R1536sBX'		
12	'R1536sC2'	'R768sCX'	'R1024sCX'	'R1280sCX'	'R1536sCX'		
13	'R2048sA2'	'R2048sAX'					
14	'R2048sB2'	'R2048sBX'					
15	'R2048sC2'	'R2048sCX'					
16	'R2304sA2'	'R2304sAX'					
17	'R2304sB2'	'R2304sBX'					
18	'R2304sC2'	'R2304sCX'					
19	'C1280sD2'	'C768sDX'	'R768sDX'	'C1280sDX'	'R1280sDX'		
20	'C1536sD2'	'C1024sDX'	'R1024sDX'	'C1536sDX'	'R1536sDX'		
21	'C2048sD2'	'C2048sDX'	'R2048sDX'				
22	'C2304sD2'	'C2304sDX'	'R2304sD'				

### B.3.5.6 Mesures de la marge de bruit

Le niveau et la forme du bruit de diaphonie ou du bruit impulsionnel sont ajustés au moment du démarrage et leurs niveaux sont vérifiés sur le port de réception de manière à satisfaire à la prescription de niveau de perturbation du § B.3.4. Ce niveau relatif constitue la référence de 0 dB. La liaison de l'émetteur récepteur est activée ensuite avec une supervision du taux d'erreur binaire.

#### B.3.5.6.1 Mesures de la marge de bruit de diaphonie

On accroîtra, pour effectuer les mesures de marge de diaphonie, le niveau de bruit de diaphonie du générateur de perturbation défini par le § B.3.5.4.1 en modifiant le gain de l'amplificateur A1 de la Figure B.5, d'une manière uniforme sur la totalité de la bande de fréquences du système SHDSL soumis aux essais, jusqu'à ce que le taux d'erreur binaire dépasse  $10^{-7}$ . Ce taux d'erreur binaire correspondra à un accroissement de bruit de  $x$  dB, avec une petite incertitude égale à  $\Delta$  dB. Cette valeur  $x$  est appelée marge de bruit de diaphonie en référence à un modèle de bruit normalisé. Les marges de bruit indiquées auront une tolérance de 1,25 dB en raison de l'effet global de la tolérance de générateur de diaphonie et de la tolérance du simulateur de boucle étaloné. Le décalage  $\Delta$  est défini à l'aide de la même procédure que celle qui est indiquée au § A.3.1.4.

Les marges de bruit seront mesurées (après une période de réglage précis de 5 minutes au minimum) au moyen des boucles d'essai spécifiées à la Figure B.1 et mises à l'échelle selon les Tableaux B.1 et B.2.

NOTE – Actuellement, le bruit injecté, aux fins de la mesure de la marge de bruit de diaphonie correspond à la somme des générateurs G1, G2 et G4 ainsi qu'il est décrit au § B.3.5.1. L'Appendice IV présente sous forme de tableaux les valeurs du bruit injecté correspondant à une marge de 0 dB et une valeur de générateur de bruit blanc de  $-140$  dBm/Hz. Le bruit injecté devrait être mesuré selon le § B.3.3. Les cas d'essai obligatoires sont décrits au § B.3.4. Une règle de substitution de bruit obligatoire est décrite au § B.3.5.5.

#### B.3.5.6.2 Mesures de la marge de bruit impulsionnel

Appelle une étude ultérieure.

### B.4 Masques de densité PSD

La puissance PSD mesurée pour tous les débits de données de chaque unité STU restera inférieure aux masques de densité PSD spécifiés dans le présent paragraphe ( $PSDMASK_{SHDSL}(f)$ ) et la puissance totale mesurée sur une impédance de  $135 \Omega$  se situera au sein du domaine spécifié dans le présent paragraphe ( $P_{SHDSL} \pm 0,5$  dB).

La prise en charge des densités PSD symétriques spécifiées par le § B.4.1 sera obligatoire pour tous les débits de données pris en charge. La prise en charge des densités PSD asymétriques spécifiées par le § B.4.2 sera optionnelle.

Le Tableau B.10 donne la liste des densités PSD prises en charge et les tailles de constellation correspondantes.

**Tableau B.10/G.991.2 – Densités PSD et taille de constellation**

Densités PSD symétriques		Densités PSD asymétriques			
DS	US	DS	US	DS	US
16-TCPAM	16-TCPAM	16-TCPAM	16-TCPAM	8-TCPAM	16-TCPAM
Obligatoire		Optionnel		Appelle une étude ultérieure	

Le Tableau B.11 donne le débit de données de charge utile, le débit de symbole et le mappage de bits par symbole pour les constellations 16-TCPAM amont et aval indiquées par le Tableau B.10.

**Tableau B.11/G.991.2 – Débit de données en mode trame**

Débit de données de charge utile, $R$ (kbit/s)	Modulation	Débit de symbole (ksymbole/s)	$K$ (Bits par symbole)
$R = n \times 64 + (i) \times 8$	16-TCPAM	$(R + 8) \div 3$	3

Comme spécifié par le § 5, les débits autorisés sont donnés par la formule  $n \times 64 + i \times 8$  kbit/s, avec  $3 \leq n \leq 36$  et  $0 \leq i \leq 7$ . Les valeurs de  $i$  sont limitées à 0 ou 1 pour  $n = 36$ .

#### B.4.1 Masques de densité PSD symétrique

L'ensemble de masques PSD suivant ( $PSDMASK_{SHDSL}(f)$ ) pourra être sélectionné pour tous les débits de données en mode trame disponibles au niveau de l'unité STU:

$$PSDMASK_{SHDSL}(f) = \begin{cases} 10^{\frac{-PBO}{10}} \times \frac{K_{SHDSL}}{135} \times \frac{1}{f_{sym}} \times \frac{\left[ \sin\left(\frac{\pi f}{Nf_{sym}}\right) \right]^2}{\left(\frac{\pi f}{Nf_{sym}}\right)^2} \times \frac{1}{1 + \left(\frac{f}{f_{3dB}}\right)^{2 \times Order}} \times 10^{\frac{MaskedOffsetdB(f)}{10}} & , f < f_{int} \\ 0,5683 \times 10^{-4} \times f^{-1,5} & , f_{int} \leq f \leq 1,5 \text{ MHz} \\ -90 \text{ dBm/Hz en crête avec une puissance maximale de } -50 \text{ dBm dans} \\ \text{une fenêtre pour } [f, f + 1 \text{ MHz}] & 1,5 \text{ MHz} < f \leq 11,04 \text{ MHz} \end{cases}$$

$MaskOffsetdB(f)$  étant défini par la formule:

$$MaskOffsetdB(f) = \begin{cases} 1 + 0,4 \times \frac{f_{3dB} - f}{f_{3dB}} & , f < f_{3dB} \\ 1 & , f \geq f_{3dB} \end{cases}$$

La densité PSD dans la bande  $0 < f < 1,5$  MHz sera mesurée avec une résolution de largeur de bande égale à 10 kHz.

NOTE 1 – De grandes variations de la densité PSD sur d'étroits intervalles de fréquences (par exemple près de la jonction entre le lobe principal et le bruit de fond) pourraient nécessiter l'utilisation d'une largeur de bande à plus petite résolution (RBW). Une bonne méthode empirique consiste à choisir une largeur de bande à plus petite résolution de telle sorte qu'il n'y ait pas plus de 1 dB de variation dans la densité PSD du signal dans cette largeur de bande.

$f_{int}$  représente la fréquence du point d'intersection des deux fonctions définissant  $PSDMASK_{SHDSL}(f)$  dans la gamme comprise entre 0 et  $Nf_{sym}$ . PBO représente la valeur de la réduction de puissance exprimée en dB. Le Tableau B.12 définit les valeurs de  $K_{SHDSL}$ ,  $Ordre$ ,  $N$ ,  $f_{3dB}$  et  $P_{SHDSL}$ .  $P_{SHDSL}$  représente la gamme de puissance de la densité PSD en émission avec une réduction de puissance de 0 dB.  $R$  représente le débit de données de charge utile.

**Tableau B.12/G.991.2 – Paramètres de densité PSD symétrique**

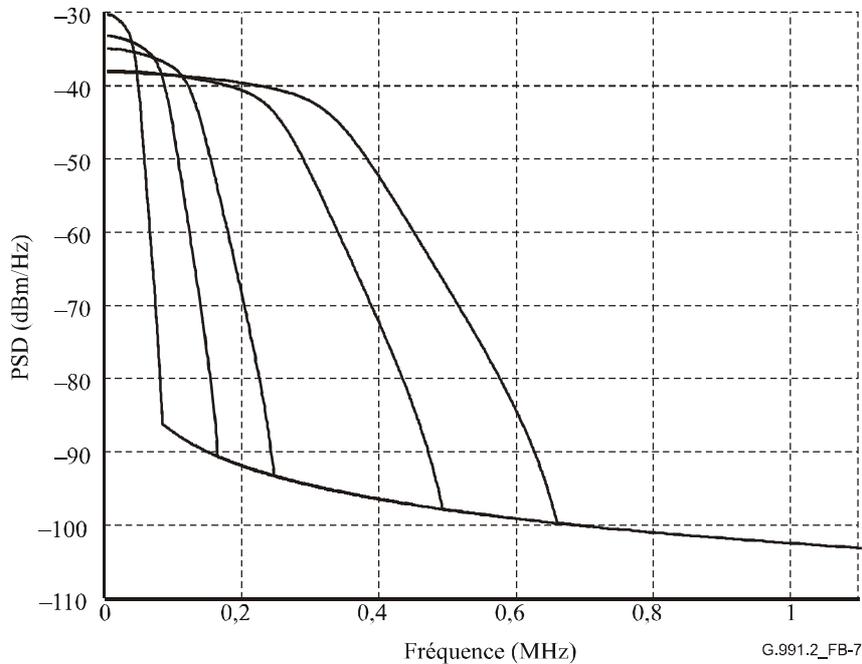
Débit de données de charge utile $R$ (kbit/s)	$K_{SHDSL}$	$Ordre$	$N$	Débit de symbole $f_{sym}$ (ksymbol/s)	$f_{3dB}$	$P_{SHDSL}$ (dBm)
$R < 2048$	7,86	6	1	$(R + 8)/3$	$1,0 \times f_{sym}/2$	$P1(R) \leq P_{SHDSL} \leq 13,5$
$R \geq 2048$	9,90	6	1	$(R + 8)/3$	$1,0 \times f_{sym}/2$	14,5

$P1(R)$  est défini comme suit:

$$P1(R) = 0,3486 \log_2(R \times 1000 + 8000) + 6,06 \text{ dBm}$$

Pour une réduction de puissance de 0 dB, la valeur mesurée pour la puissance en émission sur une impédance de 135 Ω se situera dans la gamme  $P_{SHDSL} \pm 0,5$  dB. Pour une réduction différente de 0 dB, la valeur mesurée pour la puissance en émission sur une impédance de 135 Ω se situera dans la gamme  $P_{SHDSL} \pm 0,5$  dB, diminué de la valeur de la réduction de puissance en dB. La valeur de densité PSD mesurée sur une impédance de 135 Ω restera inférieure à  $PSDMASK_{SHDSL}(f)$ .

La Figure B.7 représente les masques de densité PSD avec une réduction de puissance de 0 dB pour des débits de données de charge utile de 256, 512, 768, 1536, 2048 et 2304 kbit/s.



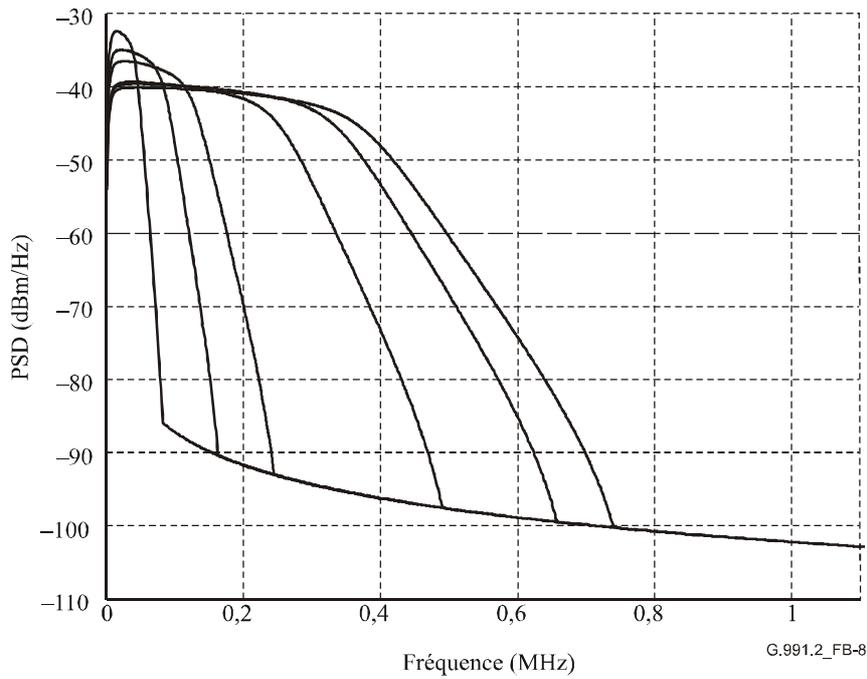
**Figure B.7/G.991.2 – Masques de densité PSD pour une réduction de puissance de 0 dB**

La formule suivante donne la densité PSD mesurée au niveau des terminaux:

$$NominalPSD(f) = \begin{cases} 10^{\frac{-PBO}{10}} \times \frac{K_{SHDSL}}{135} \times \frac{1}{f_{sym}} \times \frac{\left[ \sin\left(\frac{\pi f}{Nf_{sym}}\right) \right]^2}{\left(\frac{\pi f}{Nf_{sym}}\right)^2} \times \frac{1}{1 + \left(\frac{f}{f_{3dB}}\right)^{2 \times Order}} \times \frac{f^2}{f^2 + f_c^2} & , f < f_{int} \\ 0,5683 \times 10^{-4} \times f^{-1,5} & , f_{int} \leq f \leq 1,5 \text{ MHz} \\ -90 \text{ dBm/Hz en crête avec une puissance maximale} \\ \text{de } -50 \text{ dBm dans une fenêtre} \\ \text{pour } [f, f + 1 \text{ MHz}] & 1,5 \text{ MHz} < f \leq 11,04 \text{ MHz} \end{cases}$$

$f_c$  étant la fréquence de coupure du transformateur, égale à 5 kHz par hypothèse. La Figure B.8 représente les densités PSD émises nominales avec une puissance de 13,5 dBm, pour des débits de données de charge utile de 256, 512, 768, 1536, 2048 et 2304 kbit/s.

NOTE 2 – La densité PSD nominale est indiquée uniquement à titre d'information.



**Figure B.8/G.991.2 – Densités PSD nominales symétriques pour une réduction de puissance de 0 dB**

NOTE 3 – Dans le présent paragraphe,  $PSDMASK(f)$  et  $NominalPSD(f)$  sont exprimés en W/Hz, sauf indication contraire, et la fréquence  $f$  est exprimée en Hz.

#### B.4.2 Masques de densité PSD asymétrique pour des débits de 2,048 Mbit/s et 2,304 Mbit/s

L'ensemble de masques PSD asymétriques spécifié dans le présent paragraphe sera pris en charge d'une manière optionnelle pour les débits de données de charge utile de 2,048 Mbit/s et 2,304 Mbit/s. Les mesures de puissance et de densité PSD se font sur une charge de 135  $\Omega$ .

L'ensemble de masques PSD suivant ( $PSDMASK_{SHDSL}(f)$ ) pourra être sélectionné pour les débits de charge utile de 2,048 Mbit/s et 2,304 Mbit/s au niveau de l'unité STU:

$$PSDMASK_{SHDSL}(f) = \begin{cases} 10^{\frac{-PBO}{10}} \times \frac{K_{SHDSL}}{135} \times \frac{1}{f_x} \times \frac{\left[ \sin\left(\frac{\pi f}{f_x}\right) \right]^2}{\left(\frac{\pi f}{f_x}\right)^2} \times \frac{1}{1 + \left(\frac{f}{f_{3dB}}\right)^{2 \times Order}} \times 10^{\frac{MaskedOffsetdB(f)}{10}}, & f < f_{int} \\ 0,5683 \times 10^{-4} \times f^{-1,5}, & f_{int} \leq f \leq 1,5 \text{ MHz} \\ -90 \text{ dBm/Hz en crête avec une puissance maximale de } -50 \text{ dBm dans} \\ \text{une fenêtre pour } [f, f + 1 \text{ MHz}], & 1,5 \text{ MHz} < f \leq 11,04 \text{ MHz} \end{cases}$$

$MaskOffsetdB(f)$  étant défini par la formule:

$$MaskOffsetdB(f) = \begin{cases} 1 + 0,4 \times \frac{f_{3dB} - f}{f_{3dB}}, & f < f_{3dB} \\ 1, & f \geq f_{3dB} \end{cases}$$

La densité PSD dans la bande  $0 < f < 1,5$  MHz sera mesurée avec une résolution de largeur de bande égale à 10 kHz.

NOTE 1 – De grandes variations de la densité PSD sur d'étroits intervalles de fréquences (par exemple près de la jonction entre le lobe principal et le bruit de fond) pourraient nécessiter l'utilisation d'une largeur de bande à plus petite résolution (RBW). Une bonne méthode empirique consiste à choisir une largeur de bande à plus petite résolution de telle sorte qu'il n'y ait pas plus de 1 dB de variation dans la densité PSD du signal dans cette largeur de bande.

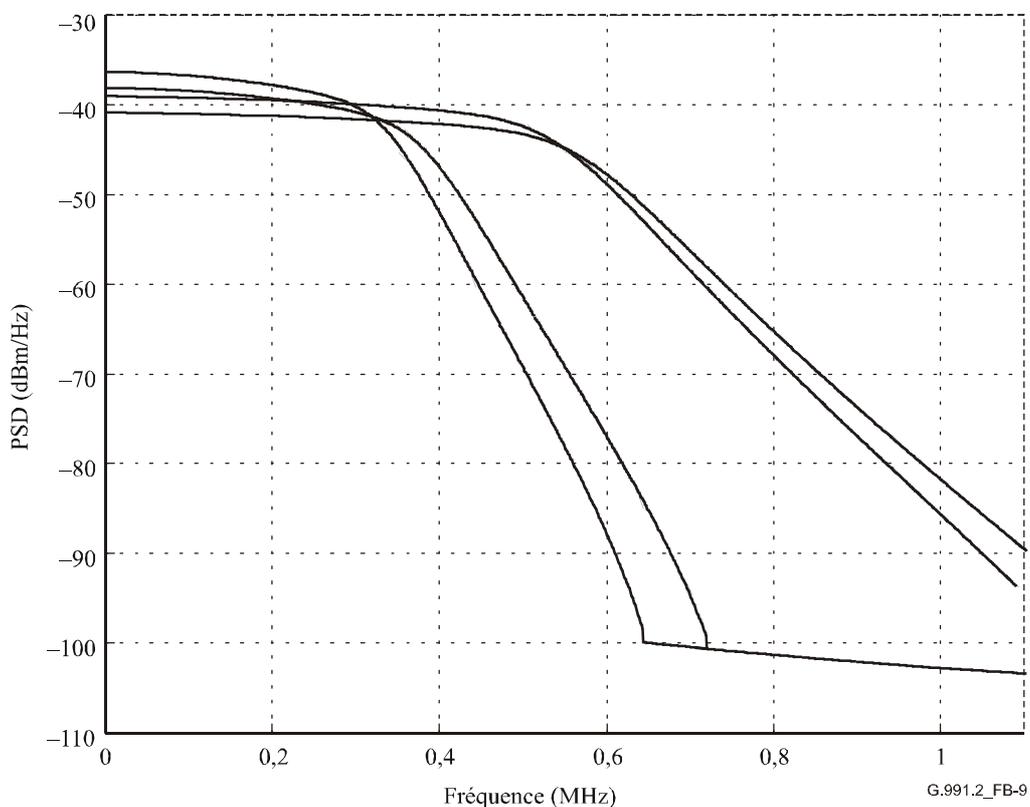
$f_{int}$  représente la fréquence du point d'intersection des deux fonctions définissant  $PSDMASK_{SHDSL}(f)$  dans la gamme de 0 à  $f_x$ . PBO représente la valeur de la réduction de puissance exprimée en dB. Le Tableau B.13 définit les valeurs de  $K_{SHDSL}$ , *Ordre*,  $f_x$ ,  $f_{3dB}$  et  $P_{SHDSL}$ .  $P_{SHDSL}$  représente le domaine de puissance de la densité PSD en émission avec une réduction de puissance de 0 dB.  $R$  représente le débit de données de charge utile.

**Tableau B.13/G.991.2 – Paramètres de densité PSD asymétrique**

Débit de données de charge utile (kbit/s)	Transmitter	$K_{SHDSL}$	<i>Ordre</i>	$f_x$ (Hz)	$f_{3dB}$ (Hz)	$P_{SHDSL}$ (dBm)
2048	STU-C	16,86	7	1 370 667	548 267	16,25
2048	STU-R	15,66	7	685 333	342 667	16,50
2304	STU-C	12,48	7	1 541 333	578 000	14,75
2304	STU-R	11,74	7	770 667	385 333	15,25

Pour une réduction de puissance de 0 dB, la valeur mesurée pour la puissance en émission sur une impédance de 135  $\Omega$  se situera dans la gamme  $P_{SHDSL} \pm 0,5$  dB. Pour une réduction différente de 0 dB, la valeur mesurée pour la puissance en émission sur une impédance de 135  $\Omega$  se situera dans la gamme  $P_{SHDSL} \pm 0,5$  dB, diminué de la valeur de la réduction de puissance en dB. La valeur de densité PSD mesurée sur une impédance de 135  $\Omega$  restera inférieure à  $PSDMASK_{SHDSL}(f)$ .

La Figure B.9 représente les masques de densité PSD avec une réduction de puissance de 0 dB pour des débits de données de charge utile de 2048 et 2304 kbit/s.



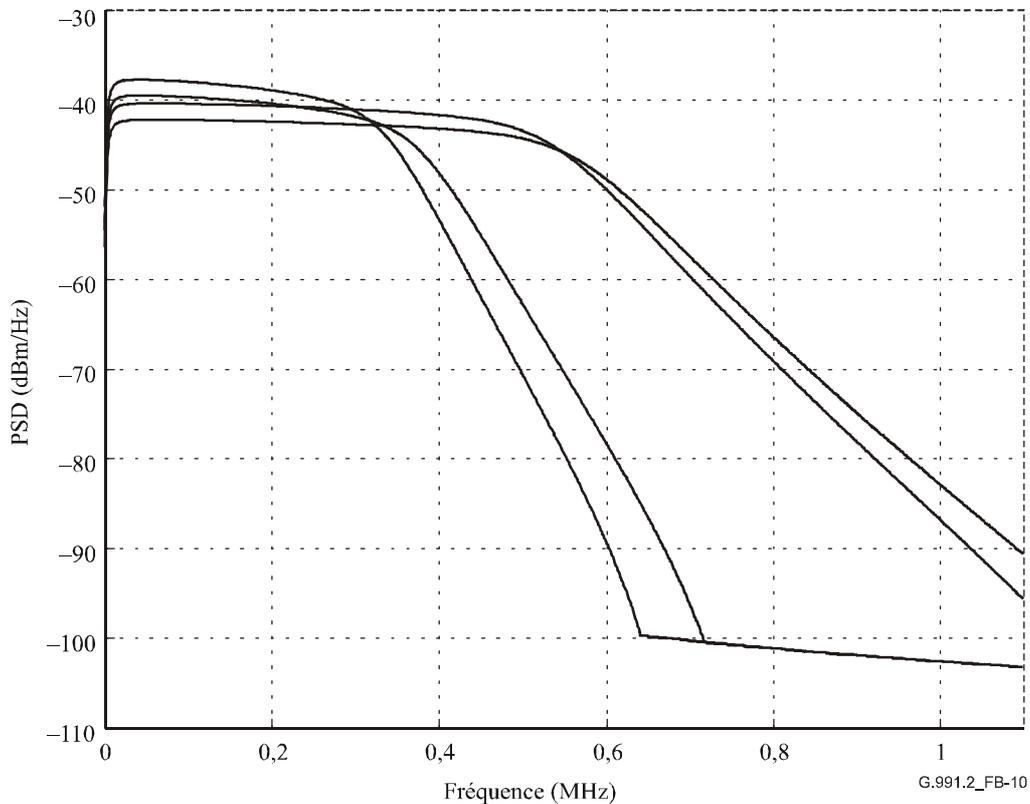
**Figure B.9/G.991.2 – Masques de densité PSD pour une réduction de puissance de 0 dB**

La formule suivante donne la densité PSD mesurée au niveau des terminaux:

$$NominalPSD(f) = \begin{cases} 10^{\frac{-PBO}{10}} \times \frac{K_{SHDSL}}{135} \times \frac{1}{f_x} \times \frac{\left[ \sin\left(\frac{\pi f}{f_x}\right) \right]^2}{\left(\frac{\pi f}{f_x}\right)^2} \times \frac{1}{1 + \left(\frac{f}{f_{3dB}}\right)^{2 \times Order}} \times \frac{f^2}{f^2 + f_c^2} & , f < f_{int} \\ 0,5683 \times 10^{-4} \times f^{-1,5}, & f_{int} \leq f \leq 1,5 \text{ MHz} \\ -90 \text{ dBm/Hz en crête avec une puissance maximale de } -50 \text{ dBm dans une} \\ \text{fenêtre pour } [f, f + 1 \text{ MHz}], & 1,5 \text{ MHz} < f \leq 11,04 \text{ MHz} \end{cases}$$

$f_c$  étant la fréquence de coupure du transformateur, égale à 5 kHz par hypothèse. La Figure B.10 représente les densités PSD émises nominales avec une réduction de puissance de 0 dB pour des débits de données de charge utile de 2048 et 2304 kbit/s.

NOTE 2 – La densité PSD nominale est indiquée uniquement à titre d'information.



**Figure B.10/G.991.2 – Densités PSD nominales asymétriques pour une réduction de puissance de 0 dB**

NOTE 3 – Dans le présent paragraphe,  $PSDMASK(f)$  et  $NominalPSD(f)$  sont exprimés en W/Hz, sauf indication contraire, et la fréquence  $f$  est exprimée en Hz.

## B.5 Caractéristiques fonctionnelles propres à la région

### B.5.1 Débit de données

Aucune limitation autre que celles spécifiées par le § 5 et répétées aux § 7.1.1, 8.1 et 8.2 ne s'appliquera aux équipements prenant en charge les fonctionnalités de l'Annexe B. Se référer au § B.4 pour plus de détails concernant les débits de symbole pris en charge et les densités PSD associées.

## B.5.2 Affaiblissement d'adaptation

L'affaiblissement d'adaptation des équipements prenant en charge les fonctionnalités de l'Annexe B sera spécifié sur la base de la méthodologie du § 11.3 et des limitations indiquées par la Figure 11-6. Les définitions suivantes s'appliqueront aux valeurs indiquées par la Figure 11-6:

$$RL_{\text{MIN}} = 12 \text{ dB}$$

$$f_0 = 12,56 \text{ kHz}$$

$$f_1 = 50 \text{ kHz}$$

$$f_2 = f_{\text{sym}}/2$$

$$f_3 = 1,99f_{\text{sym}}$$

où  $f_{\text{sym}}$  représente le débit de symboles.

NOTE – La spécification concernant l'affaiblissement d'adaptation vise à maintenir une certaine limitation de la puissance, même en cas de graves disparités au niveau des conditions, lorsque les modems SHDSL sont connectés à des câbles réels. Un affaiblissement d'adaptation minimal limite l'impédance de sortie (complexe)  $Z_s$  à l'intérieur d'une gamme restreinte comprenant l'impédance nominale  $R_v = 135 \Omega$ , et ainsi la puissance disponible maximale provenant de cette source. Il est donc prévu que la puissance dissipée dans une impédance de charge complexe  $Z_L$  ne devrait jamais dépasser les masques de densité PSD appropriés et les puissances globales maximales pour toutes les valeurs  $Z_L$  comprises dans la gamme  $10 \Omega < |Z_L| < 2000 \Omega$ , ainsi qu'il est spécifié pour  $R_v = 135 \Omega$  au § B.4 et aux Tableaux B.12 et B.13. L'extension des contraintes existantes en matière de puissance aux cas où il existe de graves disparités appelle un complément d'étude.

## B.5.3 Alimentation par l'arc

### B.5.3.1 Présentation générale

Le présent paragraphe traite de l'alimentation en énergie de l'unité STU-R et des régénérateurs (si nécessaire) ainsi que de la fourniture d'énergie à l'interface application pour des services à bande étroite sous certaines conditions restrictives (circuit de survie de ligne). Les prescriptions figurant dans le présent paragraphe impliquent la conformité à la CEI 60950 [7].

### B.5.3.2 Alimentation en énergie de l'unité STU-R

L'unité STU-R sera en mesure de puiser son énergie à partir du circuit d'alimentation distant en cas de défaillance de son alimentation locale.

NOTE – Il est possible que la stratégie d'alimentation distante ne puisse pas s'appliquer dans le cas de lignes extrêmement longues ou incluant des régénérateurs. Des méthodes spécifiques, qui appellent une étude ultérieure, peuvent s'appliquer dans de tels cas.

L'unité STU-R pourra consommer, lorsqu'elle utilise son alimentation locale, un courant de mouillage de 10 mA au maximum en provenance du circuit d'alimentation distant. Le courant consommé par l'unité STU-R sur le circuit d'alimentation distant en cas de panne d'alimentation locale sera limité à la valeur spécifiée par la CEI 60950 [7].

La fourniture du courant de mouillage par l'unité STU-C est facultative.

### B.5.3.3 Alimentation en énergie de l'interface pour des services à bande étroite

Lorsque l'unité STU-R offre simultanément un service de téléphonie, il est nécessaire de fournir en cas de panne de l'alimentation locale une alimentation de survie de la ligne avec un mode de puissance réduit pouvant prendre en charge un combiné téléphonique au minimum.

NOTE – Il se peut que la stratégie d'alimentation distante ne puisse pas s'appliquer pour des lignes extrêmement longues ou incluant des régénérateurs. Des méthodes spécifiques, qui appellent une étude ultérieure, peuvent s'appliquer dans de tels cas.

#### **B.5.3.4 Alimentation en énergie par l'unité STU-C**

La puissance fournie par l'alimentation sera limitée aux valeurs spécifiées par les prescriptions TNV de la CEI 60950 [7].

NOTE – Ceci signifie que la somme des tensions continues et alternatives ne peut pas excéder 120 V au niveau de l'unité STU-R. Les normes de sécurité peuvent, dans le cas de lignes de longueur exceptionnelle ou comportant des régénérateurs, autoriser la fourniture de puissances plus élevées par l'unité STU-C. Ce point appelle une étude ultérieure. Il est probable que la prise en charge de lignes longues et/ou de régénérateurs implique des circuits flottants (sans connexion à la masse) pour l'alimentation en énergie.

#### **B.5.3.5 Energie disponible au niveau de l'unité STU-R**

L'unité STU-R sera en mesure de s'accommoder d'une polarité quelconque. Elle passera dans un état totalement opérationnel en présence d'une tension minimale de 45 V (se référer à la Note) au niveau de son entrée.

NOTE – Cette valeur dépend de la tension d'alimentation et appelle une étude ultérieure.

Lorsque l'alimentation distante est fournie par le réseau, l'unité STU-R et le côté de l'unité SRU en direction de l'unité STU-C passeront dans un état d'impédance élevée dans un laps de temps de 2 s à partir de l'interruption de la fourniture distante de courant vers l'unité STU-R ou l'unité SRU, selon le cas. Cet état persistera tant que la tension sur la ligne reste inférieure à 18 V (tension continue + tension alternative de crête). Le courant de mouillage sera inférieur à 10  $\mu$ A dans cet état et la capacitance sera supérieure à 2  $\mu$ F. Il est nécessaire de respecter un temps de garde minimal de 2 s entre la suppression de l'alimentation distante et l'application d'une tension d'essai.

#### **B.5.4 Symétrie longitudinale**

Pour les dispositifs prenant en charge la fonctionnalité de l'Annexe B, la symétrie longitudinale sera spécifiée compte tenu de la méthode du § 11.1 et des limitations indiquées dans la Figure 11-2. Les définitions suivantes seront appliquées aux grandeurs de la Figure 11-2.

$$LB_{\text{MIN}} = 40 \text{ dB}$$

$$f_1 = 5 \text{ kHz}$$

$$f_2 = f_{\text{sym}}/2$$

où  $f_{\text{sym}}$  représente le débit de symbole.

#### **B.5.5 Tension de sortie longitudinale**

Pour les dispositifs prenant en charge la fonctionnalité de l'Annexe B, la tension de sortie longitudinale sera spécifiée compte tenu de la méthode du § 11.2. La gamme de fréquences de mesure sera comprise entre 100 et 400 kHz.

#### **B.5.6 Marge cible en mode PMMS**

Si l'examen de ligne facultatif est sélectionné au cours de la session G.994.1, le récepteur utilisera la marge cible négociée. Si le cas le plus défavorable de marge cible en mode PMMS est sélectionné, le récepteur se fondera sur les perturbateurs du Tableau B.14 pour déterminer si un débit donné peut être pris en charge. La diaphonie de référence sera calculée au moyen des modèles de diaphonie de câble du § B.3.5.2, en supposant une longueur de boucle infinie, de telle manière que les composantes de télédiaphonie soient ignorées et que la paradiaphonie soit indépendante de la longueur de la boucle. La diaphonie de référence spécifiée dans le présent paragraphe n'est pas nécessairement représentative des conditions les plus défavorables dans tous les réseaux. Les différences de conditions les plus défavorables peuvent être compensées par ajustement de la marge cible.

**Tableau B.14/G.991.2 – Perturbateurs de référence utilisés en mode PMMS pour le cas le plus défavorable de marge cible**

Débit (kbit/s)	PSD (sens)	Perturbateur de référence
Tous	Symétrique (US/DS)	49 SHDSL
2048	Asymétrique (US)	49 SHDSL-SYM avec $f_{\text{sym}} = 685\,333$ Hz
2048	Asymétrique (DS)	49 SHDSL-SYM avec $f_{\text{sym}} = 685\,333$ Hz
2304	Asymétrique (US)	49 SHDSL-SYM avec $f_{\text{sym}} = 770\,667$ Hz
2304	Asymétrique (DS)	49 SHDSL-SYM avec $f_{\text{sym}} = 770\,667$ Hz

### B.5.7 Alimentation par l'arc dans le mode à $M$ paires

Dans le mode optionnel à  $M$  paires, les prescriptions relatives à l'alimentation à distance ou au courant de mouillage pour chacune des  $M$  paires seront identiques à celles qui s'appliquent à une seule paire et qui sont spécifiées au § B.5.3.

NOTE – Il en découle que l'alimentation/le courant de mouillage sont fournis par une différence de potentiel entre la pointe et la nuque de chacune des  $M$  paires.

## Annexe C

### Prescriptions régionales – Région 3

Se référer à l'Annexe H/G.992.1 [1] en ce qui concerne les spécifications d'émetteurs-récepteurs utilisables dans des réseaux avec un service TCM-RNIS existant (tel qu'il est spécifié dans l'Appendice III/G.961 [B1]).

## Annexe D

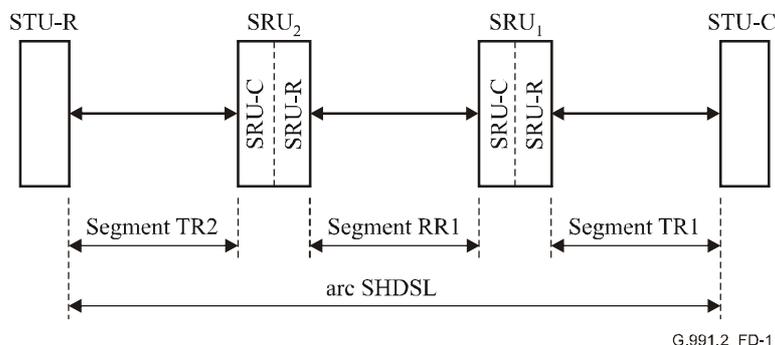
### Fonctionnement du régénérateur de signal

Il est possible d'utiliser un ou plusieurs régénérateurs (unités SRU) pour effectuer une transmission de données sur une distance supérieure à celle qui est réalisable sur un segment SHDSL unique. Il est possible d'utiliser, dans le mode optionnel à  $M$  paires, des régénérateurs à  $M$  paires lorsque cette extension de portée est nécessaire. La présente annexe spécifie les caractéristiques de fonctionnement pour les régénérateurs de signal et la séquence de démarrage pour des arcs SHDSL contenant de tels régénérateurs. L'Appendice III fournit des explications supplémentaires.

#### D.1 Diagramme de référence

La Figure D.1 représente un diagramme pour un arc SHDSL avec deux régénérateurs. Le processus d'adressage du canal EOC (§ 9.5.5.5) permet de prendre en charge jusqu'à huit régénérateurs et la présente annexe n'introduit pas de limitation supplémentaire. Une unité SRU sera constituée de deux parties: une unité SRU-R qui fournit une interface avec l'unité STU-C (ou une unité SRU-C distincte) et une unité SRU-C qui fournit une interface avec l'unité STU-R (ou une unité SRU-R distincte). Une connexion interne entre les unités SRU-R et SRU-C assurera la communication entre les deux parties pendant les phases de démarrage et de fonctionnement normal. Un arc SHDSL

contenant  $X$  régénérateurs sera constitué de  $X + 1$  segments SHDSL distincts, appelés TR1 (STU-C vers  $SRU_1$ ), TR2 ( $SRU_X$ -C vers STU-R) et  $RR_n$  ( $SRU_n$ -C vers  $SRU_{n+1}$  - R, avec  $1 \leq n \leq X - 1$ ). Chaque segment se conformera, pour les procédures de préactivation et d'activation, aux principes généraux décrits aux § 6.2, 6.3 et 7.2. La présente annexe décrit des prescriptions supplémentaires s'appliquant à des arcs contenant des régénérateurs.



**Figure D.1/G.991.2 – Schéma de principe d'un arc SHDSL avec deux régénérateurs de signal**

## D.2 Procédures de démarrage

### D.2.1 Unité SRU-C

La Figure D.2 représente le diagramme de transitions d'état des phases de démarrage et de fonctionnement normal de l'unité SRU-C. Cette unité se trouve au départ dans l'état "libre" puis passe dans l'état "attente de l'unité STU-C" dans le cas d'un démarrage initié par une unité STU-R. Lorsque le démarrage est initié par une unité STU-C, l'unité SRU-C passe de l'état "libre" dans l'état "Session 1 G.994.1". Un démarrage initié par une unité SRU se déroulera, du point de vue de l'unité SRU-C, d'une manière identique à un démarrage initié par une unité STU-C.

Lorsqu'elle passe dans l'état "attente de l'unité STU-C", l'unité SRU-C indiquera à l'unité SRU-R le statut "capacités disponibles" et lui communiquera, par le biais de l'interface interne du régénérateur, une liste de ses capacités. La liste des capacités de l'unité SRU-C transférée vers l'unité SRU-R sera l'intersection entre l'ensemble de ses propres capacités, de la liste des capacités reçues en provenance de l'unité STU-R (ou SRU-R) lors de sa session G.994.1 et des capacités déterminées par un examen de ligne éventuel.

L'unité SRU-C recevra de l'unité SRU-R l'indication "unité SRU-R active" ainsi que des informations de sélection. L'unité SRU-C choisira ensuite, dans la session G.994.1 qui suit, les mêmes positionnements de mode et de paramètre pour la session SHDSL.

La temporisation  $T_{SRUC}$  sera positionnée sur 4 minutes. Si elle expire avant le passage de l'unité SRU-C dans l'état "actif", cette dernière reviendra alors dans l'état "libre" et indiquera à l'unité SRU-R une défaillance de liaison, par le biais de l'interface interne. L'unité SRU-C indiquera également une défaillance et reviendra dans l'état "libre" si une initialisation G.994.1 ne réussit pas dans un laps de temps de 30 s.

Si le bit "mode diagnostic" est positionné dans l'échange de capacités G.994.1, l'unité SRU-C se comportera alors comme une unité STU-C en cas de défaillance du segment suivant. Ceci implique que, lorsqu'elle reçoit une indication de défaillance interne alors qu'elle se trouve dans l'état "attente de l'unité STU-C", l'unité SRU-C choisira un mode de fonctionnement, initiera une session G.994.1 et passera dans l'état "Session 2 G.994.1".

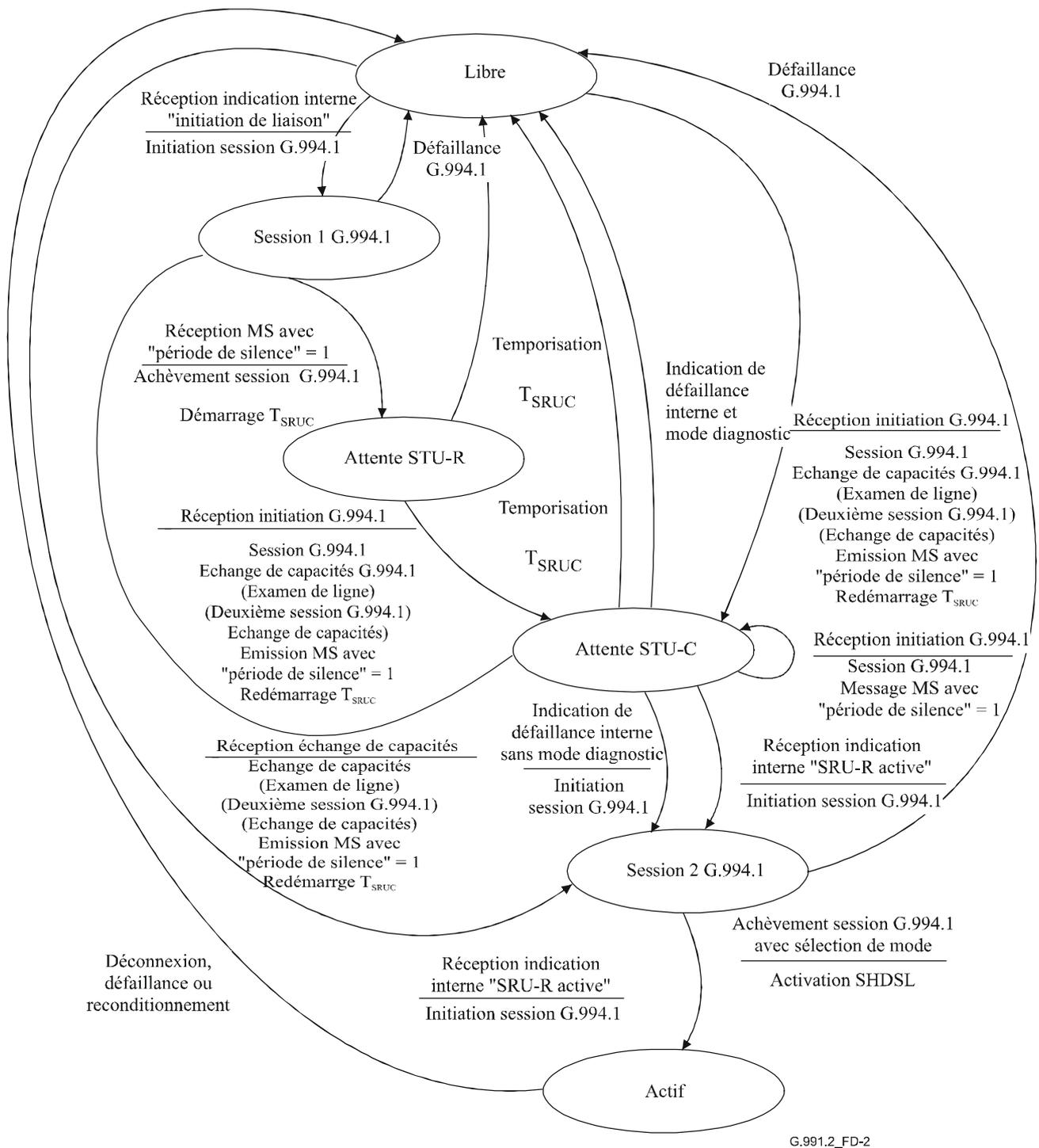


Figure D.2/G.991.2 – Diagramme de transitions d'état de l'unité SRU-C

### D.2.2 Unité SRU-R

La Figure D-3 représente le diagramme de transitions d'état des phases de démarrage et de fonctionnement normal de l'unité SRU-R. Cette unité se trouve au départ dans l'état "libre" puis passe dans l'état "Session 1 G.994.1" dans le cas d'un conditionnement initié par une unité STU-R. Lorsque le conditionnement est initié par une unité STU-C, l'unité SRU-C passe de l'état "libre" dans l'état "Session 2 G.994.1".

Lorsqu'elle passe dans l'état "attente de l'unité STU-R", l'unité SRU-R indiquera à l'unité SRU-C le statut "initiation de la liaison" par le biais de l'interface interne du régénérateur. Elle indiquera à l'unité SRU-C l'état "unité SRU-R active" lorsqu'elle passe dans l'état "actif". L'unité SRU-R peut indiquer d'une manière optionnelle à l'unité SRU-C son passage dans l'état "actif" avant l'aboutissement de la séquence d'activation SHDSL si le mode de fonctionnement plésiochrone est sélectionné (mode d'horloge 1 – se référer au § 10). L'unité SRU-R n'indiquera pas le passage dans l'état "actif" tant que la séquence d'activation ne s'est pas achevée si un fonctionnement synchrone ou plésiochrone avec référence réseau est sélectionné (modes d'horloge 2, 3a ou 3b – se référer au § 10).

L'unité SRU-R recevra de l'unité SRU-C, par le biais de l'interface interne du régénérateur, l'indication "capacités disponibles" ainsi qu'une liste de capacités de l'unité SRU-C. La liste de capacités de l'unité SRU-R indiquée par la session G.994.1 qui suit sera l'intersection de l'ensemble de ses propres capacités avec la liste de capacités qu'elle a reçu de l'unité SRU-C.

L'unité SRU-R fournira à l'unité SRU-C l'indication "unité SRU-R active" ainsi que des informations de sélection de mode basées sur les sélections qu'elle a reçu dans la session G.994.1.

La temporisation  $T_{SRUR}$  sera positionnée sur 4 minutes. Si elle expire avant le passage de l'unité SRU-R dans l'état "actif", cette dernière reviendra alors dans l'état "libre" et indiquera à l'unité SRU-C une défaillance de ligne, par le biais de l'interface interne. L'unité SRU-R indiquera également une défaillance et reviendra dans l'état "libre" si une initiation de la session G.994.1 ne réussit pas dans un laps de temps de 30 s.

Si le bit "mode diagnostic" est positionné dans l'échange de capacités G.994.1, l'unité SRU-R se comportera alors comme une unité STU-R en cas de défaillance du segment suivant. Ceci implique que, lorsqu'elle reçoit une indication de défaillance interne alors qu'elle se trouve dans l'état "attente de l'unité STU-R", l'unité SRU-R initiera une session G.994.1 et passera dans l'état "Session 2 G.994.1".

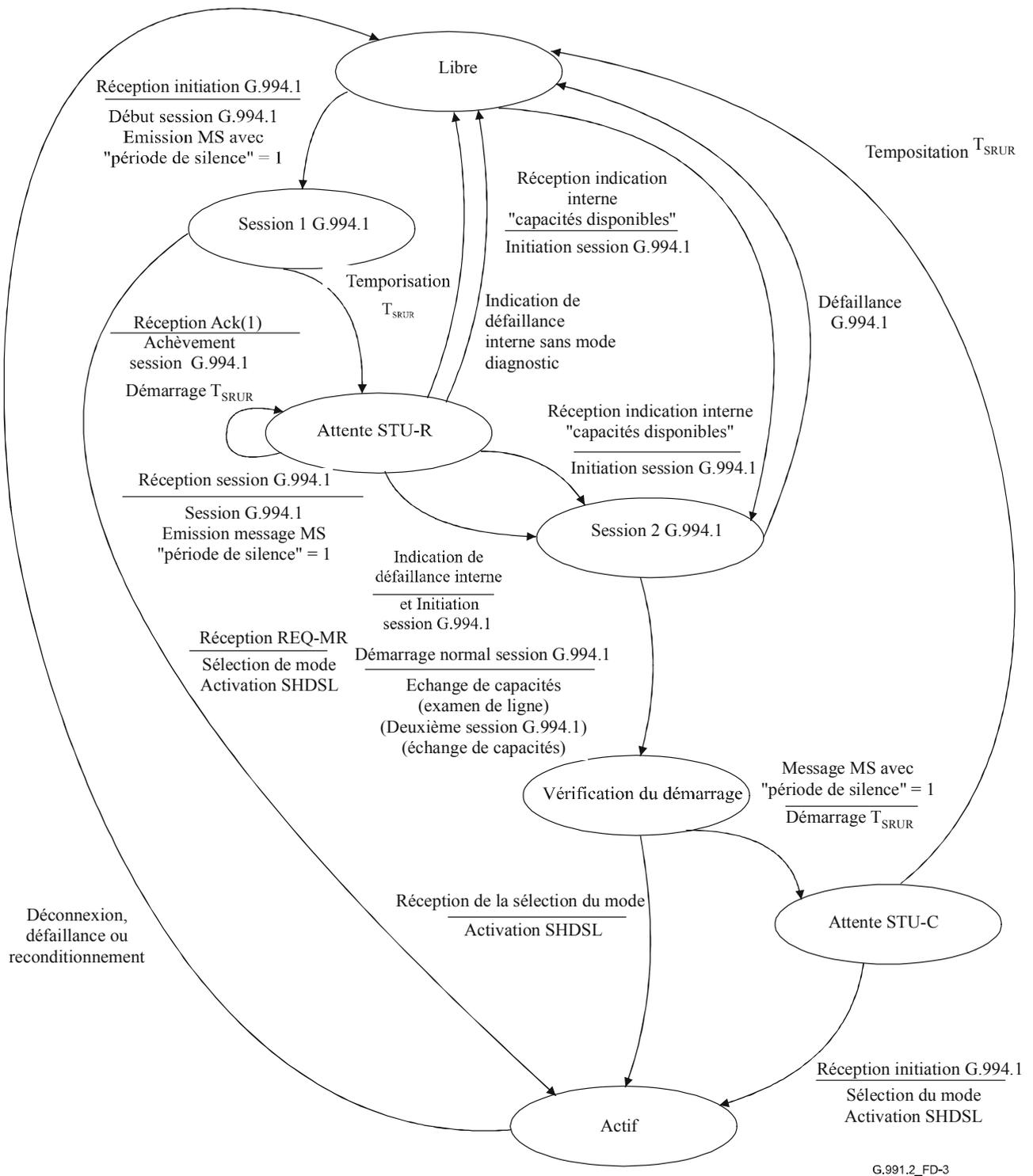


Figure D-3/G.991.2 – Diagramme de transitions d'état de l'unité SRU-R

### D.2.3 Unité STU-C

Toute unité STU-C prendra en charge, en vue d'un fonctionnement avec régénérateurs, le bit "période de silence du régénérateur", (RSP, *regenerator silent period*) tel qu'il est spécifié dans la Rec. UIT-T G.994.1. En outre, l'unité STU-C n'indiquera pas de défaillance de conditionnement ou d'erreur tant qu'elle n'a pas été contrainte à rester en mode "silencieux" pendant au moins 5 minutes consécutives.

#### **D.2.4 Unité STU-R**

Toute unité STU-R prendra en charge, en vue d'un fonctionnement avec régénérateurs, le bit "période de silence du régénérateur" (RSP) tel qu'il est spécifié dans la Rec. UIT-T G.994.1. En outre, l'unité STU-R n'indiquera pas de défaillance de conditionnement ou d'erreur tant qu'elle n'a pas été contrainte à rester en mode "silencieux" pendant au moins 5 minutes consécutives.

#### **D.2.5 Défaillances et reconditionnements de segments**

Tous les segments de l'arc seront désactivés en cas de défaillance ou de reconditionnement d'un segment; toutes les unités SRU-C et SRU-R reviendront dans l'état "libre". Le redémarrage peut ensuite être initié par l'unité SRU, l'unité STU-R ou l'unité STU-C.

#### **D.3 Débits de symbole**

Les régénérateurs de signal fonctionnant dans les modes de l'Annexe A peuvent transmettre des débits de symbole pouvant aller jusqu'à 280 ksymbole/s dans le mode à deux fils et dans le mode optionnel à  $M$  paires. Ceci correspond, pour une modulation 16-TCPAM, à des débits de données utilisateurs maximaux (sans en-tête de trame) de 832 kbit/s et de  $M \times 832$  kbit/s dans les modes respectifs à deux fils et à  $M$  paires. L'exploitation à des débits de symbole plus élevés appelle un complément d'étude.

Les régénérateurs de signal fonctionnant dans les modes de l'Annexe B peuvent transmettre des débits de symbole pouvant aller jusqu'à 685,33 ksymbole/s dans le mode à deux fils et dans le mode optionnel à  $M$  paires. Ceci correspond, pour une modulation 16-TCPAM, à des débits de données utilisateur maximaux (sans en-tête de trame) de 2,048 Mbit/s et  $M \times 2,048$  Mbit/s dans les modes respectifs à deux fils et à  $M$  paires. L'exploitation à des débits de symbole plus élevés appelle un complément d'étude.

Dans les deux cas, toutes les unités STU et SRU sur l'arc choisiront de fonctionner avec un débit de données identique.

#### **D.4 Masques de densité PSD**

L'une quelconque des densités PSD de l'Annexe A ou de l'Annexe B peut être utilisée, selon la région concernée, pour le segment TR1 (de l'unité STU-C vers l'unité SRU<sub>1</sub>-R). Tous les autres segments utiliseront l'une des densités PSD symétriques adéquates, comme décrit au § A.4.1 ou au § B.4.1. Le choix des densités PSD sera limité par les considérations de débit de symboles du § D.3.

## **Annexe E**

### **Trame de couche TPS-TC propre à l'application**

La présente annexe fournit des détails d'implémentation pour les divers types de trame TPS-TC (couche de convergence propre au protocole de transmission) pouvant être pris en charge par les émetteurs-récepteurs SHDSL. Le mode de trame de la couche TPS-TC est sélectionné lors de la préactivation, mais les critères de choix de l'un de ces modes particulier sont propres à l'application et en dehors du domaine d'application de la présente Recommandation.

#### **E.1 Couche TPS-TC pour des données de canal libre**

Dans le mode de canal libre, il n'existe aucune relation spécifiée entre les données utilisateur et leur positionnement au sein des sous-blocs de charge utile. Un nombre  $k_s$  de bits de données contiguës utilisateur sera contenu au sein de chaque sous-bloc, comme spécifié au § 8.1. La relation

temporelle entre le flux de données utilisateur et les données au sein des sous-blocs sera préservée, de sorte que l'ordre de succession des bits dans le flux de données utilisateur correspondra à l'ordre de transmission au sein des sous-blocs de charge utile SHDSL. Toute autre structure des données utilisateur sera gérée par un protocole de couche supérieure non spécifié et qui est en dehors du domaine d'application de la présente Recommandation.

Dans le mode optionnel à  $M$  paires, les données de canal libre seront véhiculées sur toutes les paires en utilisant l'entrelacement décrit au § 8.2. Le flux binaire de données utilisateur comprenant  $M \times k_s$  bits est mappé avec les  $M$  paires en plaçant des flux binaires alternants comprenant  $k_s$  bits de données utilisateur contigus dans chacun des  $M$  canaux SHDSL. Un nombre  $k_s$  de bits de données utilisateur contiguës sera contenu dans un sous-bloc de la paire 1 et les ensembles suivants de  $k_s$  bits de données utilisateur contiguës seront contenus dans les sous-blocs correspondants des paires suivantes. Comme noté ci-dessus, toute autre structure des données utilisateur sera gérée par un protocole de couche supérieure non spécifié et qui est en dehors du domaine d'application de la présente Recommandation.

## E.2 TPS-TC pour des données de canal libre en mode octet

Dans le mode de canal libre en mode octet, le flux d'octets en entrée sera aligné au sein du sous-bloc de charge utile SHDSL de manière à préserver les frontières d'octet. Chaque sous-bloc de charge utile est traité comme contenant  $n$  intervalles de temps de 8 bits. Chaque octet du flux de données en entrée est introduit dans l'intervalle de temps disponible suivant avec le bit le moins significatif en tête. Le premier intervalle de temps débute dans la première position de bit au sein du sous-bloc de charge utile, suivi de l'intervalle de temps 2, de l'intervalle de temps 3, ... , et de l'intervalle de temps  $n$ . Un nombre total de  $k_s$  de bits (ou  $n$  octets) de données contiguës sera contenu au sein de chaque sous-bloc, comme spécifié au § 8.1, la valeur  $k_s$  étant donnée par l'égalité  $k_s = i + n \times 8$  avec, pour ce mode,  $i = 0$  et  $3 \leq n \leq 36$ . Il convient de noter que les extensions optionnelles décrites à l'Annexe F autorisent des valeurs de  $n$  allant jusqu'à 89. Se référer à la Figure E.1 pour plus de détails.

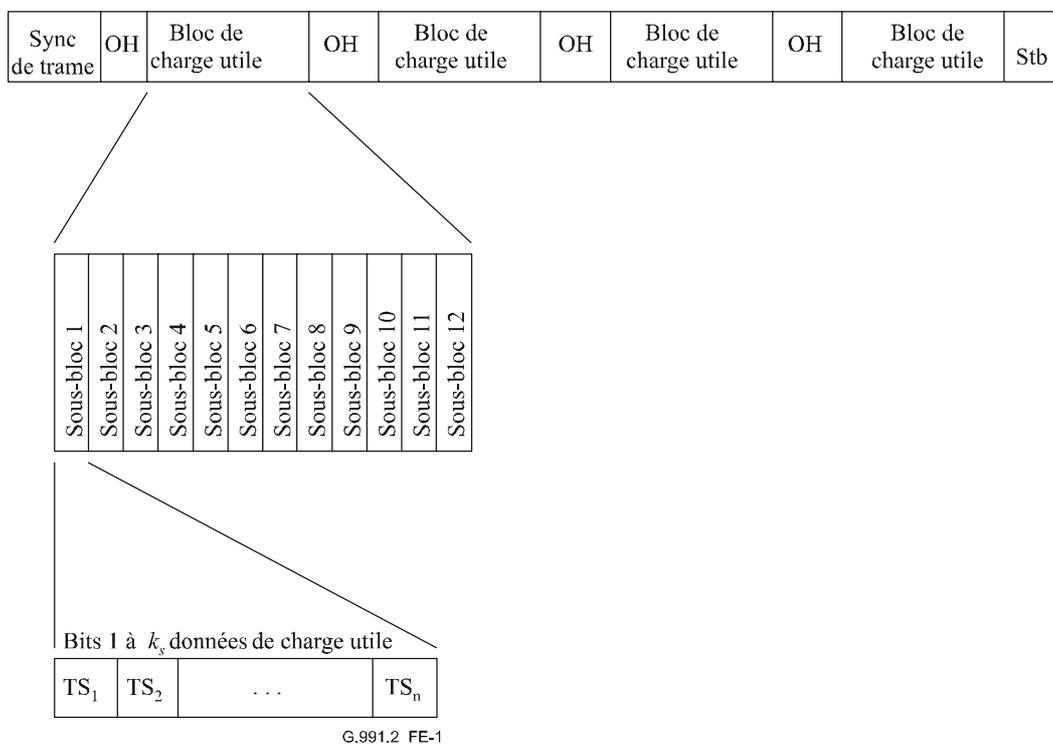
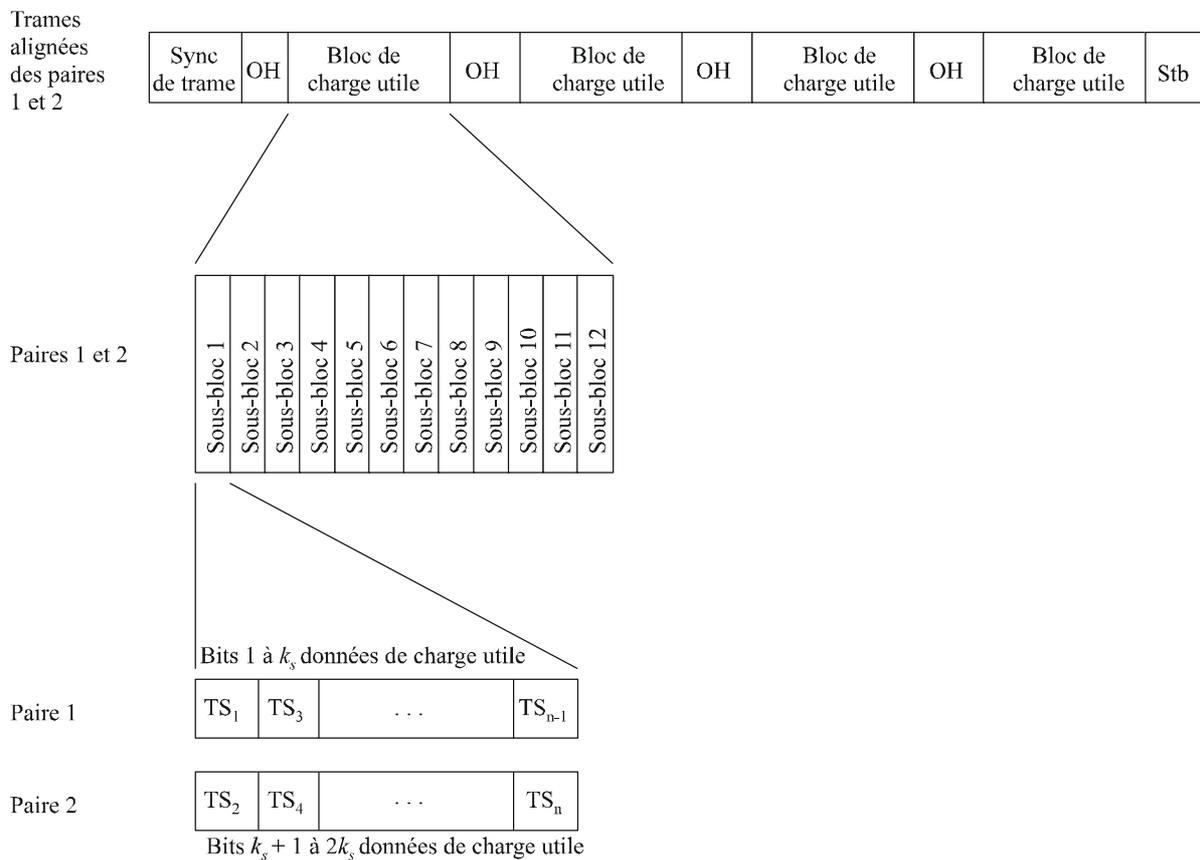


Figure E.1/G.991.2 – Trame de canal libre en mode octet

Dans le mode optionnel à  $M$  paires, les données en mode octet sont véhiculées sur toutes les  $M$  paires comme décrit au § 8.2. Un nombre total de  $M \times k_s$  bits ( $M \times n$  octets) de données en mode octet sera véhiculé par chaque sous-bloc de charge utile SHDSL. La valeur  $k_s$  est donnée par l'égalité  $k_s = i + n \times 8$  avec, pour ce mode,  $i = 0$  et  $3 \leq n \leq 36$ . Il convient de noter que les extensions optionnelles décrites à l'Annexe F autorisent des valeurs de  $n$  allant jusqu'à 89. Il est uniquement possible de prendre en charge un nombre d'intervalles de temps divisible par  $M$  dans le mode à  $M$  paires. Le flux d'octets en entrée sera aligné au sein du sous-bloc de charge utile SHDSL de manière à préserver les frontières d'octet. Chaque sous-bloc de charge utile est traité comme contenant  $M \times n$  intervalles de temps de 8 bits. Chaque octet du flux de données en entrée est introduit dans l'intervalle de temps disponible suivant avec le bit le moins significatif en tête. Le premier intervalle de temps débute dans la première position de bit au sein du sous-bloc de charge utile, suivi de l'intervalle de temps 2, de l'intervalle de temps 3, ..., et de l'intervalle de temps  $n$ . Un nombre total de  $M \times k_s$  bits (ou  $M \times n$  octets) de données contiguës sera contenu au sein de chaque sous-bloc, comme spécifié au § 8.1, la valeur  $k_s$  étant donnée par l'égalité  $k_s = i + n \times 8$  avec, pour ce mode,  $i = 0$  et  $3 \leq n \leq 36$ . Les octets du flux de données en entrée seront entrelacés entre toutes les  $M$  paires, de sorte que la paire  $m$  véhicule l'octet de rang  $m$  par bloc de  $M$  octets. Se référer à la Figure E.2 pour plus de détails.



G.991.2\_FE-2

**Figure E.2/G.991.2 – Trame de canal libre en mode octet dans le cas de  $M$  paires (pour le cas  $M = 2$ )**

### E.3 Couche TPS-TC pour le transport DS1 non aligné

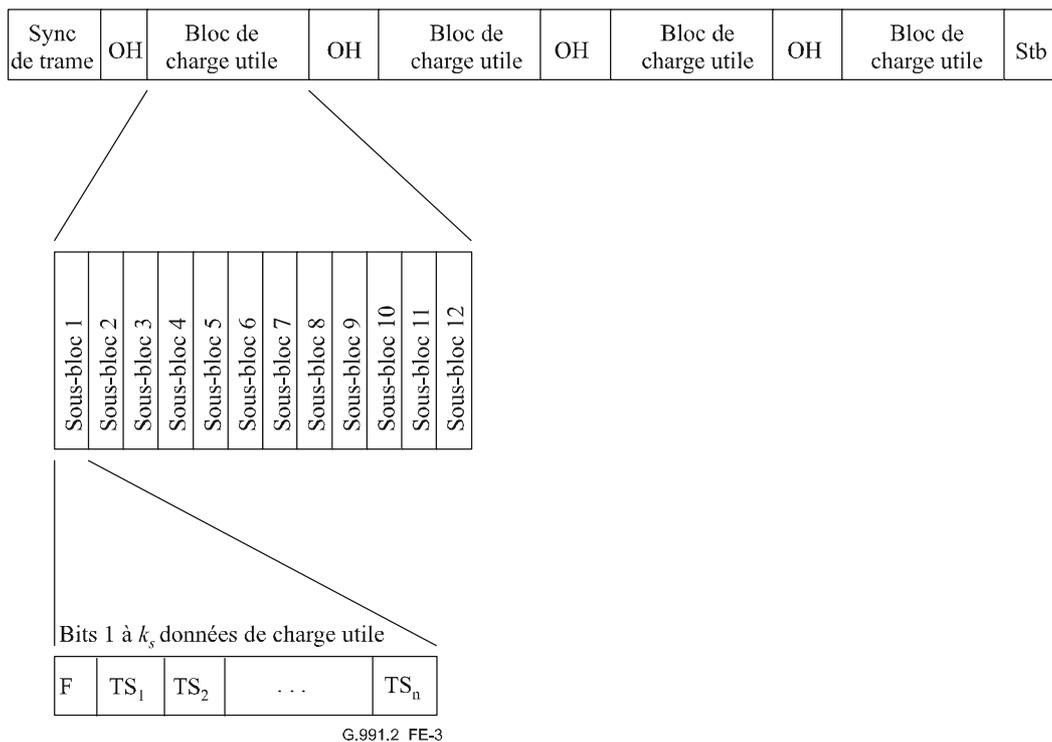
Une grande partie des données au sein du réseau nord-américain sont structurées sous la forme de flux de données "DS1" pouvant être décrits, aux fins de la présente Recommandation, comme des flux à 1,544 Mbit/s contenant des trames à 8 kHz, chaque trame contenant 24 intervalles de temps de 8 bits et un bit de tramage. Le § 2.1/G.704 [B6] dans l'Appendice IV fournit les détails de la trame DS1 et des structures de données associées.

Dans le mode DS1 non aligné, il n'y aura pas de relation spécifiée entre les trames DS1 et leur position au sein des sous-blocs de charge utile. Un nombre total de  $k_s$  bits de données contiguës sera contenu au sein de chaque sous-bloc, comme spécifié au § 8.1, la valeur  $k_s$  étant donnée par l'égalité  $k_s = i + n \times 8$  avec, pour ce mode,  $n = 24$  et  $i = 1$ . Les horloges de trame DS1 seront synchronisées avec les horloges SHDSL, de sorte que la trame DS1 se trouve toujours dans la même position au sein de chaque sous-bloc de charge utile SHDSL, aucun alignement particulier n'étant toutefois spécifié. La relation temporelle entre le flux de données DS1 et les données au sein des sous-blocs sera préservée, de sorte que l'ordre de succession des bits dans le flux de données DS1 correspondra à l'ordre de transmission au sein des sous-blocs de charge utile SHDSL. Le mode optionnel à  $M$  paires ne sera pas pris en charge par le transport DS1 non aligné.

### E.4 Couche TPS-TC pour le transport DS1 aligné/DS1 fractionnaire

Comme noté dans le § E.3, les flux de données DS1 se constituent de flux de données à 1,544 Mbit/s véhiculant des trames à 8 kHz dont chacune contient 24 intervalles de temps de 8 bits et un bit de tramage. Des flux de données "DS1 fractionnaires" sont utilisés dans certains cas où le contenu des trames DS1 est inférieur aux 24 intervalles de temps de 8 bits normaux. Le mode DS1 aligné/DS1 fractionnaire est également applicable au RNIS à débit primaire (PRI, *primary rate ISDN*), fonctionnant à 1,544 Mbit/s, ainsi qu'il est décrit au § 4.2/I.431 [B10].

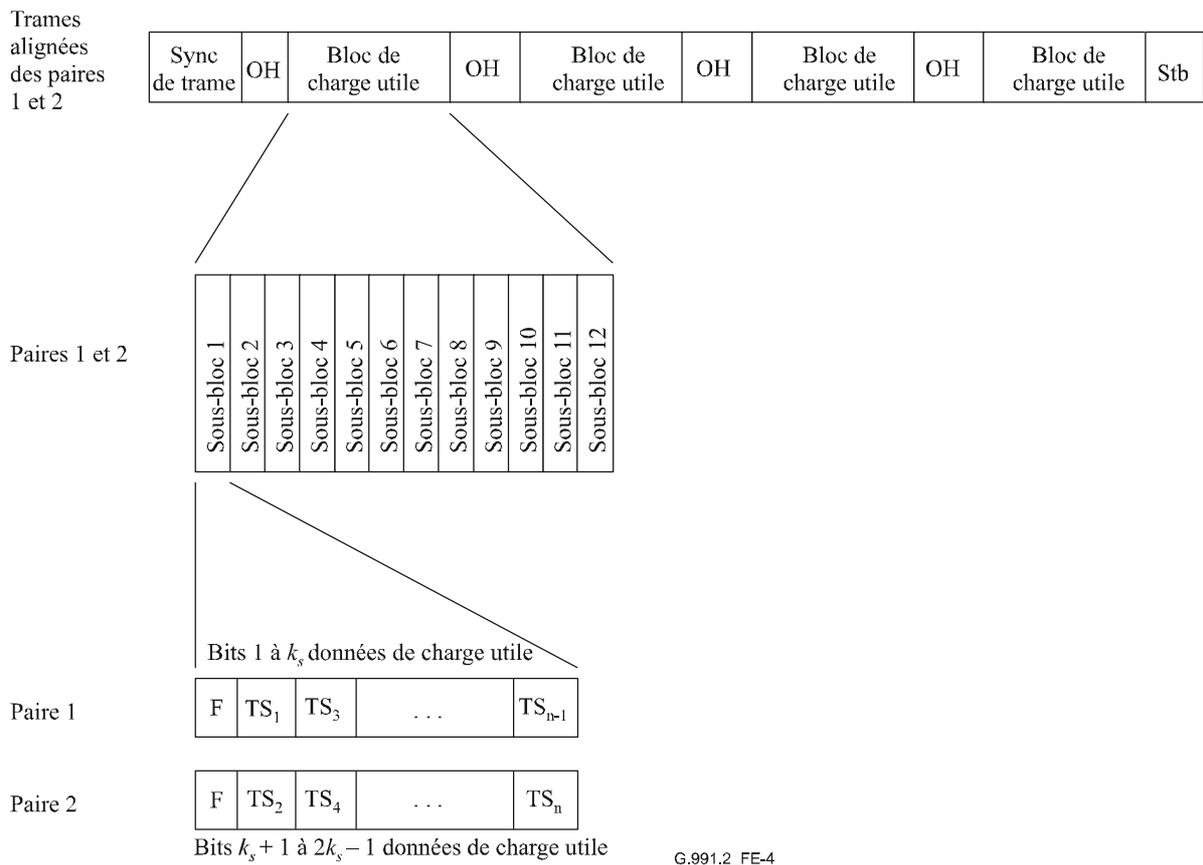
Dans le mode DS1 aligné/DS1 fractionnaire, chaque trame DS1 sera alignée au sein du sous-bloc de charge utile SHDSL de manière à ce que le bit de tramage DS1 occupe la première position de bit au sein du sous-bloc de charge utile, suivi de l'intervalle de temps 1, de l'intervalle 2, ... , et de l'intervalle de temps  $n$ . Un nombre total de  $k_s$  bits de données contiguës sera contenu au sein de chaque sous-bloc, comme spécifié dans le § 8.1, la valeur  $k_s$  étant donnée par l'égalité  $k_s = i + n \times 8$  avec, pour ce mode,  $i = 1$ . Les valeurs de  $n$  sont données par les formules  $n = 24$  pour les applications DS1 et  $3 \leq n < 24$  pour les applications DS1 fractionnaires. Les horloges de trame DS1 seront synchronisées avec les horloges SHDSL, de sorte que la trame DS1 se trouve toujours dans la même position au sein de chaque sous-bloc de charge utile SHDSL. Se référer à la Figure E.3 pour plus de détails.



G.991.2\_FE-3

**Figure E.3/G.991.2 – Trame DS1 alignée/DS1 fractionnaire**

Dans le mode optionnel à  $M$  paires, les données DS1/DS1 fractionnaires seront véhiculées sur toutes les  $M$  paires en utilisant l'entrelacement décrit par le § 8.2. Chaque sous-bloc de charge utile SHDSL transportera un nombre total de  $M \times (k_s - 1) + 1$  bits de données DS1/DS1 fractionnaires. La valeur  $k_s$  est donnée par l'égalité  $k_s = i + n \times 8$  avec, pour ce mode,  $i = 1$ . Les valeurs de  $n$  sont données par les formules  $n = 24/M$  pour les applications DS1 et  $3 \leq n < 24/M$  pour les applications DS1 fractionnaires. Il est uniquement possible de prendre en charge un nombre multiple de  $M$  intervalles de temps DS1 dans le mode à  $M$  paires. Chaque trame DS1 sera alignée au sein du sous-bloc de charge utile SHDSL de manière à ce que le bit de tramage DS1 occupe la première position de bit au sein du sous-bloc de charge utile sur chacune des  $M$  paires de fils. Les intervalles de temps de la trame DS1 seront entrelacés entre toutes les  $M$  paires de fils, de sorte que la paire  $M$  véhicule l'intervalle de temps de rang  $m$  par bloc de  $M$  intervalles de temps. Se référer à la Figure E.4 pour plus de détails.



**Figure E.4/G.991.2 – Trame DS1/DS1 fractionnaire dans le cas de  $M$  paires (pour le cas  $M = 2$ )**

**E.5 Couche TPS-TC pour ligne louée numérique européenne non structurée à 2048 kbit/s (D2048U)**

Les flux de données D2048U contiennent des données à 2,048 Mbit/s non structurées et sans trame spécifique. Ces flux de données seront véhiculés au moyen de la couche TPS-TC de canal libre décrite par le § E.1.

**E.6 Couche TPS-TC pour ligne louée numérique européenne structurée à 2048 kbit/s (D2048S)**

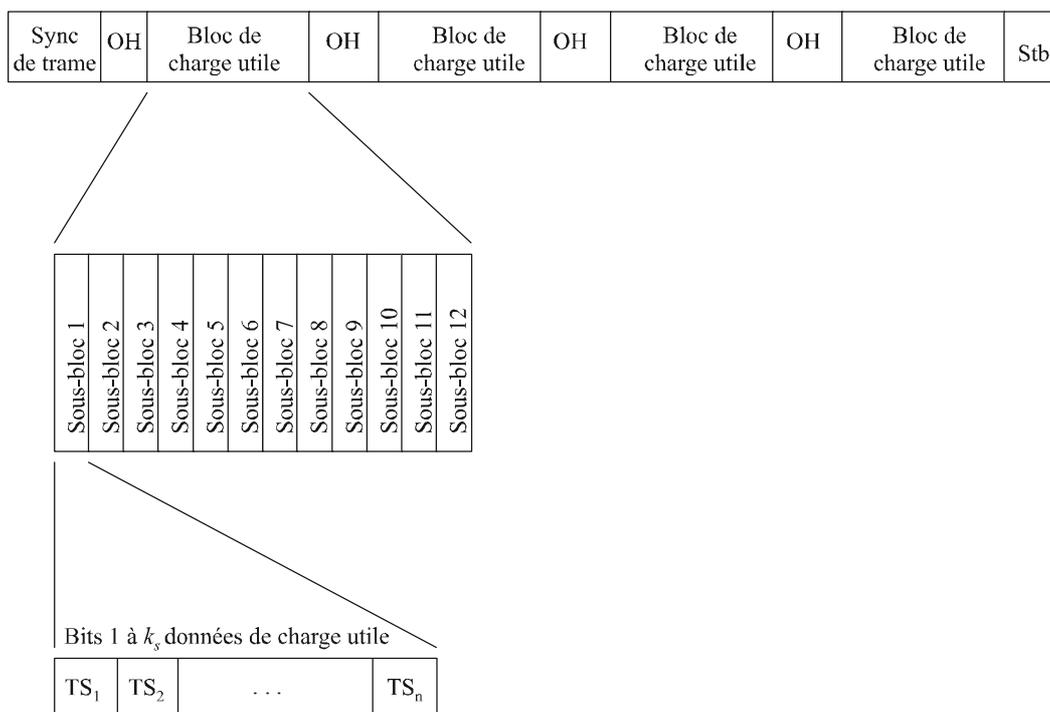
Une grande partie des données au sein du réseau européen sont structurées sous la forme de flux de données D2048S pouvant être décrits, aux fins de la présente Recommandation, comme des flux à 2,048 Mbit/s contenant des trames à 8 kHz, chaque trame contenant 32 intervalles de temps de 8 bits. Le § 2.3/G.704 [B6] fournit les détails de la trame D2048S et des structures de données associées.

Dans le mode D2048S non aligné, il n'y aura pas de relation spécifiée entre les trames D2048S et leur position au sein des sous-blocs de charge utile. Un nombre total de  $k_s$  bits de données contiguës sera contenu au sein de chaque sous-bloc, comme spécifié au § 8.1, la valeur  $k_s$  étant donnée par l'égalité  $k_s = i + n \times 8$  avec, pour ce mode,  $n = 32$  et  $i = 0$ . Les horloges de trame D2048S seront synchronisées avec les horloges SHDSL, de sorte que la trame D2048S se trouve toujours dans la même position au sein de chaque sous-bloc de charge utile SHDSL, aucun alignement particulier n'étant toutefois spécifié. La relation temporelle entre le flux de données D2048S et les données au sein des sous-blocs sera préservée, de sorte que l'ordre de succession des bits dans le flux de données D2048S correspondra à l'ordre de transmission au sein des sous-blocs de charge utile SHDSL. Le mode optionnel à  $M$  paires ne sera pas pris en charge par le transport D2048S non aligné.

#### **E.7 Couche TPS-TC pour ligne louée numérique européenne structurée à 2048 kbit/s (D2048S) et fractionnaire**

Comme noté au § E.6, les flux de données D2048S se constituent de flux de données à 2,048 Mbit/s véhiculant des trames à 8 kHz dont chacune contient 32 intervalles de temps de 8 bits. Des flux de données D2048S fractionnaires sont utilisés dans certains cas où le contenu des trames D2048S est inférieur aux 32 intervalles de temps de 8 bits normaux. Le mode D2048S aligné est également applicable au RNIS à débit primaire fonctionnant à 2,048 Mbit/s, ainsi qu'il est décrit au § 5.2/I.431 [B10].

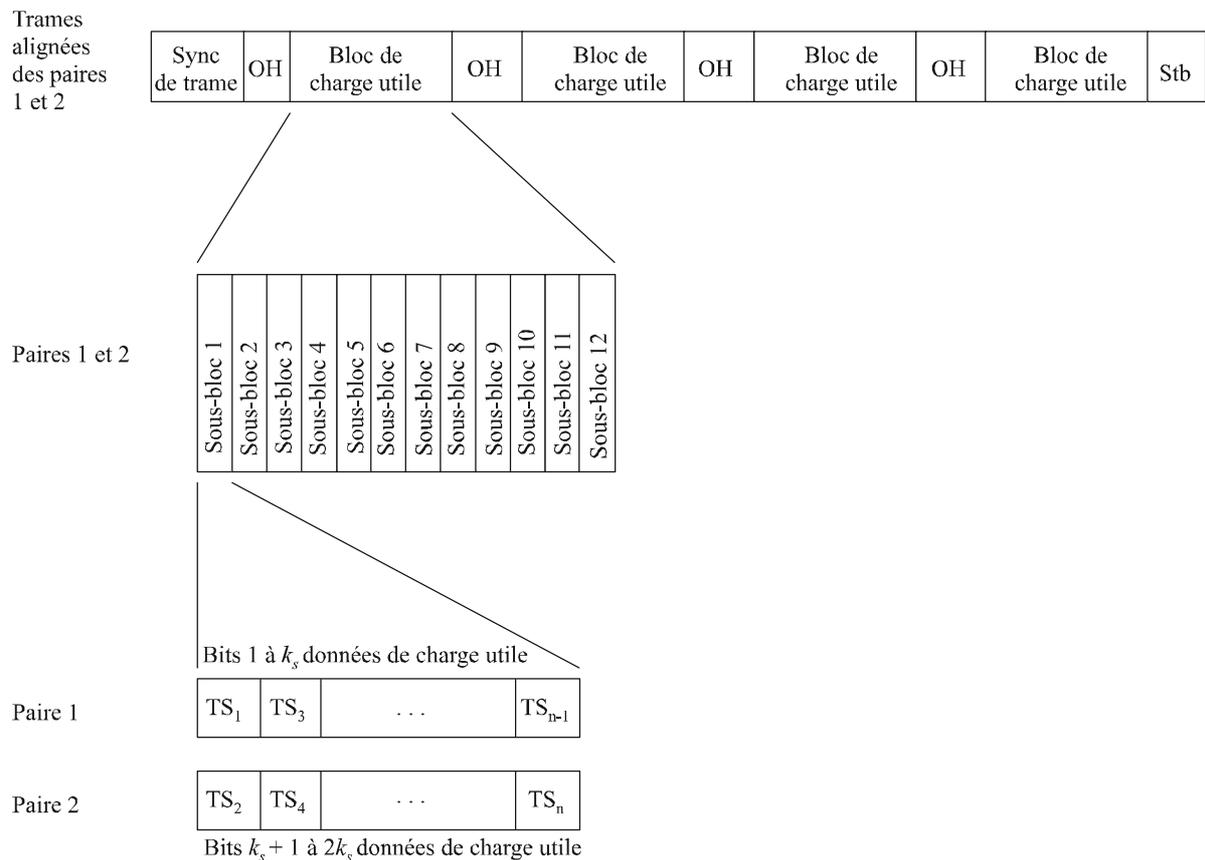
Dans le mode D2048S aligné/D2048S fractionnaire, chaque trame D2048S sera alignée au sein du sous-bloc de charge utile SHDSL de manière à ce que le premier intervalle de temps occupe la première position de bit au sein du sous-bloc de charge utile, suivi de l'intervalle de temps 2, de l'intervalle 3, ..., et de l'intervalle de temps  $n$ . Un nombre total de  $k_s$  bits de données contiguës sera contenu au sein de chaque sous-bloc, comme spécifié au § 8.1, la valeur  $k_s$  étant donnée par l'égalité  $k_s = i + n \times 8$  avec, pour ce mode,  $i = 0$ . Les valeurs de  $n$  sont données par les formules  $n = 32$  pour les applications D2048S et  $3 \leq n < 32$  pour les applications D2048S fractionnaires. Les horloges de trame D2048S seront synchronisées avec les horloges SHDSL, de sorte que la trame D2048S se trouve toujours dans la même position au sein de chaque sous-bloc de charge utile SHDSL. Se référer à la Figure E.5 pour plus de détails.



G.991.2\_FE-5

**Figure E.5/G.991.2 – Trame D2048S alignée/D2048S fractionnaire**

Dans le mode optionnel à  $M$  paires, les données D2048S/D2048S fractionnaires seront véhiculées sur toutes les  $M$  paires en utilisant l'entrelacement décrit au § 8.2. Chaque sous-bloc de charge utile SHDSL transportera un nombre total de  $M \times k_s$  bits de données D2048S/D2048S fractionnaires. La valeur  $k_s$  est donnée par l'égalité  $k_s = i + n \times 8$  avec, pour ce mode,  $i = 0$ . Les valeurs de  $n$  sont données par les formules  $n = 32/M$  pour les applications D2048S et  $3 \leq n < 32/M$  pour les applications D2048S fractionnaires. Dans le mode à  $M$  paires, seuls les multiples de  $M$  intervalles de temps D2048S peuvent être pris en charge. Les intervalles de temps de la trame D2048S seront entrelacés entre toutes les  $M$  paires de fils, de sorte que la paire  $m$  véhicule l'intervalle de temps de rang  $m$  par bloc de  $M$  intervalles de temps. Se référer à la Figure E.6 pour plus de détails.



G.991.2\_FE-6

**Figure E.6/G.991.2 – Trame D2048S alignée/D2048S fractionnaire dans le cas de  $M$  paires (pour le cas  $M = 2$ )**

## E.8 Couche TPS-TC pour accès RNIS au débit de base synchrone

Le mappage des canaux de données RNIS utilisateur vers les canaux de charge utile est spécifié, dans ce mode TPS-TC, pour le transport synchrone de plusieurs accès RNIS au débit de base utilisant le mode d'horloge 3a (se référer au § 10.1).

Les canaux de données RNIS utilisateur sont incorporés dans la charge utile au sein des trames SHDSL. Les canaux RNIS et les trames SHDSL (ainsi que toute autre couche TPS-TC si le mode avec support dual est utilisé – se référer au § E.10) sont synchronisés sur un même domaine d'horloge.

### E.8.1 Accès AB RNIS utilisant les trames SHDSL

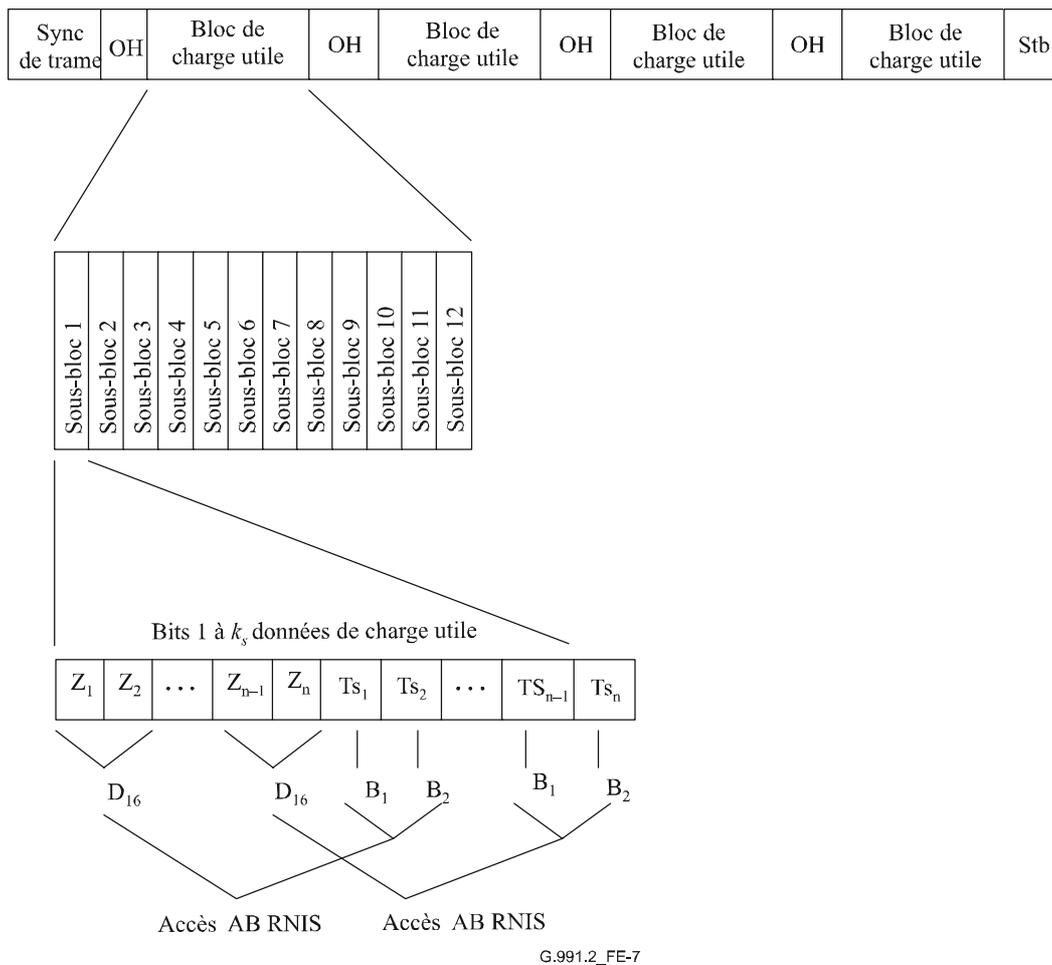
La Figure E.7 représente un cas usuel de transport d'accès RNIS au débit de base au sein des trames SHDSL. Les caractéristiques de base de ce transport sont les suivantes:

- les canaux B et D sont mappés avec des canaux de charge utile SHDSL;
- l'accès RNIS au débit de base ne nécessite pas de synchronisation distincte étant donné que les trames SHDSL sont synchronisées sur le même domaine d'horloge. Le mot de trame RNIS (à 12 kbit/s) n'est donc pas nécessaire;
- le canal M du RNIS transporte les bits de statut de ligne RNIS, les informations de commande et la signalisation de commande de la connexion RNIS. Seules les fonctions du canal M du RNIS qui sont nécessaires à la commande de l'interface vers le terminal RNIS sont véhiculées sur des canaux de messagerie (canal EOC du système SHDSL ou canal de signalisation rapide).

## E.8.2 Mappage des canaux B et D du RNIS vers des canaux de charge utile SHDSL

Les canaux B et D du RNIS sont transportés dans les sous-blocs de la charge utile SHDSL. Les données de charge utile SHDSL sont structurées comme suit au sein des trames SHDSL :

- chaque sous-bloc de charge utile contient  $k_s = i + n \times 8$  bits ( $i = 0..7$  et  $n = 3..36$ ) ou, de manière optionnelle,  $n = 37..89$ , ainsi qu'il est décrit à l'Annexe F);
- chaque sous-bloc se présente sous la forme de  $i$  intervalles de temps de 1 bit suivis de  $n$  intervalles de temps de 8 bits;
- les intervalles de temps de 1 bit sont appelés bits Z et les intervalles de temps de 8 bits sont appelés intervalles  $TS_1 \dots TS_n$ .



**Figure E.7/G.991.2 – Mappage des canaux B et D du RNIS**

Les sous-blocs de charge utile se constituent de combinaisons de  $n$  intervalles de temps  $TS$  de 8 bits et de  $i$  intervalles de temps  $Z$  de 1 bit:

- $n$  correspond au nombre de canaux de charge utile à 64 kbit/s;
- $i$  correspond au nombre de canaux à 8 kbit/s.

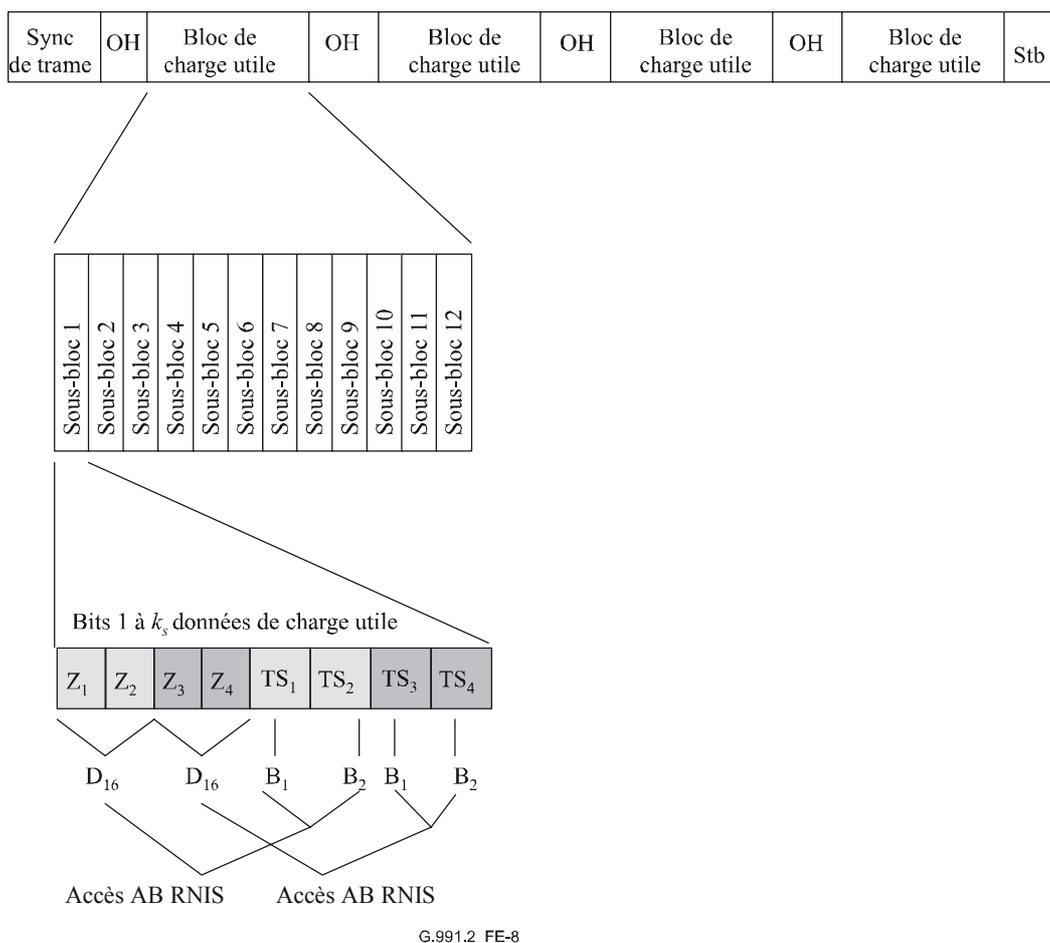
Cette structure de charge utile permet de mapper de manière efficace les canaux d'accès RNIS au débit de base vers des trames SHDSL.

- Les canaux de données (à 64 kbit/s chacun, appelés  $B_1 - B_y$ ) sont mappés vers des canaux TS à 64 kbit/s.
- Les canaux de signalisation (à 16 kbit/s chacun, appelés  $D_1 - D_x$ ) sont mappés chacun avec deux canaux Z à 8 kbit/s<sup>3</sup>.

La Figure E.7 donne un exemple général de ce mappage.

### E.8.3 Accès multiples RNIS au débit de base

Les paragraphes qui suivent décrivent en détail jusqu'à six accès RNIS au débit de base. La Figure E.8 donne un exemple de mappage pour deux accès RNIS au débit de base.



G.991.2\_FE-8

**Figure E.8/G.991.2 – Exemple de trame pour deux accès RNIS au débit de base**

Le transport des canaux de données utilisateur sur chaque accès RNIS au débit de base nécessite une largeur de bande de 144 kbit/s. Le Tableau E.1 indique le nombre de canaux TS et Z nécessaires.

<sup>3</sup> Lorsque, au moins quatre accès RNIS au débit de base sont transportés, quatre canaux  $D_{16}$  sont mappés en un canal à 64 kbit/s.

**Tableau E.1/G.991.2 – K × accès RNIS au débit de base (AB)**

Nb d'accès RNIS au débit de base <i>K</i>	Débit binaire de charge utile $K \times (128 \text{ kbit/s} + 16 \text{ kbit/s})$	Application	Canaux TS (64 kbit/s) <i>n</i>	Canaux Z (8 kbit/s) <i>i</i>
1	144	1 AB RNIS	2	2
2	288	2 AB RNIS	4	4
3	432	3 AB RNIS	6	6
4	576	4 AB RNIS	9	0
5	720	5 AB RNIS	11	2
6	864	6 AB RNIS	13	4

**E.8.4 Accès AB RNIS pour le service de survie de ligne**

Le service de survie de ligne peut être fourni par un accès RNIS au débit de base en cas de défaillance d'alimentation locale. L'accès de survie de ligne au débit de base est toujours celui qui est transporté sur les premiers intervalles de temps de chaque sous-bloc de charge utile (par exemple,  $Z_1$ ,  $Z_2$ ,  $TS_1$ ,  $TS_2$ ). L'alimentation distante est fournie par le centre de commutation de façon à ce que l'émetteur-récepteur puisse fonctionner dans un mode avec puissance réduite.

**E.8.5 Position des intervalles de temps des canaux B et D<sub>16</sub> du RNIS (signalisation EOC)**

Des canaux de données particuliers de blocs de charge utile SHDSL doivent être assignés à chaque accès RNIS au débit de base lorsque le système SHDSL transporte un certain nombre de tels accès. Les Tableaux E.2 à E.5 indiquent l'allocation des canaux de données RNIS pour un nombre d'accès au débit de base pouvant aller jusqu'à 4. La signalisation est émise sur le canal EOC du système SHDSL.

Les bits D sont émis après les bits B correspondants dans le sous-bloc suivant pour éviter un décalage inutile des bits B et D du RNIS (les bits B dans le sous-bloc de charge utile d'ordre  $N$  et les bits D dans le sous-bloc de charge utile d'ordre  $N + 1$ ; si les bits B sont émis dans le dernier sous-bloc de charge utile d'une trame SHDSL, les bits D sont alors émis dans le premier sous-bloc de charge utile de la trame SHDSL suivante).

**Tableau E.2/G.991.2 – Allocation d'intervalle de temps (TS, *time slot*) pour un accès RNIS au débit de base (AB)**

N° AB RNIS	TS RNIS B <sub>1</sub>	TS RNIS B <sub>2</sub>	TS RNIS D <sub>16</sub>
1	$TS_1$	$TS_2$	$Z_1 + Z_2$

**Tableau E.3/G.991.2 – Allocation d'intervalle de temps (TS) pour 2 accès RNIS au débit de base (AB)**

N° AB RNIS	TS RNIS B <sub>1</sub>	TS RNIS B <sub>2</sub>	TS RNIS D <sub>16</sub>
1	$TS_1$	$TS_2$	$Z_1 + Z_2$
2	$TS_3$	$TS_4$	$Z_3 + Z_4$

**Tableau E.4/G.991.2 – Allocation d'intervalle de temps (TS)  
pour 3 accès RNIS au débit de base (AB)**

N° AB RNIS	TS RNIS B <sub>1</sub>	TS RNIS B <sub>2</sub>	TS RNIS D <sub>16</sub>
1	TS <sub>1</sub>	TS <sub>2</sub>	Z <sub>1</sub> + Z <sub>2</sub>
2	TS <sub>3</sub>	TS <sub>4</sub>	Z <sub>3</sub> + Z <sub>4</sub>
3	TS <sub>5</sub>	TS <sub>6</sub>	Z <sub>5</sub> + Z <sub>6</sub>

**Tableau E.5/G.991.2 – Allocation d'intervalle de temps (TS)  
pour 4 accès RNIS au débit de base (AB)**

N° AB RNIS	TS RNIS B <sub>1</sub>	TS RNIS B <sub>2</sub>	TS RNIS D <sub>16</sub>
1	TS <sub>2</sub>	TS <sub>3</sub>	TS <sub>1</sub> (bits 1 et 2)
2	TS <sub>4</sub>	TS <sub>5</sub>	TS <sub>1</sub> (bits 3 et 4)
3	TS <sub>6</sub>	TS <sub>7</sub>	TS <sub>1</sub> (bits 5 et 6)
4	TS <sub>8</sub>	TS <sub>9</sub>	TS <sub>1</sub> (bits 7 et 8)

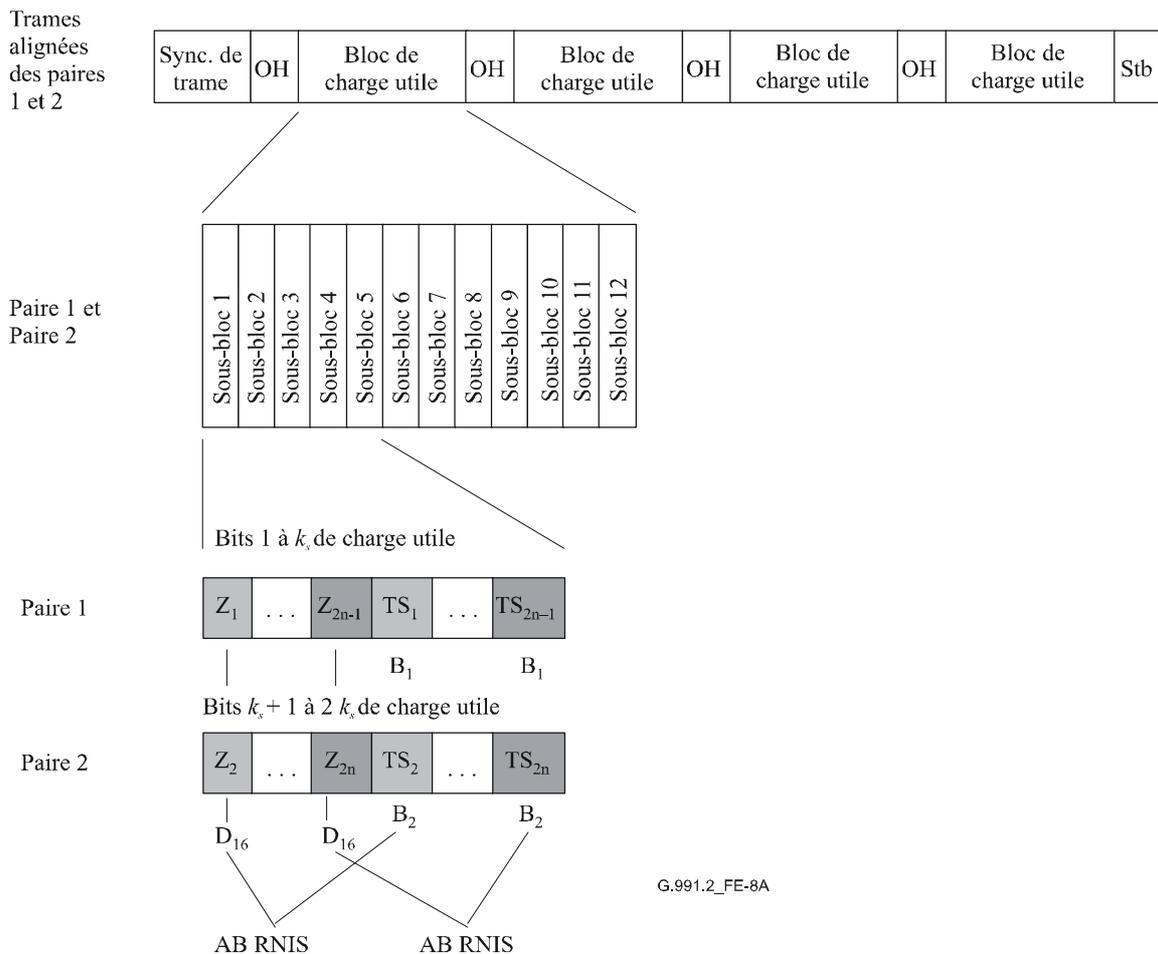
**E.8.5.1 Position des intervalles de temps des canaux B et D<sub>16</sub> du RNIS (signalisation EOC)  
en mode à M paires**

Dans le mode optionnel à M paires, l'allocation de trois accès RNIS au débit de base (maximum) à des intervalles de temps et à des bits Z sera comme indiqué dans les Tableaux E.2 à E.4. L'allocation pour 4 accès RNIS au débit de base est représentée dans le Tableau E.5a.

**Tableau E.5a/G.991.2 – Allocation d'intervalle de temps  
pour 4 accès RNIS au débit de base (AB)**

N° AB RNIS	TS RNIS B <sub>1</sub>	TS RNIS B <sub>2</sub>	TS RNIS D <sub>16</sub>
1	TS <sub>1</sub>	TS <sub>2</sub>	Z <sub>1</sub> + Z <sub>2</sub>
2	TS <sub>3</sub>	TS <sub>4</sub>	Z <sub>3</sub> + Z <sub>4</sub>
3	TS <sub>5</sub>	TS <sub>6</sub>	Z <sub>5</sub> + Z <sub>6</sub>
4	TS <sub>7</sub>	TS <sub>8</sub>	Z <sub>7</sub> + Z <sub>8</sub>

Les bits Z et les intervalles de temps seront entrelacés entre toutes les M paires de fils. Des précisions sont données dans la Figure E.8a.

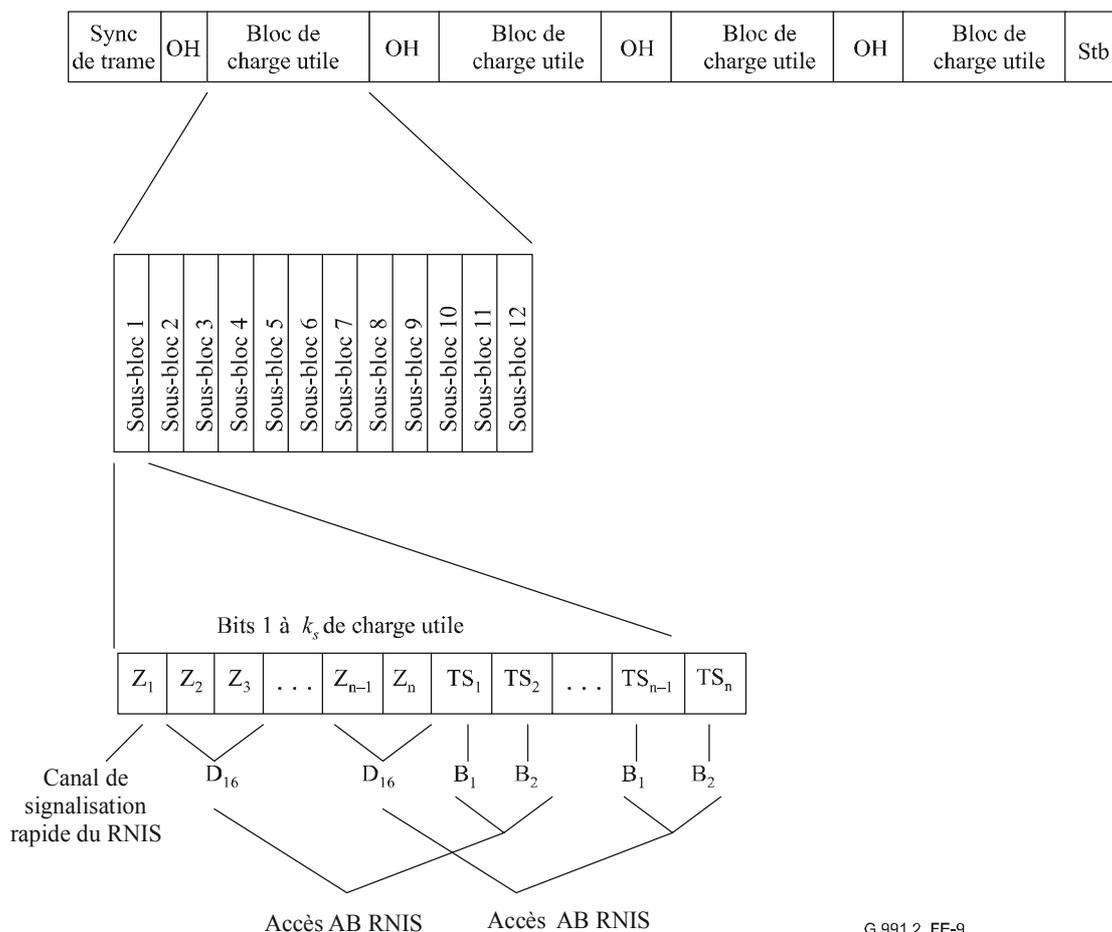


**Figure E.8a/G.991.2 – Trame en mode à  $M$  paires pour l'accès RNIS au débit de base (pour le cas  $M = 2$ )**

### E.8.6 Position des intervalles de temps des canaux B et D<sub>16</sub> du RNIS et du canal optionnel de signalisation rapide

Le canal optionnel de signalisation rapide à 8 kbit/s est toujours véhiculé par l'intervalle de temps  $Z_1$ , comme indiqué par la Figure E.9. Si ce canal de signalisation rapide est utilisé, il est alors possible de transporter jusqu'à 6 accès RNIS au débit de base sur la ligne SHDSL.

Les bits D sont émis après les bits B correspondants dans le sous-bloc suivant pour éviter un décalage inutile des bits B et D du RNIS (les bits B dans le sous-bloc de charge utile d'ordre  $N$  et les bits D dans le sous-bloc de charge utile d'ordre  $N + 1$ ; si les bits B sont émis dans le dernier sous-bloc de charge utile d'une trame SHDSL, les bits D sont alors émis dans le premier sous-bloc de charge utile de la trame SHDSL suivante).



G.991.2\_FE-9

**Figure E.9/G.991.2 – Mappage des canaux B et D du RNIS avec un canal de signalisation rapide**

**Tableau E.6/G.991.2 – Allocation d'intervalle de temps (TS) pour un accès RNIS au débit de base (AB) utilisant le canal de signalisation rapide**

N° AB RNIS	TS RNIS B <sub>1</sub>	TS RNIS B <sub>2</sub>	TS RNIS D <sub>16</sub>
1	TS <sub>1</sub>	TS <sub>2</sub>	Z <sub>2</sub> + Z <sub>3</sub>

**Tableau E.7/G.991.2 – Allocation d'intervalle de temps (TS) pour 2 accès RNIS au débit de base (AB) utilisant le canal de signalisation rapide**

N° AB RNIS	TS RNIS B <sub>1</sub>	TS RNIS B <sub>2</sub>	TS RNIS D <sub>16</sub>
1	TS <sub>1</sub>	TS <sub>2</sub>	Z <sub>2</sub> + Z <sub>3</sub>
2	TS <sub>3</sub>	TS <sub>4</sub>	Z <sub>4</sub> + Z <sub>5</sub>

**Tableau E.8/G.991.2 – Allocation d'intervalle de temps (TS) pour 3 accès RNIS au débit de base (AB) utilisant le canal de signalisation rapide**

N° AB RNIS	TS RNIS B <sub>1</sub>	TS RNIS B <sub>2</sub>	TS RNIS D <sub>16</sub>
1	TS <sub>1</sub>	TS <sub>2</sub>	Z <sub>2</sub> + Z <sub>3</sub>
2	TS <sub>3</sub>	TS <sub>4</sub>	Z <sub>4</sub> + Z <sub>5</sub>
3	TS <sub>5</sub>	TS <sub>6</sub>	Z <sub>6</sub> + Z <sub>7</sub>

**Tableau E.9/G.991.2 – Allocation d'intervalle de temps (TS) pour 4 accès RNIS au débit de base (AB) utilisant le canal de signalisation rapide**

N° AB RNIS	TS RNIS B <sub>1</sub>	TS RNIS B <sub>2</sub>	TS RNIS D <sub>16</sub>
1	TS <sub>2</sub>	TS <sub>3</sub>	TS <sub>1</sub> (bits 1 et 2)
2	TS <sub>4</sub>	TS <sub>5</sub>	TS <sub>1</sub> (bits 3 et 4)
3	TS <sub>6</sub>	TS <sub>7</sub>	TS <sub>1</sub> (bits 5 et 6)
4	TS <sub>8</sub>	TS <sub>9</sub>	TS <sub>1</sub> (bits 7 et 8)

**Tableau E.10/G.991.2 – Allocation d'intervalle de temps (TS) pour 5 accès RNIS au débit de base (AB) utilisant le canal de signalisation rapide**

N° AB RNIS	TS RNIS B <sub>1</sub>	TS RNIS B <sub>2</sub>	TS RNIS D <sub>16</sub>
1	TS <sub>2</sub>	TS <sub>3</sub>	Z <sub>2</sub> +Z <sub>3</sub>
2	TS <sub>4</sub>	TS <sub>5</sub>	TS <sub>1</sub> (bits 1 et 2)
3	TS <sub>6</sub>	TS <sub>7</sub>	TS <sub>1</sub> (bits 3 et 4)
4	TS <sub>8</sub>	TS <sub>9</sub>	TS <sub>1</sub> (bits 5 et 6)
5	TS <sub>10</sub>	TS <sub>11</sub>	TS <sub>1</sub> (bits 7 et 8)

**Tableau E.11/G.991.2 – Allocation d'intervalle de temps (TS) pour 6 accès RNIS au débit de base (AB) utilisant le canal de signalisation rapide**

N° AB RNIS	TS RNIS B <sub>1</sub>	TS RNIS B <sub>2</sub>	TS RNIS D <sub>16</sub>
1	TS <sub>2</sub>	TS <sub>3</sub>	Z <sub>2</sub> + Z <sub>3</sub>
2	TS <sub>4</sub>	TS <sub>5</sub>	Z <sub>4</sub> + Z <sub>5</sub>
3	TS <sub>6</sub>	TS <sub>7</sub>	TS <sub>1</sub> (bits 1 et 2)
4	TS <sub>8</sub>	TS <sub>9</sub>	TS <sub>1</sub> (bits 3 et 4)
5	TS <sub>10</sub>	TS <sub>11</sub>	TS <sub>1</sub> (bits 5 et 6)
6	TS <sub>12</sub>	TS <sub>13</sub>	TS <sub>1</sub> (bits 7 et 8)

**E.8.6.1 Position des intervalles de temps des canaux B et D<sub>16</sub> du RNIS (signalisation rapide) en mode à M paires**

Dans le mode facultatif à M paires, l'allocation de trois accès RNIS au débit de base (maximum) à des intervalles de temps et à des bits Z sera comme indiqué dans les Tableaux E.6 à E.8. L'allocation pour 4 à 6 accès RNIS au débit de base est représentée dans les Tableaux E.11a à E.11c.

**Tableau E.11a/G.991.2 – Allocation d'intervalle de temps pour 4 accès RNIS  
au débit de base (AB) utilisant le canal de signalisation rapide**

N° AB RNIS	TS RNIS B <sub>1</sub>	TS RNIS B <sub>2</sub>	TS RNIS D <sub>16</sub>
1	TS <sub>1</sub>	TS <sub>2</sub>	Z <sub>2</sub> + Z <sub>3</sub>
2	TS <sub>3</sub>	TS <sub>4</sub>	Z <sub>4</sub> + Z <sub>5</sub>
3	TS <sub>5</sub>	TS <sub>6</sub>	Z <sub>6</sub> + Z <sub>7</sub>
4	TS <sub>7</sub>	TS <sub>8</sub>	Z <sub>8</sub> + Z <sub>9</sub>

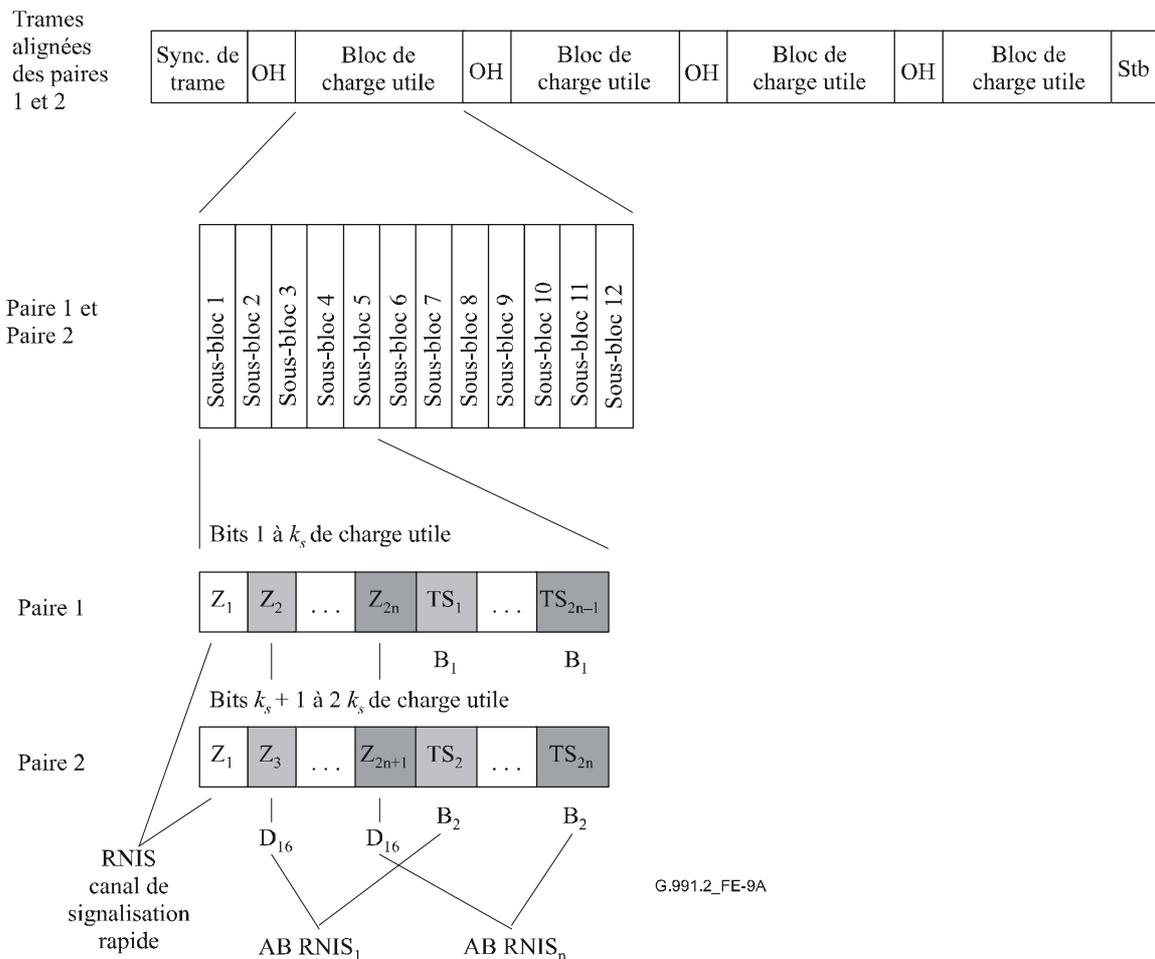
**Tableau E.11b/G.991.2 – Allocation d'intervalle de temps (TS) pour 5 accès RNIS  
au débit de base (AB) utilisant le canal de signalisation rapide**

N° AB RNIS	TS RNIS B <sub>1</sub>	TS RNIS B <sub>2</sub>	TS RNIS D <sub>16</sub>
1	TS <sub>1</sub>	TS <sub>2</sub>	Z <sub>2</sub> + Z <sub>3</sub>
2	TS <sub>3</sub>	TS <sub>4</sub>	Z <sub>4</sub> + Z <sub>5</sub>
3	TS <sub>5</sub>	TS <sub>6</sub>	Z <sub>6</sub> + Z <sub>7</sub>
4	TS <sub>7</sub>	TS <sub>8</sub>	Z <sub>8</sub> + Z <sub>9</sub>
5	TS <sub>9</sub>	TS <sub>10</sub>	Z <sub>10</sub> + Z <sub>11</sub>

**Tableau E.11c/G.991.2 – Allocation d'intervalle de temps (TS) pour 6 accès RNIS  
au débit de base (AB) utilisant le canal de signalisation rapide**

N° AB RNIS	TS RNIS B <sub>1</sub>	TS RNIS B <sub>2</sub>	TS RNIS D <sub>16</sub>
1	TS <sub>1</sub>	TS <sub>2</sub>	Z <sub>2</sub> + Z <sub>3</sub>
2	TS <sub>3</sub>	TS <sub>4</sub>	Z <sub>4</sub> + Z <sub>5</sub>
3	TS <sub>5</sub>	TS <sub>6</sub>	Z <sub>6</sub> + Z <sub>7</sub>
4	TS <sub>7</sub>	TS <sub>8</sub>	Z <sub>8</sub> + Z <sub>9</sub>
5	TS <sub>9</sub>	TS <sub>10</sub>	Z <sub>10</sub> + Z <sub>11</sub>
6	TS <sub>11</sub>	TS <sub>12</sub>	Z <sub>12</sub> + Z <sub>13</sub>

Dans le mode de signalisation rapide, la structure des intervalles de temps et des bits Z sera alignée à l'intérieur du sous-bloc de charge utile SHDSL de telle manière que le bit de signalisation rapide Z<sub>1</sub> occupe la position du premier bit dans le sous-bloc de charge utile sur chacune des M paires. Les bits Z et intervalles de temps restants seront entrelacés en alternance entre toutes les M paires. Voir Figure E.9a pour d'autres détails.



**Figure E.9a/G.991.2 – Trame en mode à  $M$  paires pour l'accès RNIS au débit de base (pour le cas  $M = 2$ )**

### E.8.7 Signalisation sur le canal EOC du système SHDSL ou sur le canal de signalisation rapide

Les informations de signalisation de statut du RNIS peuvent être émises d'une manière optionnelle sur les deux canaux suivants:

- canal EOC du système SHDSL;
- canal de signalisation rapide.

Dans les deux cas, des messages EOC du système SHDSL en format du type HDLC sont utilisés pour le transport du code de message RNIS. L'unité STU-C ainsi que l'unité STU-R peuvent lancer des messages EOC. Les messages EOC liés au RNIS sont transportés en général sur le canal EOC du système SHDSL. Il est nécessaire, pour certaines applications, d'établir un canal de signalisation rapide supplémentaire avec une largeur de bande de 8 kbit/s pour le transport de ces messages. Ce cas se présente lorsque plus de quatre accès RNIS au débit de base sont utilisés. Ce canal peut également être utilisé lorsqu'une latence de signalisation réduite est requise ou lorsque d'autres signalisations de couche TPS-TC (par exemple pour l'ATM) ont limité de manière importante la possibilité d'utilisation du canal EOC du système SHDSL.

#### E.8.7.1 Messages du canal EOC du système SHDSL

Les numéros 20 et 148 de messages de canal EOC sont utilisés pour transmettre des fonctions de maintenance et de commande du RNIS, ainsi que d'autres messages.

**Tableau E.12/G.991.2 – Demande RNIS – Identificateur de message n° 20**

N° d'octet	Contenu	Type de données	Référence
1	Id. de message n° 20	Id. de message	
2 bits 4-7	N° AB RNIS	Caractère non signé	
2 bits 0-3	Non utilisé		Positionné sur 0000 <sub>2</sub>
3	Code message RNIS		

**Tableau E.13/G.991.2 – Réponse RNIS – Identificateur de message n° 148**

N° d'octet	Contenu	Type de données	Référence
1	Id. de message n° 148	Id. de message	
2 bits 4-7	N° AB RNIS	Caractère non signé	
2 bits 0-3	Non utilisé		Positionné sur 0000 <sub>2</sub>
3	Code message RNIS		

**Numéro d'accès RNIS au débit de base:** chaque accès RNIS au débit de base (AB) peut être adressé de manière indépendante et reçoit l'assignation d'un numéro à quatre chiffres (AB 1 = 0000, ... AB 6 = 0101).

### E.8.7.2 Codes de message RNIS

Le Tableau E.14 donne la liste des codes de message qui sont contenus dans un octet du canal EOC du système SHDSL pour les messages "demandes RNIS". Le Tableau E.15 donne la liste des codes de message qui sont contenus dans un octet du canal EOC du système SHDSL pour les messages "réponse RNIS".

**Tableau E.14/G.991.2 – Codes de message "demandes RNIS"**

Fonction	Message	Code message EOC	Commentaire
Commande du bus S	SIA	0001 0000	Activation interface S (STU-C → STU-R)
	SID	0001 0001	Désactivation interface S (STU-C → STU-R)
	SAI	0001 0010	Interface S activée (STU-R → STU-C)
	SDI	0001 0011	Interface S désactivée (STU-R → STU-C)
Statut émetteur-récepteur RNIS	ACT	0000 0001	Prêt pour la communication en couche 2 (STU-C → STU-R) (STU-R → STU-C)
	DEA	0000 0010	Intention de désactivation (STU-C → STU-R)
	CSO	0000 0011	Démarrage à froid uniquement (STU-R → STU-C)

**Tableau E.14/G.991.2 – Codes de message "demandes RNIS"**

<b>Fonction</b>	<b>Message</b>	<b>Code message EOC</b>	<b>Commentaire</b>
Réinitialisation terminaison AB	Réinitialisation S	0000 0000	Réinitialisation d'une unité de commande RNIS au niveau STU-R (STU-C → STU-R)
Messages EOC du RNIS	Effectuer rebouclage 2B + D	0011 0001	(STU-C → STU-R)
	Effectuer rebouclage canal B1 (Note)	0011 0010	(STU-C → STU-R)
	Effectuer rebouclage canal B2 (Note)	0011 0011	(STU-C → STU-R)
	Retour à la normale	0011 1111	(STU-C → STU-R)
	Etat de maintien	0011 0000	(STU-C → STU-R)
NOTE – L'utilisation des rebouclages des canaux B1 et B2 est facultative, mais les codes de rebouclage sont réservés pour ces fonctions.			

**Tableau E.15/G.991.2 – Codes de message "réponse RNIS"**

<b>Fonction</b>	<b>Message</b>	<b>Code message EOC</b>	<b>Commentaire</b>
Commande de bus S	SIA	1001 0000	Interface S activée
	SI AF	1101 0000	Echec d'activation interface S
	SID	1001 0001	Désactivation interface S
	SIDF	1101 0001	Echec de désactivation interface S
	SAI	1001 0010	Interface S activée
	SDI	1001 0011	Interface S désactivée
Statut émetteur-récepteur RNIS	ACT	1000 0001	Prêt pour la communication en couche 2
	DEA	1000 0010	Intention de désactivation
	CSO	1000 0011	Démarrage à froid uniquement
Réinitialisation terminaison AB	Accusé de réception réinitialisation S	1000 0000	Réinitialisation d'une unité de commande RNIS au niveau STU-R

**Tableau E.15/G.991.2 – Codes de message "réponse RNIS"**

Fonction	Message	Code message EOC	Commentaire
Messages EOC du RNIS	Effectuer rebouclage 2B + D (succès)	1011 0001	Activation de l'interface S avec la boucle 2
	Effectuer rebouclage 2B + D (échec)	1111 0001	
	Effectuer rebouclage canal B1 (succès)	1011 0010	Le fonctionnement de la boucle de canal B1 peut être demandé chaque fois que la liaison SHDSL est activée
	Effectuer rebouclage canal B1 (échec)	1111 0010	
	Effectuer rebouclage canal B2 (succès)	1011 0011	Le fonctionnement de la boucle de canal B2 peut être demandé chaque fois que la liaison SHDSL est activée
	Effectuer rebouclage canal B2 (échec)	1111 0011	
	Retour à la normale (succès)	1011 1111	
	Retour à la normale (échec)	1111 1111	
	Etat de maintien	1011 0000	
	Accusé de réception avec impossibilité de se conformer	1111 0100	

### **E.8.8 Commande de bus S**

Il est possible de commander de manière indépendante les bus S du RNIS qui connectent les terminaux RNIS à l'unité STU-R, en utilisant les codes messages adéquats (SIA, SID, SAI, SDI) pour chaque bus S. Le côté de l'unité STU-C peut activer et désactiver le bus S et obtenir des informations. Ces messages sont transmis sous forme de messages EOC du système SHDSL.

Il est possible d'adresser de manière indépendante les interfaces S de chaque accès RNIS au débit de base. Chaque accès RNIS au débit de base possède un numéro à quatre chiffres (AB 1 = 0000, ... AB 6 = 0101) qui figure dans les messages EOC SHDSL liés au RNIS.

**SIA:** cette fonction est utilisée dans le sens de l'unité STU-C vers l'unité STU-R pour demander à cette dernière d'activer l'interface au niveau du point de référence S. Ce message peut être émis lorsque l'interface au niveau du point de référence S doit être activée. Dans le sens de l'unité STU-R vers l'unité STU-C, la réponse est SIA (interface S activée).

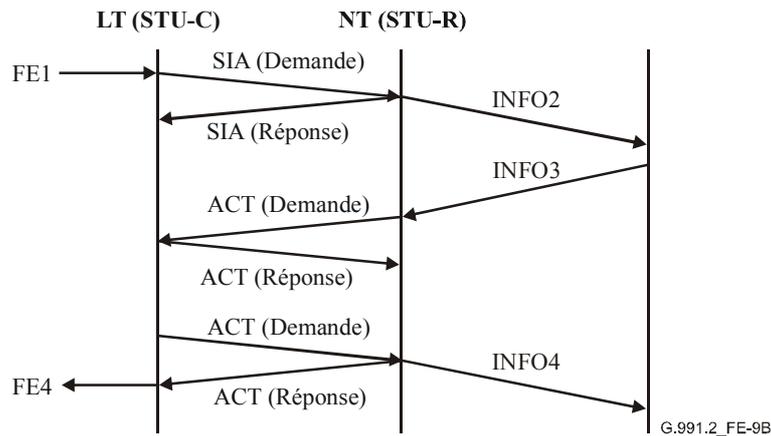
**SID:** cette fonction est utilisée dans le sens de l'unité STU-C vers l'unité STU-R pour demander à cette dernière de désactiver l'interface au niveau du point de référence S. Ce message peut être émis lorsque l'interface au niveau du point de référence S doit être désactivée. Dans le sens de l'unité STU-R vers l'unité STU-C, la réponse est SID (interface S désactivée).

**SAI:** ce message est utilisé dans le sens de l'unité STU-R vers l'unité STU-C pour informer cette dernière que l'interface et le bus S ont été activés.

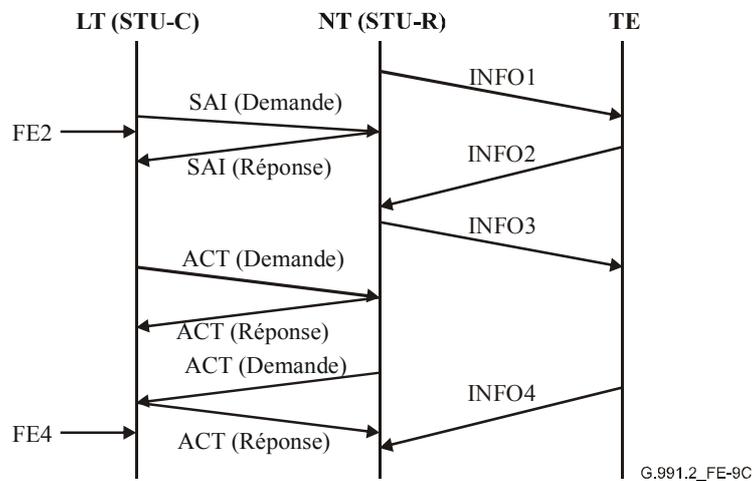
**SDI:** ce message est utilisé dans le sens de l'unité STU-R vers l'unité STU-C pour informer cette dernière que l'interface et le bus S ont été désactivés.

### E.8.9 Réinitialisation de la terminaison AB

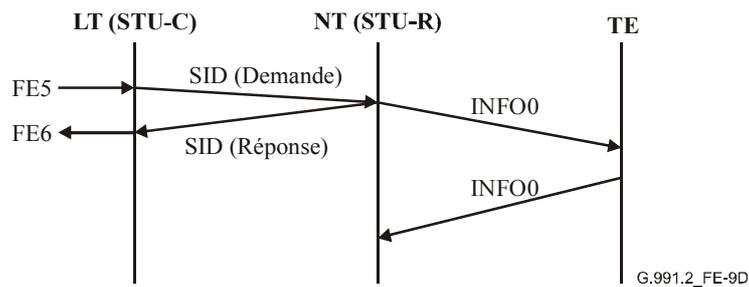
Il est possible de superviser de manière individuelle, à partir du côté de l'unité STU-C, le statut et la situation de chaque accès RNIS au débit de base et de son interface S du côté de l'unité STU-R. Une situation de défaillance ou de blocage d'un accès RNIS au débit de base détectée éventuellement peut être résolue par une réinitialisation. La "réinitialisation de la terminaison AB" fait revenir dans son état par défaut ("état désactivé") l'unité de commande au niveau de l'interface S. Les autres accès au débit de base ou les autres services ne sont pas affectés.



**Figure E.9b/G.991.2 – Activation du AB RNIS lancée par le central**



**Figure E.9c/G.991.2 – Activation du AB RNIS lancée par l'équipement terminal**



**Figure E.9d/G.991.2 – Activation du AB RNIS lancée par l'équipement terminal**

**Tableau E.16/G.991.2 – Table de transition d'états pour la terminaison réseau NT**

Numéro d'Etat	NT1.1	NT2.2	NT1.3	NT1.4	NT1.5	NT1.5A	NT1.6	NT1.7	NT1.8	NT1.9	NT2.0	NT2.0A	NT2.1
Nom d'Etat	Réinitialisation	Service RNIS désactivé	Activation service RNIS				Service RNIS activé				Rebouclage 2		
			Initié	Interface T activé	Acc récep activation interface T	Actif-attente	Actif	LOS/LFA en T Attente	LOS/LFA en T	Désactivation initiée	Attente rebouclage	Acc récep activation rebouclage	Rebouclage réalisé
INFO envoyée (CP-IWF → TE)	INFO0	INFO0	INFO0	INFO2	INFO2	INFO2	INFO4	INFO2	INFO2	INFO0	INFO2	INFO2	INFO4
Etat interne Evénement	G1	G1	G1	G2	G2	G2	G3	G2	G2	G4	G4	G4	G4
Réception INFO0	-	-	-	-	-	-	NT1.7 SDI (demande)	-	-	NT1.2	-	-	-
Réception INFO1	-	NT1.3 SAI (demande)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Réception INFO3	-	-	-	NT1.5 ACT (demande)	-	-	-	-	NT1.5 ACT (demande)	-	NT2.1 ACT (demande)	-	-
LOS/LFA en T	-	-	-	-	-	-	NT1.7 SID (demande)	-	-	-	-	-	-
SIA (demande)	-	NT1.4 SIA (réponse)	-	-	-	-	-	-	-	NT1.4 SIA (réponse)	-	-	-
SAI (réponse)	-	-	NT1.4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SID (demande)	-	-	NT1.9 SID (réponse)	-	NT1.9 SID (réponse)	NT1.9 SID (réponse)	NT1.9 SID (réponse)						
ACT (réponse)	-	-	-	-	NT1.5	-	-	-	-	-	-	NT2.1	-
ACT (demande)	-	-	-	-	-	NT1.6 ACT (réponse)	-	-	-	-	-	-	-
Réalisation rebouclage 2B+D (demande)	-	NT2.0 Réalisation rebouclage 2B+D (succès) (réponse)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Réinitialisation S (demande)	-	NT1.1 acc récep réinit S (réponse)	NT1.1 acc récep réinit S (réponse)	NT1.1 acc récep réinit S (réponse)	NT1.1 acc récep réinit S (réponse)	NT1.1 acc récep réinit S (réponse)	NT1.1 acc récep réinit S (réponse)	NT1.1 acc récep réinit S (réponse)	NT1.1 acc récep réinit S (réponse)	NT1.1 acc récep réinit S (réponse)	NT1.1 acc récep réinit S (réponse)	NT1.1 acc récep réinit S (réponse)	NT1.1 acc récep réinit S (réponse)
SDI (réponse)	-	-	-	-	-	-	-	NT1.8	-	-	-	-	-
SHDSL: Data, non atteint	-	NT1.1	NT1.1	NT1.1	NT1.1	NT1.1	NT1.1	NT1.1	NT1.1	NT1.1	NT1.1	NT1.1	NT1.1
SHDSL: Data, atteint	NT1.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

**Tableau E.16a/G.991.2 – Table de transition d'états pour la terminaison de ligne LT**

Numéro d'Etat	LT1.1	LT1.2	LT1.3	LT1.4	LT1.5	LT1.6	LT1.7	LT1.8	LT2.0	LT2.1	LT2.2
Nom d'Etat	Réinitialisation	Service RNIS désactivé	Activation service RNIS			Service RNIS activé			Rebouclage 2		
			Initié	Interface T activé	Actif-attente	Actif	LOS/LFA en T	Désactivation initiée	Rebouclage demandé	Attente rebouclage	Rebouclage réalisé
FE envoyé (CO-IWF → ET) Evénement	FE7	FE6	FE2	FE2	FE3	FE4	FE12	(Note)	FE3	FE3	FE4
FE1	-	LT1.3 SIA (demande)		-	-	-	-	LT1.3 SIA (demande)	-	-	-
FE5	-	-	Début T2 LT1.8 SID (demande)	Début T2 LT1.8 SID (demande)	Début T2 LT1.8 SID (demande)	Début T2 LT1.8 SID (demande)	Début T2 LT1.8 SID (demande)	-	Début T2 LT1.8 SID (demande)	Début T2 LT1.8 SID (demande)	Début T2 LT1.8 SID (demande)
FE8	-	LT2.0 Réalisation rebouclage 2B+D (demande)			LT2.0 Réalisation rebouclage 2B+D (demande)	LT2.0 Réalisation rebouclage 2B+D (demande)					
Réinitialisation S	-	LT1.1	LT1.1	LT1.1	LT1.1	LT1.1	LT1.1	LT1.1	LT1.1	LT1.1	LT1.1
SAI (demande)	-	LT1.4 SAI (réponse)	LT1.4 SAI (réponse)	-	-	-	-	-	-	-	-
ACT (demande)	-	-	-	LT1.5 ACT (réponse) ACT (demande)	-	-	LT1.5 ACT (réponse) ACT (demande)	-	-	LT2.2 ACT (réponse)	-
SDI (demande)	-	-	-	-	-	LT1.7 SDI (réponse)	-	-	-	-	-
SIA (réponse)	-	-	LT1.4	-	-	-	-	-	-	-	-
SID (réponse)	-	-	-	-	-	-	-	LT1.2	-	-	-
ACT (réponse)	-	-	-	-	LT1.6	-	-	-	-	-	-
Réalisation rebouclage 2B+D (succès) (réponse)	-	-	-	-	-	-			LT2.1	-	-
Acc récep réinit S (réponse)	LT1.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SHDSL: Data <sub>c</sub> échec	/	LT1.1	LT1.1	LT1.1	LT1.1	LT1.1	LT1.1	LT1.1	LT1.1	LT1.1	LT1.1
SHDSL: Data <sub>c</sub> atteint	LT1.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Expiration temporisateur 2		-	-	-	-	-	-	LT1.3	-	-	-

**Tableau E.16b/G.991.2 – Légendes des tables de transition d'états**

Nom	Description
–	Pas de changement d'état
/	Impossible en raison de la définition des procédures de couche physique d'égal à égal ou pour des raisons internes au système.
	Impossible en raison de la définition du service de couche physique.
Start T2	Démarrage du temporisateur T2 On trouvera une description du temporisateur T2 dans la Note 2 du Tableau 6 du document ETS 300 012 de l'ETSI: "Le temporisateur 2 (T2) empêche une réactivation involontaire. Sa valeur est de $25 \text{ ms} \leq \text{valeur} \leq 100 \text{ ms}$ . Cela signifie que l'équipement TE doit reconnaître l'élément INFO0 et réagir en conséquence dans un délai de 25 ms. Si la terminaison NT peut reconnaître sans équivoque l'élément INFO1, la valeur du temporisateur 2 peut être de 0, et une demande MPH-DEACTIVATE-REQUEST causerait un passage direct de l'état G2 ou G3 à l'état G1. Il convient de noter qu'une détection sans équivoque de l'élément INFO1 peut ne pas être possible dans les configurations de bus passives, compte tenu de toutes les implémentations possibles."
Note	L'entité FE envoyée au réseau est identique à l'entité FE envoyée avant l'envoi de FE5 par le réseau.
FE1	(LT ← ET) Activation de l'accès
FE2	(LT → ET) Activation de l'accès initiée
FE3	(LT → ET) Section d'accès numérique activée
FE4	(LT → ET) Accès ou rebouclage activé
FE5	(LT ← ET) Désactivation de l'accès
FE6	(LT → ET) Accès désactivé
FE7	(LT → ET) LOS/LFA en DS ou perte de puissance à la terminaison NT1
FE8	(LT ← ET) Activation du rebouclage 2
FE12	(LT → ET) LOS/LFA au point de référence T

**Tableau E.17/G.991.2 – Demandes de réinitialisation**

Message	Code message EOC	Commentaire
Réinitialisation S	0000 0000	

**Tableau E.18/G.991.2 – Réponses de réinitialisation**

Message	Code message EOC	Commentaire
Accusé de réception de réinitialisation S	1000 0000	

### **E.8.10 Transport de messages EOC du RNIS sur le canal EOC du système SHDSL**

Le Tableau E.19 indique six des huit codes de fonction du canal EOC définis par la norme RNIS. (Les deux messages concernant les contrôles CRC altérés ne sont pas requis.)

**Tableau E.19/G.991.2 – Codes message EOC du RNIS**

Message	Code message	Réseau	STU-R1	REG
Effectuer rebouclage 2B+D	0011 0001	o	d	t/d
Effectuer rebouclage canal B1 (Note)	0011 0010	o	d	t/d
Effectuer rebouclage canal B2 (Note)	0011 0011	o	d	t/d
Retour à la normale	0011 1111	o	d	t/d
Etat de maintien	0011 0000	d/o	o/d	o/d/t
Origine (o), destination (d) et transfert (t) NOTE – L'utilisation des rebouclages des canaux B1 et B2 est optionnelle, mais les codes de rebouclage sont réservés pour ces fonctions.				

## **E.9 Couche TPS-TC pour le transport ATM**

### **E.9.1 Définitions**

ATM mode de transfert asynchrone (*asynchronous transfer mode*)

HEC contrôle d'erreur d'en-tête (*header error check*)

### **E.9.2 Modèle de référence pour le transport ATM**

La couche de convergence ATM du système SHDSL est conforme à la Rec. UIT-T I.432.1 [8]. Elle fournira les fonctions suivantes, telles qu'elles sont définies par cette dernière:

- découplage de débit entre la couche ATM et la couche PMS-TC synchrone (ou plésiochrone);
- insertion/extraction<sup>4</sup> de cellules vides;
- insertion/extraction<sup>5</sup> de l'octet de vérification d'erreur d'en-tête ATM (HEC, *header error check*);
- embrouillage et désembrouillage de la charge utile des cellules pour les systèmes basés sur le mode SDH;
- délimitation de cellule dans le canal de réception;
- référence d'horloge et ordre des bits (le bit le plus significatif est émis en premier, l'horloge de bit étant en synchronisme avec la référence d'horloge de l'unité STU-C aval).

La vérification HEC s'applique à l'ensemble de l'en-tête de cellule. Le code utilisé pour cette fonction doit pouvoir:

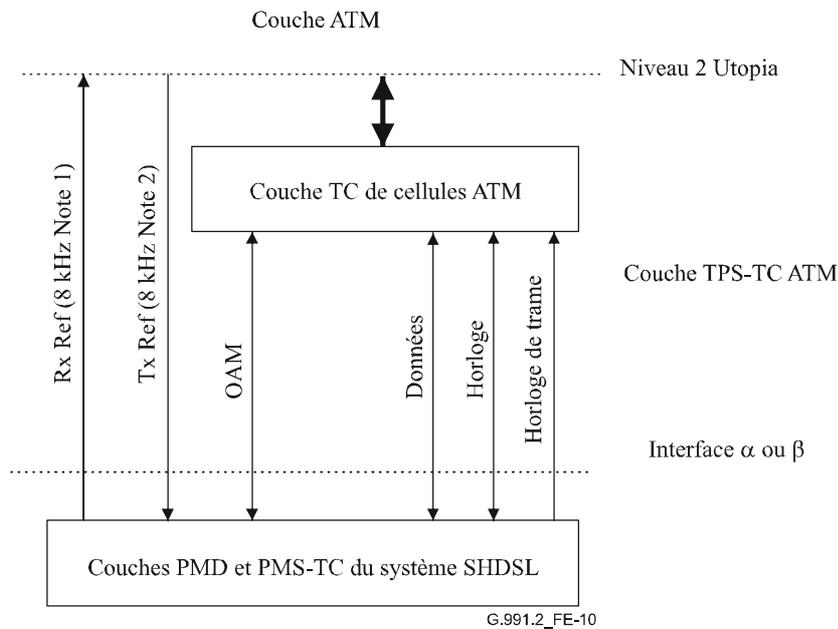
- soit corriger une erreur sur les bits isolée;
- soit détecter des erreurs sur les bits multiples.

La détection des erreurs sera mise en œuvre comme défini dans la Rec. UIT-T I.432.1 [8], sauf que toute erreur détectée par la vérification HEC sera considérée comme une erreur multiple et ne sera donc pas corrigée.

La Figure E.10 représente les interfaces logiques entre la couche ATM, la couche ATM-TC et la fonction PMS-TC du système SHDSL.

<sup>4</sup> Une cellule vide qui a été insérée côté émission doit être extraite côté réception.

<sup>5</sup> Un octet HEC qui a été inséré côté émission doit être extrait côté réception.



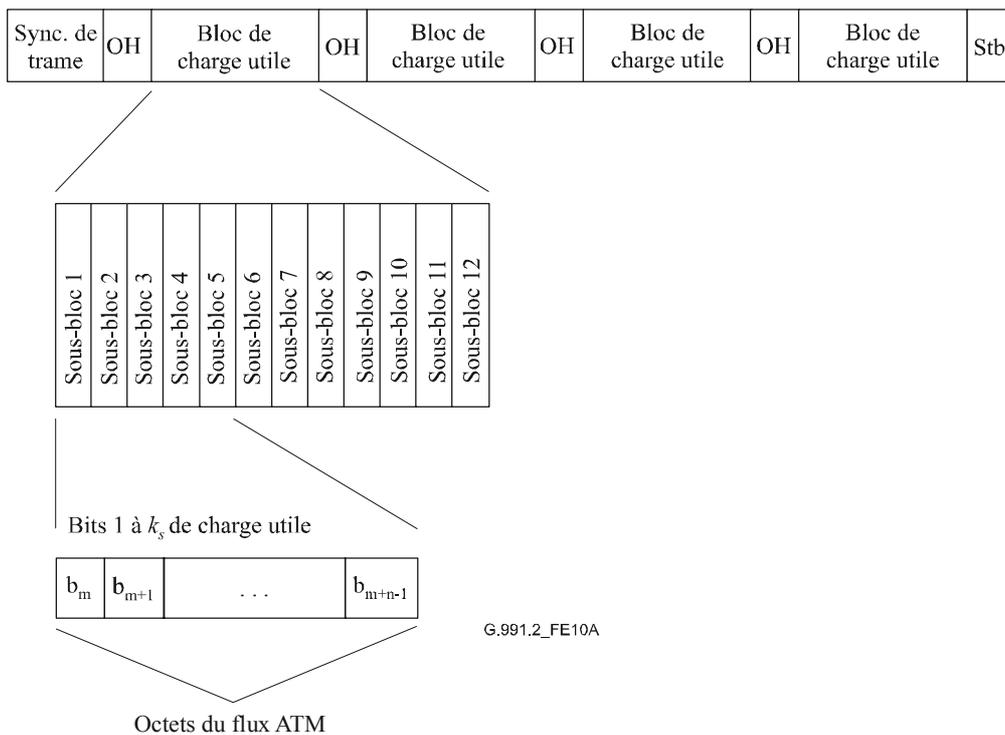
NOTE 1 – La ligne RxRef peut être présente au niveau de l'unité STU-R.  
 NOTE 2 – La ligne TxRef peut être présente au niveau de l'unité STU-C.

**Figure E.10/G.991.2 – Interface logique de la couche ATM-TC vers les couches ATM PMS-TC et TPS-TC**

Une interface ATM Utopia de niveau 2 connecte la couche ATM-TC à la couche ATM. Cette interface peut également être fournie sous forme logique. Les frontières d'octet de la charge utile SHDSL seront préservées au niveau de l'interface ATM Utopia. L'octet le plus significatif sera transmis en tête, conformément à la Rec. UIT-T I.432.1 [8].

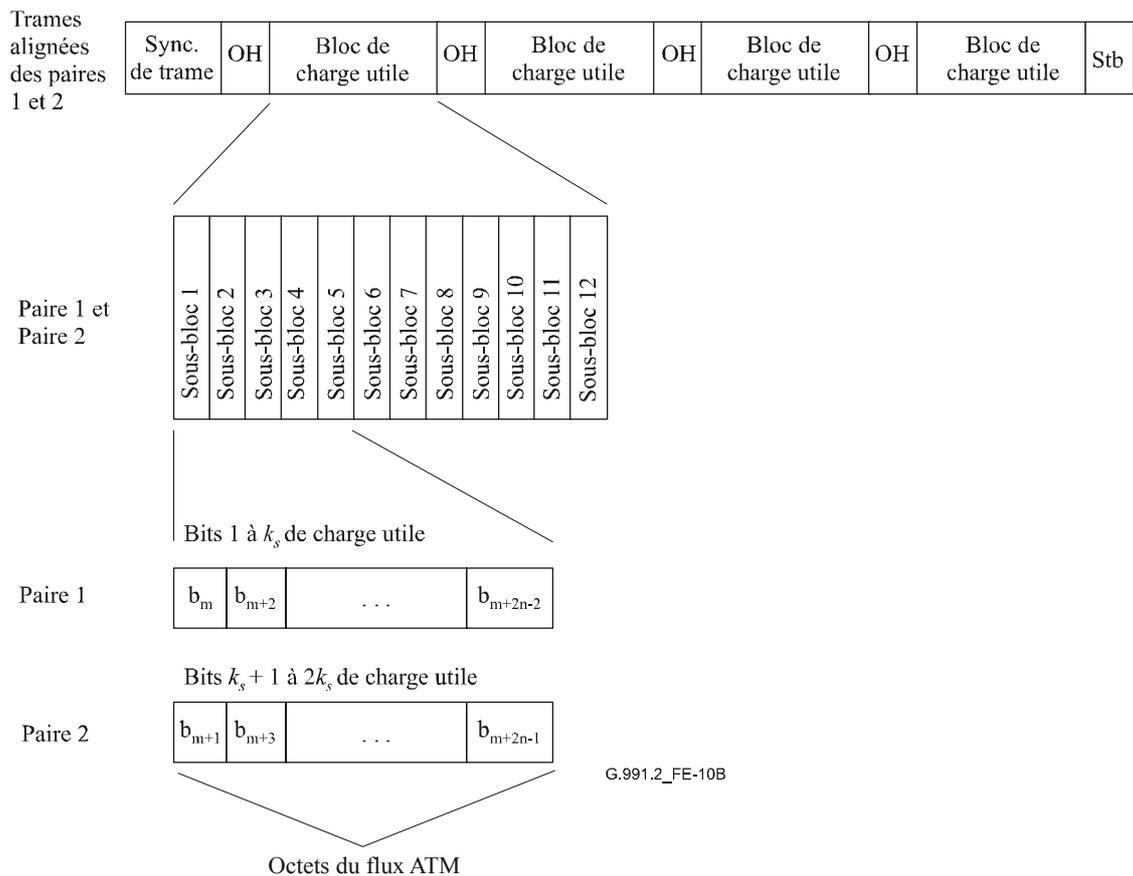
### E.9.2.1 Structure en trames

La couche PMS-TC fournit un canal libre vers la couche ATM-TC et la mappage des octets vers la charge utile se fera octet par octet. Les cellules sont mappées, au niveau de l'unité STU-C vers l'interface logique  $\alpha$  et elles traversent telles quelles l'interface logique  $\beta$  au niveau de l'interface de l'unité STU-R, comme indiqué au § 4.1. Les données logiques et les lignes d'horloge sont présentes au niveau des interfaces  $\alpha$  et  $\beta$ . L'alignement des cellules avec la trame est optionnel. Le flux ATM sera aligné à l'intérieur du sous-bloc de charge utile de ligne SHDSL de telle manière que les limites des octets sont préservées. Chaque sous-bloc de charge utile est traité comme s'il contenait  $n$  intervalles de temps de 8 bits. Chaque octet du flux de données ATM entrant est mappé, le bit de plus fort poids en premier, dans l'intervalle de temps suivant disponible. Le premier intervalle de temps commence à la première position binaire du sous-bloc de charge utile; il est suivi de l'intervalle de temps 2, intervalle de temps 3, ..., intervalle de temps  $n$ . Chaque sous-bloc contiendra un nombre total de  $k_s$  bits (ou  $n$  octets) de données contiguës, comme indiqué au § 8.1,  $k_s = i + n \times 8$  et, dans ce mode,  $i = 0$  et  $3 \leq n \leq 36$ . Il convient de noter que les extensions optionnelles décrites à l'Annexe F autorisent des valeurs de  $n$  allant jusqu'à 89. D'autres précisions sont données dans la Figure E.10a.



**Figure E.10a/G.991.2 – Structure en trames de l'ATM**

Dans le mode optionnel à  $M$  paires, les données ATM sont acheminées sur toutes les paires avec entrelacement, comme indiqué au § 8.2. Seuls les multiples de  $M$  intervalles de temps seront pris en charge dans le mode à  $M$  paires. Le flux ATM sera aligné à l'intérieur du sous-bloc de charge utile de ligne SHDSL de telle manière que les limites des octets sont préservées. Chaque sous-bloc de charge utile est traité comme s'il contenait  $M \times n$  intervalles de temps de 8 bits. Chaque octet du flux de données ATM entrant est mappé, le bit de plus fort poids en premier, dans l'intervalle de temps suivant disponible. Le premier intervalle de temps commence à la première position binaire du sous-bloc de charge utile; il est suivi de l'intervalle de temps 2, l'intervalle de temps 3, ..., l'intervalle de temps  $n$ . Chaque sous-bloc contiendra un nombre total de  $M \times k_s$  bits (ou  $M \times n$  octets) de données contiguës, comme indiqué au § 8.1, avec  $k_s = i + n \times 8$  et, dans ce mode,  $i = 0$  et  $3 \leq n \leq 36$ . Il convient de noter que les extensions optionnelles décrites à l'Annexe F autorisent des valeurs de  $n$  allant jusqu'à 89. Les octets du flux de données ATM entrant seront entrelacés entre toutes les  $M$  paires, de telle manière que si un octet  $b_m$  est acheminé sur la paire  $M$ , l'octet  $b_{m+1}$  est acheminé dans l'intervalle de temps correspondant de la paire  $m + 1$ . Ainsi, la paire  $M$  achemine l'intervalle de temps de rang  $m$  par bloc de  $M$  intervalles de temps. D'autres précisions sont données dans la Figure E.10b.



**Figure E.10b/G.991.2 – Structure en trames de l'ATM sur  $M$  paires (pour le cas  $M = 2$ )**

### E.9.2.2 Synchronisation

Les unités STU fonctionneront en mode synchrone ou plésiochrone; le mode synchrone est toutefois préféré dans la plupart des applications. L'horloge de trame de l'unité STU-C est verrouillée dans les deux cas sur une référence d'horloge réseau.

La fourniture de la référence d'horloge réseau de l'unité STU-C vers l'unité STU-R est optionnelle pour le mode ATM; toutefois si cette référence NTR est fournie, la couche PMS-TC SHDSL fonctionnera alors dans le mode de synchronisation d'horloge 3a (se référer au § 10.1). La référence d'horloge réseau sera un signal à 8 kHz à partir duquel il est facile d'extraire les autres fréquences. Dans ce mode d'horloge, les horloges de trame et de symbole de l'unité STU-C sont verrouillées sur la référence NTR. L'unité STU-R peut extraire la référence NTR à partir du mot de synchronisation de trame (FSW, *frame synchronization word*) reçu. Dans la Figure E.10, la ligne TxRef (de l'unité STU-C) véhicule directement la référence vers la couche PMS-TC et la ligne RxRef (de l'unité STU-R) véhicule la référence NTR vers la couche ATM à partir de la couche PMS-TC. La synchronisation de la référence NTR se fera comme décrit au § 10.4.

### E.9.2.3 Multiplexage inverse pour le mode ATM au moyen de la couche TPS-TC pour le mode ATM (texte à caractère informatif)

La couche TPS-TC pour le mode ATM, telle qu'elle est définie au § E.9, est censée être compatible avec la spécification relative au multiplexage inverse pour le mode ATM (IMA, *inverse multiplexing for ATM*), ainsi qu'il est défini dans le document af-phy-0086.001 [B12]. Le système IMA est un protocole qui assure le multiplexage inverse d'un flux de cellules ATM sur plusieurs liaisons de transmission de couche physique. Il fonctionne en multiplexant le flux de cellules ATM entre les liaisons cellule par cellule, puis en insérant des cellules spéciales de protocole de commande IMA (ICP, *IMA control protocol*) dans chacun des flux de cellules ATM. Vu que le flux

de cellules ATM pour chaque liaison est du point de vue structurel identique à un flux de cellules ATM normales, il peut être acheminé sans modification à l'aide de la couche TPS-TC pour le mode ATM du système SHDSL. Il convient de noter que la spécification IMA est fondée sur l'hypothèse selon laquelle la couche TPS-TC pour le mode ATM sera compatible avec les exceptions IMA à la sous-couche de convergence de transmission spécifique à l'interface, ainsi qu'il est défini dans la spécification IMA, § 5.2.1 (en l'espèce, les points R-3 et R-4).

La spécification IMA (§ 9.1) indique que la différence de délai entre l'émetteur IMA et l'interface de boucle (U-R ou U-C) ne doit pas être supérieure à 2,5 cellules. Le § 7.1.6 recommande que la différence de délai de transfert de signal entre des paires de fils SHDSL sans répéteurs ne soit pas supérieure à 50 µs à 150 kHz. En ce qui concerne les répéteurs, il convient de noter que la présente Recommandation (§ 9.5.5.5) autorise jusqu'à 8 répéteurs dans une liaison d'accès; toutefois, elle ne définit pas le délai dans le répéteur. A noter également que le nombre de répéteurs mis en œuvre dans une boucle dépend des conditions particulières du réseau. Dans la conception de systèmes IMA, les réalisateurs sont encouragés à prendre en compte les diverses sources de différence de délai, y compris les différences de latences introduites par les répéteurs (s'ils sont présents).

### **E.9.3 Capacité de transport et contrôle de flux**

Une unité STU transportant des données ATM prendra en charge des débits de données de  $N \times 64$  kbit/s. Le débit de données de charge utile sera égal à  $n \times 64 + i \times 8$  kbit/s, avec  $3 \leq n \leq 36$  et  $i = 0$ . Cette limitation s'applique au débit de données et à la taille du bloc de charge utile, comme spécifié aux § 7.1.1, 8.1 et 8.2. Il convient de noter que les extensions optionnelles décrites à l'Annexe F autorisent des valeurs de  $n$  allant jusqu'à 89.

Les débits spécifiés s'appliquent pour chaque paire dans le mode optionnel à  $M$  paires.

La couche ATM-TC fournira le contrôle de flux, ce qui permet aux unités STU-C et STU-R de gérer le flux de cellules venant de la couche ATM. Cette fonctionnalité est prise en charge par les procédures de prise de contact pour les émissions et réceptions de cellule au niveau de l'interface du bus Utopia ATM. Une cellule ne peut être transférée vers la couche ATM-TC que si une prise de contact pour l'émission de cellule a eu lieu. De même, une cellule ne peut être transférée de la couche ATM-TC vers la couche ATM que si une prise de contact pour la réception de cellule a eu lieu. Cette fonctionnalité est importante pour éviter un débordement positif ou négatif de cellules au niveau de la couche TU.

### **E.9.4 Exploitation et maintenance**

La couche ATM-TC nécessite une fonctionnalité d'exploitation et de maintenance (OAM). Le protocole et le format de messagerie seront traités conformément au § 9. Les fonctions (OAM, *operations, administration and maintenance*) notifient à l'entité OAM située à l'autre extrémité de la ligne le statut du processus de délimitation de cellule (c'est-à-dire, les anomalies de contrôle d'erreur d'en-tête (HEC) et les défauts de délimitation avec perte de cellules (LCD, *loss of cell delineation*)). Des paramètres de performances sont obtenus à partir de ces anomalies et défauts.

#### **E.9.4.1 Anomalies liées à l'itinéraire de données ATM au niveau de l'extrémité proche**

*Anomalie d'absence de délimitation de cellule au niveau de l'extrémité proche (nncd, near-end no cell delineation)*: une anomalie *nncd* se manifeste immédiatement après le démarrage de la couche ATM-TC, lorsque des données ATM sont reçues alors que le processus de délimitation de cellule se trouve dans l'un des états HUNT ou PRESYNC. Une fois que la délimitation de cellule a été obtenue, les pertes de délimitation suivantes seront considérées comme des anomalies *nocd*.

*Anomalie de perte de délimitation de cellule au niveau de l'extrémité proche (nocd, near-end out of cell delineation)*: une anomalie *nocd* se manifeste lorsque le processus de délimitation de cellule en activité passe de l'état SYNC dans l'état HUNT. Une anomalie *nocd* prend fin lorsque le processus de délimitation de cellule passe de l'état PRESYNC dans l'état SYNC ou au moment du passage dans le statut de maintenance de défaut *nlcd*.

*Anomalie de contrôle d'erreur d'en-tête au niveau de l'extrémité proche (nhec, near-end header error control)*: une anomalie *nhec* se manifeste en cas d'échec du contrôle d'erreur d'en-tête de cellule ATM.

#### **E.9.4.2 Défauts liés à l'itinéraire de données ATM au niveau de l'extrémité proche**

*Défaut de perte de délimitation de cellule au niveau de l'extrémité proche (nlcd, near-end loss of cell delineation defect)*: un défaut *nlcd* se manifeste lorsque au moins une anomalie *nocd* est présente dans 9 trames SHDSL consécutives et qu'aucun défaut (*losw, loss of synchronization word*) (perte du mot de synchronisation) n'est détecté. Un défaut *nlcd* prend fin après que le processus de délimitation de cellule est passé et resté à l'état SYNC dans 9 trames SHDSL consécutives.

#### **E.9.4.3 Anomalies liées à l'itinéraire de données ATM au niveau de l'extrémité distante**

*Anomalie d'absence de délimitation de cellule au niveau de l'extrémité proche (fncd, far-end no cell delineation)*: une anomalie *fncd* est une anomalie *nncd* qui a fait l'objet d'un compte rendu de la part de l'extrémité distante dans l'indicateur NCD du message "informations de statut de cellule ATM" du canal EOC. Une anomalie *fncd* se manifeste immédiatement après le démarrage et prend fin lorsqu'un indicateur NCD est reçu avec la valeur 0.

Il convient de noter que, comme le compte rendu de l'indicateur NCD par l'extrémité distante est fait uniquement à la demande, il se peut que l'anomalie *fncd* ne détermine pas de manière précise une défaillance NCD au niveau de l'extrémité distante. La défaillance NCD fait, en conséquence, l'objet d'un compte rendu spécifique de la part de l'extrémité distante.

*Anomalie de perte de délimitation de cellule au niveau de l'extrémité distante (focd, far-end out of cell delineation)*: une anomalie *focd* est une anomalie *nocd* qui a fait l'objet d'un compte rendu de la part de l'extrémité distante dans l'indicateur OCD du message "informations de statut de cellule ATM" du canal EOC. L'indicateur OCD sera positionné sur 0 pour signaler qu'aucune anomalie *nocd* ne s'est manifestée depuis le dernier compte rendu et sera positionné sur 1 pour signaler qu'au moins une anomalie *nocd* s'est manifestée depuis le dernier compte rendu. Une anomalie *focd* se manifeste si aucune anomalie *fncd* n'est présente et si un indicateur OCD est reçu avec la valeur 1. Une anomalie *focd* prend fin lorsqu'un indicateur OCD est reçu avec la valeur 0.

*Anomalie de contrôle d'erreur d'en-tête au niveau de l'extrémité distante (fhec, far-end header error control)*: une anomalie *fhec* est une anomalie *nhec* qui fait l'objet d'un compte rendu de la part de l'extrémité distante dans l'indicateur HEC du message "informations de statut de cellule ATM" du canal EOC. L'indicateur HEC sera positionné sur 0 pour signaler qu'aucune anomalie *nhec* ne s'est manifestée depuis le dernier compte rendu et sera positionné sur 1 pour signaler qu'au moins une anomalie *nhec* s'est manifestée depuis le dernier compte rendu. Une anomalie *fhec* se manifeste si un indicateur HEC reçu est positionné sur 1. Une anomalie *fhec* prend fin lorsqu'un indicateur HEC reçu est positionné sur 0.

#### **E.9.4.4 Défauts liés à l'itinéraire de données ATM au niveau de l'extrémité distante**

*Défaut de perte de délimitation de cellule au niveau de l'extrémité distante (flcd, far-end loss of cell delineation):* un défaut *flcd* est un défaut *nlcd* qui fait l'objet d'un compte rendu de la part de l'extrémité distante dans l'indicateur LCD du message "informations de statut de cellule ATM" du canal EOC. L'indicateur LCD sera positionné sur 0 pour signaler qu'aucun défaut *nlcd* ne s'est manifesté depuis le dernier compte rendu et sera positionné sur 1 pour signaler qu'au moins un défaut *nlcd* s'est manifesté depuis le dernier compte rendu. Un défaut *flcd* se manifeste lorsqu'un indicateur LCD est reçu avec la valeur 1. Un défaut *flcd* prend fin lorsqu'un indicateur LCD est reçu avec la valeur 0.

Il convient de noter que, comme le compte rendu de l'indicateur LCD par l'extrémité distante est fait uniquement à la demande, il se peut que le défaut *flcd* ne détermine pas de manière précise une défaillance LCD au niveau de l'extrémité distante. La défaillance LCD fait, en conséquence, l'objet d'un compte rendu spécifique de la part de l'extrémité distante.

#### **E.9.4.5 Collecte d'informations de performances de protocole au niveau des cellules ATM**

*Comptage de violations de contrôle HEC (hvc, HEC violation count):* le paramètre de performances *hcv* contient le comptage modulo 65536 du nombre d'anomalies *nhec*.

*Comptage du total de contrôles HEC (htc, HEC total count):* le paramètre de performances *htc* contient le comptage du nombre total de cellules qui sont passées par le processus de délimitation de cellule depuis le dernier compte rendu, avec un fonctionnement dans l'état SYNC.

Le comptage de ces valeurs permet au système de gestion de récupérer les comptages actuels pour des intervalles de 15 minutes et de 24 heures.

#### **E.9.4.6 Paramètres de défaillances et de performances**

Les défaillances *nncd* et *nlcd* concernent respectivement des anomalies *nncd* et des défauts *nlcd* permanents. Les définitions qui suivent sont tirées du § 7.1.2/G.997.1 [3]. Ces défaillances font l'objet d'un compte rendu dans le message "informations de statut de cellule ATM".

##### **E.9.4.6.1 Défaillances liées à l'extrémité proche de l'itinéraire de données ATM**

Les indications suivantes de défaillance au niveau de l'extrémité proche seront fournies par les unités STU-C et STU-R:

###### **E.9.4.6.1.1 Défaillance d'absence de délimitation de cellule au niveau de l'extrémité proche (nncd)**

Une défaillance *nncd* est déclarée lorsqu'une anomalie *nncd* persiste pendant plus de  $2,5 \pm 0,5$  s après le démarrage du mode "données". Une défaillance *nncd* prend fin lorsque aucune anomalie *nncd* ne se manifeste pendant une durée d'au moins  $10 \pm 0,5$  s.

###### **E.9.4.6.1.2 Défaillance de perte de délimitation de cellule au niveau de l'extrémité distante (nlcd)**

Une défaillance *nlcd* est déclarée lorsqu'un défaut *nlcd* persiste pendant plus de  $2,5 \pm 0,5$  s. Une défaillance *nlcd* prend fin lorsque aucun défaut *nlcd* ne se manifeste pendant une durée d'au moins  $10 \pm 0,5$  s.

##### **E.9.4.6.2 Défaillances liées à l'extrémité distante de l'itinéraire de données ATM**

Les indications suivantes de défaillance au niveau de l'extrémité distante seront fournies pour l'unité STU-C (l'unité STU-R se trouve à l'extrémité distante) et sont optionnelles pour l'unité STU-R (l'unité STU-C se trouve à l'extrémité distante).

#### E.9.4.6.2.1 Défaillance d'absence de délimitation de cellule au niveau de l'extrémité distante (*fncd*)

Une défaillance *fncd* est déclarée lorsqu'une anomalie *fncd* persiste pendant plus de  $2,5 \pm 0,5$  s après le démarrage du mode "données". Une défaillance *fncd* prend fin lorsque aucun défaut *fncd* ne se manifeste pendant une durée d'au moins  $10 \pm 0,5$  s.

#### E.9.4.6.2.2 Défaillance de perte de délimitation de cellule au niveau de l'extrémité distante (*flcd*)

Une défaillance *flcd* est déclarée lorsqu'un défaut *flcd* persiste pendant plus de  $2,5 \pm 0,5$  s. Une défaillance *flcd* prend fin lorsque aucun défaut *flcd* ne se manifeste pendant une durée d'au moins  $10 \pm 0,5$  s.

#### E.9.4.7 Format du message "demande de statut de cellule ATM" du canal EOC – Identificateur de message n° 17

Le message "demande/confirmation" de statut de cellule ATM est utilisé à deux fins. Lorsqu'il est utilisé comme message de demande de statut de cellule ATM pour obtenir le statut ATM de l'unité distante STU-R, l'ensemble des informations de statut de cellule ATM de canal EOC – message ID 145 sera envoyé à titre de réponse. En cas de réception imprévue du message ID 145 de statut de cellule ATM comportant un indicateur de défaillance NCD ou LCD, ce message peut être utilisé pour confirmer la réception et arrêter la transmission autonome à venir du message ID 145 de statut de cellule ATM qui résulterait de l'état de défaillance.

Tableau E.20/G.991.2 – Champ d'informations "demande de statut de cellule ATM"

N° d'octet	Champ d'informations	Type de données
1	Identificateur de message n° 17	Identificateur de message

#### E.9.4.8 Format du message "informations de statut de cellule ATM" du canal EOC – Identificateur de message n° 145

Le message "informations de statut de cellule ATM" sera émis en réponse au message "demande de statut de cellule ATM"; il sera également émis de manière spontanée lorsqu'une défaillance *nlcd* ou *nncd* se manifeste. Le Tableau E.21 indique le codage des bits du message OAM pour les messages "informations de statut de cellule ATM". L'indicateur HEC est défini de manière implicite avec un positionnement sur 1 si le comptage de violations de contrôle HEC a été modifié depuis le dernier compte rendu et sur 0, dans le cas contraire. S'il est envoyé de manière spontanée, l'identificateur de message n° 145 est envoyé une fois par seconde jusqu'à la réception d'un identificateur de message n° 17 provenant de l'unité STU-C ou jusqu'à ce que le dérangement prenne fin.

Les bits d'indicateur NCD, OCD et LCD fourniront respectivement l'état de l'anomalie *nncd*, de l'anomalie *nocd* et du défaut *nlcd*. Les bits de défaillance NCD et LCD serviront respectivement d'indication de défaillance *nncd* et *nlcd*.

**Tableau E.21/G.991.2 – Message "informations de statut de cellule ATM"**

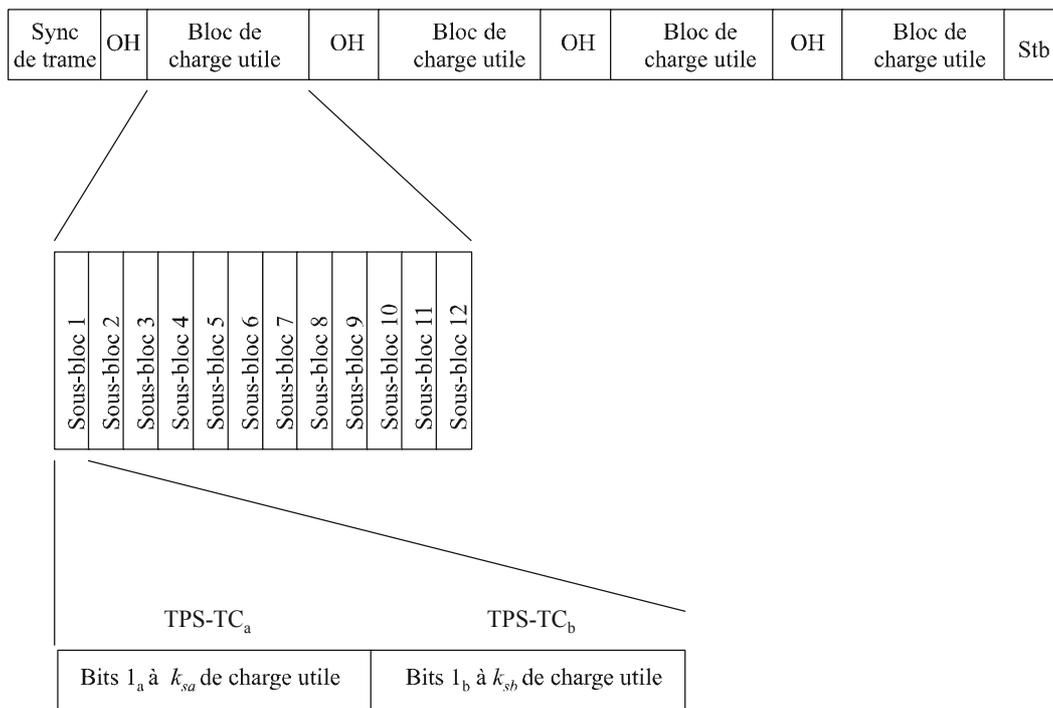
N° d'octet	Contenu	Type de données	Référence
1	Identificateur de message n° 145	Identificateur de message	
2 bit 7	Indicateur NCD (Note)	Bit	0 = OK, 1 = alarme
2 bit 6	Indicateur OCD (Note)	Bit	0 = OK, 1 = alarme
2 bit 5	Indicateur LCD (Note)	Bit	0 = OK, 1 = alarme
2 bits 4-2	Réservé		
2 bit 1	Défaillance NCD	Bit	0 = OK, 1 = alarme
2 bit 0	Défaillance LCD	Bit	0 = OK, 1 = alarme
3	Comptage de violations du contrôle HEC ( <i>hvc</i> )	Octet MS	Compteur à 16 bits, modulo 65536
4	Comptage de violations du contrôle HEC ( <i>hvc</i> )	Octet LS	Compteur à 16 bits, modulo 65536
NOTE – Seuls les indicateurs NCD, OCD et LCD peuvent être positionnés sur 1 à tout instant.			

### **E.10 Mode de la couche TPS-TC à double support**

Les modes de la couche TPS-TC décrits aux § E.1 à E.9 et aux § E.11 à E.13 correspondent à des modes avec support unique, ce qui signifie que la charge utile est traitée comme un seul flux de données et que la couche TPS-TC utilise tous les bits dans chaque sous-bloc de charge utile. Il est toutefois souhaitable, dans certaines applications, de diviser la charge utile en flux de données distincts prenant en charge des interfaces utilisateurs multiples ou des types de données divers. Le mode à double support fournit la prise en charge de ces cas.

La prise en charge du mode à double support est optionnelle, ainsi que celle des combinaisons de couches TPS-TC à double support spécifiée par le Tableau E.22.

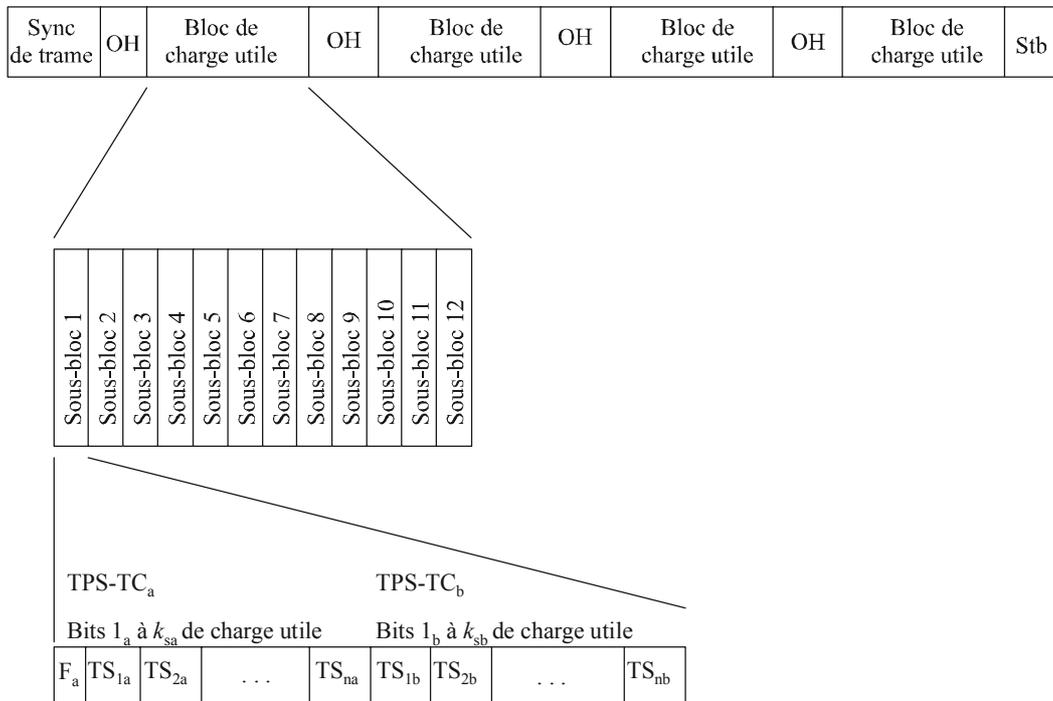
Dans le mode à double support, chaque sous-bloc de charge utile est réparti entre deux instances distinctes de couche TPS-TC. Les modes de la couche TPS-TC sont traités de manière indépendante par la négociation G.994.1 et n'interagissent pas de manière directe. Les  $k_{sa}$  premiers bits de chaque sous-bloc de charge utile sont assignés à la couche TPS-TC<sub>a</sub> et les  $k_{sb}$  derniers bits de chaque sous-bloc de charge utile sont assignés à la couche TPS-TC<sub>b</sub> (se référer à la Figure E.11). Les  $k_s$  bits assignés à chacune des deux couches TPS-TC sont traités comme s'ils constituaient un sous-bloc de charge utile complet et une trame adéquate est utilisée comme décrit aux § E.1 à E.9 et aux § E.11 à E.13 correspondant à la couche TPS-TC concernée.



G.991.2\_FE-11

**Figure E.11/G.991.2 – Trame de couche TPS-TC pour le mode à double support**

La Figure E.12 donne un exemple de mode à double support avec la couche TPS-TC<sub>a</sub> utilisant un transport DS1 fractionnaire et la couche TPS-TC<sub>b</sub> utilisant un transport ATM.



G.991.2\_FE-12

**Figure E.12/G.991.2 – Exemple de trame de couche TPS-TC pour le mode à double support**

La même procédure sera appliquée pour le mode à double support dans le mode optionnel à  $M$  paires. Les  $k_{sa}$  premiers bits sur chaque paire sont assignés à la couche TPS-TC<sub>a</sub> et les  $k_{sb}$  derniers bits sur chaque paire sont assignés à la couche TPS-TC<sub>b</sub>. La trame de couche TPS-TC s'applique ensuite sur le mode à  $M$  paires, comme décrit aux § E.1 à E.9 et aux § E.11 à E.13.

### **E.10.1 Synchronisation d'horloge pour le mode à double support**

Pour le mode à double support, on part de l'hypothèse que la référence d'horloge des deux canaux support est déduite d'une source commune et que les deux flux de données ont, de ce fait, une relation d'horloge fixe. Aucun mécanisme spécifique n'est fourni au sein des blocs de charge utile pour maintenir la synchronisation entre les canaux support, quel que soit le mode d'horloge sélectionné (§ 10.1).

Il convient de noter que certaines couches TPS-TC imposent des limitations aux modes d'horloge pris en charge. Plus précisément, seuls les modes utilisant la référence NTR (§ E.9.2) et l'accès RNIS avec débit de base synchrone (§ E.8) sont définis pour le mode d'horloge 3a (se référer au § 10.1). Le système fonctionnera en mode d'horloge 3a lorsque l'une de ces couches TPS-TC est utilisée en conjonction avec le mode à double support.

### **E.10.2 Types de mode à double support**

Le système SHDSL prend en charge les trois types suivants de mode à double support:

Type 1 – STM + large bande

Type 2 – STM + cellule/paquet

Type 3 – STM + canal libre

La Rec. UIT-T G.994.1 fournit, pour chacune des deux couches TPS-TC utilisées, des spécifications de bit distinctes pour chaque type de mode à double support. Le Tableau E.22 donne la liste des combinaisons prises en charge, les autres types pris en charge faisant l'objet d'un complément d'étude.

**Tableau E.22/G.991.2 – Couches TPS-TC prises en charge dans le mode à double support**

Type	Description	TPS-TC <sub>a</sub>	TPS-TC <sub>b</sub>
1	STM + large bande	Accès AB RNIS synchrone (§ E.8) RNIS ou réseau téléphonique classique avec fonction d'enveloppement LAPV5 (§ E.13) (Note 2) STM avec canal DSC (§ E.12)	Canal libre (§ E.1) Canal libre en mode octet (§ E.2) DS1 non aligné (§ E.3) (Note 1) DS1 aligné/DS1 fractionnaire (§ E.4) (Note 1) D2048U non aligné (§ E.5) (Note 2) D2048S non aligné (§ E.6) (Note 2) D2048S aligné/D2048S fractionnaire (§ E.7) (Note 2) ATM (§ E.9) PTM (§ E.11)
2	STM + cellule/ paquet	DS1 non aligné (§ E.3) (Note 1) DS1 aligné/DS1 fractionnaire (§ E.4) (Note 1) D2048U non aligné (§ E.5) (Note 2) D2048S non aligné (§ E.6) (Note 2) D2048S aligné/D2048S fractionnaire (§ E.7) (Note 2)	ATM (§ E.9) PTM (§ E.11)
3	STM + canal libre	DS1 non aligné (§ E.3) (Note 1) DS1 aligné/DS1 fractionnaire (§ E.4) (Note 1) D2048U non aligné (§ E.5) (Note 2) D2048S non aligné (§ E.6) (Note 2) D2048S aligné/D2048S fractionnaire (§ E.7) (Note 2)	Canal libre (§ E.1) Canal libre en mode octet (§ E.2)
NOTE 1 – Désigne des modes TPS-TC généralement utilisés dans les réseaux nord-américains seulement.			
NOTE 2 – Désigne des modes TPS-TC généralement utilisés dans les réseaux européens seulement.			

### E.10.3 Répartition dynamique de débit

La répartition dynamique de débit (DRR, *dynamic rate repartitioning*) est la procédure qui permet d'attribuer temporairement des intervalles de temps entre le support STM et le support à large bande. Le protocole DRR est un protocole maître/esclave basé sur la messagerie, avec un débit d'un message par supertrame. L'unité STU-C ou STU-R peut être le maître DRR, ce qui est configuré selon la Rec. UIT-T G.994.1 [2] pendant la préactivation. Le protocole DRR sera déclenché et commandé par une entité de gestion de couche supérieure, désignée dans le présent paragraphe sous le nom d'entité de surveillance.



Octet n° 1 (commande)		Octet n° 2 (identificateur de canal)		Octet n° 3 (identificateur de canal)		Octet n° 4 (identificateur de canal)	
b b b b	b b b b	b b b b	b b b b	b b b b	b b b b	b b b b	b b b b
Type de message	Numéro de séquence	1 2 3 4 Intervalles de temps	5 6 7 8	9 10 11 12	13 14 15 16	17 18 19 20	21 22 23 24

**Figure E.14/G.991.2 – Structure des messages DRR**

NOTE – Dans cet exemple, il est supposé que le système SHDSL gère 24 intervalles de temps dans le cadre du protocole DRR.

Chaque message a un numéro de séquence qui est utilisé pour commander le protocole DRR. L'utilisation exacte est donnée dans la description de chaque état, mais le numéro de séquence sert en général à indiquer combien de fois un message particulier a été envoyé dans une séquence ou à indiquer, dans un message de réponse, à quel numéro de message il répond. Notamment dans un environnement dans lequel des perturbations de ligne peuvent causer des retards du protocole, le numéro de séquence peut être utilisé pour assurer la synchronisation des changements de trames.

L'ensemble complet de messages DRR est indiqué au Tableau E.23.

**Tableau E.23/G.991.2 – Messages utilisés dans le protocole DRR**

Type de message DRR	Code	Direction
CONTROLE	1111	Maître à esclave, esclave à maître
DEMANDE	1110	Maître à esclave
ACCUSE DE RECEPTION DE DEMANDE	1101	Esclave à maître
ACCUSE DE RECEPTION NEGATIF DE DEMANDE	1011	Esclave à maître
EXECUTION	0001	Maître à esclave
ACCUSE DE RECEPTION D'EXECUTION	0100	Esclave à maître
REQUETE	1100	Esclave à maître

### E.10.3.2 Flux de messages pour un événement DRR

La Figure E.15 montre un flux de messages type pour un événement DRR.

Aval			Amont		
Message envoyé par le maître	Numéro de séquence	Message reçu par l'esclave	Message envoyé par l'esclave	Numéro de séquence	Message reçu par le maître
Contrôle	<0>	Contrôle	Contrôle	<0>	Contrôle
Demande	<1>	Demande	Contrôle	<0>	Contrôle
Demande	<2>	Demande	Accusé de réception de demande	<1>	Accusé de réception de demande
Demande	<3>	Demande	Accusé de réception de demande	<1>	Accusé de réception de demande
Exécution	<1>	Exécution	Accusé de réception de demande	<1>	Accusé de réception de demande
Exécution	<2>	Exécution	Accusé de réception d'exécution	<1>	Accusé de réception d'exécution
Exécution	<3>	Exécution	Accusé de réception d'exécution	<2>	Accusé de réception d'exécution
Contrôle	<0>	Contrôle	Accusé de réception d'exécution	<3>	Accusé de réception d'exécution
Contrôle	<0>	Contrôle	Contrôle	<0>	Contrôle
Contrôle	<0>	Contrôle	Contrôle	<0>	Contrôle

NOTE – Le grisé indique un changement de trame.

**Figure E.15/G.991.2 – Flux de message, l'unité STU-C étant supposée être le maître DRR,  $j = 2$**

### E.10.3.3 Protection contre les erreurs

Chaque message DRR est indiqué trois fois dans la même supertrame SHDSL, le message correct étant déterminé par une décision prise à la majorité de 2 sur 3 du côté du destinataire.

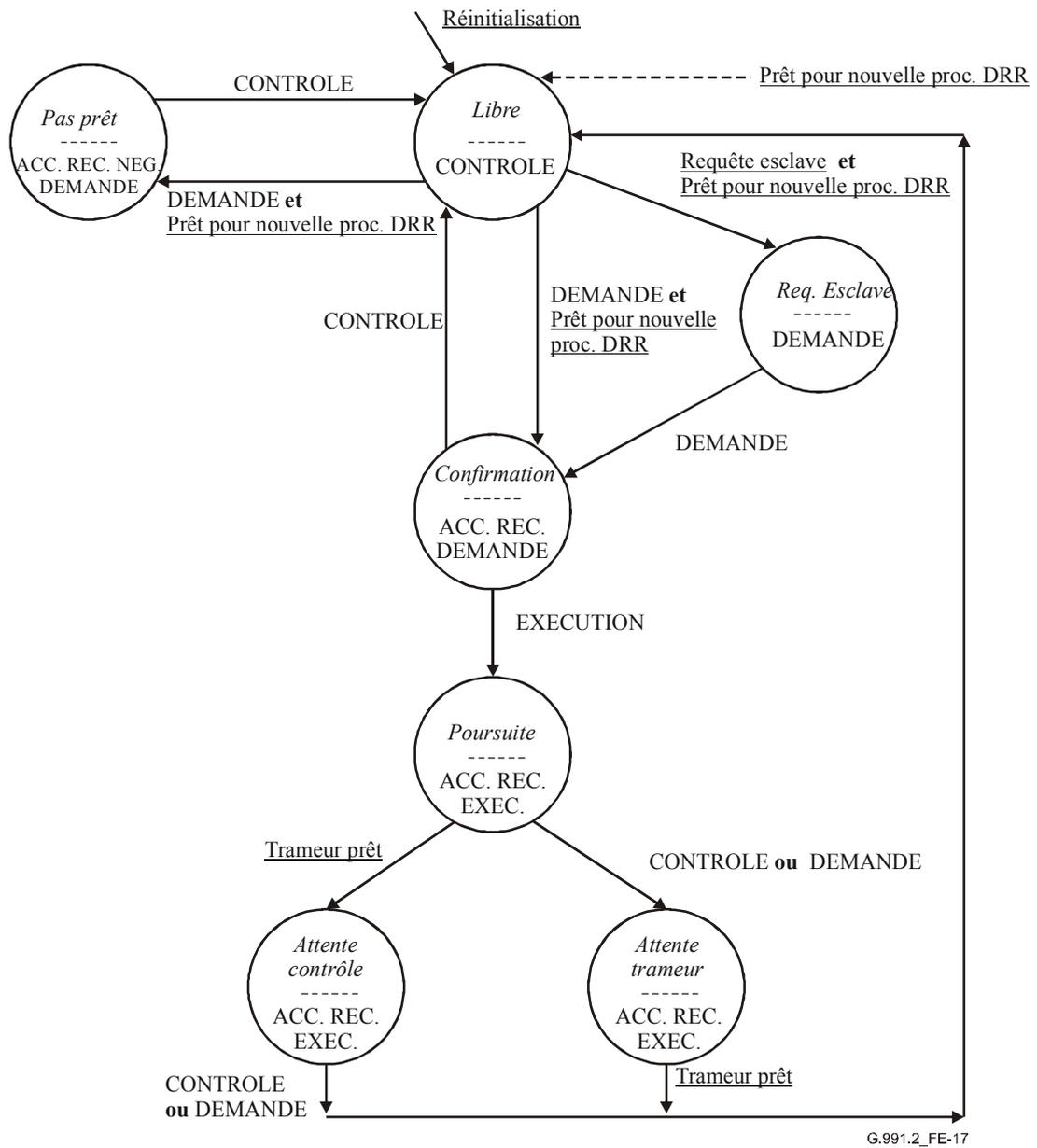
### E.10.3.4 Canal de commande DRR

Les messages DRR sont acheminés par un canal de commande DRR, un canal spécialisé composé d'un bit Z ou plus (canal à 8 kbit/s). Chaque bit Z fournit 48 bits (6 octets) par supertrame. Chaque message étant envoyé trois fois dans la même supertrame, chaque bit Z fournit 2 octets de message. Un canal de 1 bit Z peut gérer jusqu'à 8 intervalles de temps, alors qu'un canal de 2 bits Z, avec 4 octets de message, peut gérer jusqu'à 24 intervalles de temps. Les messages envoyés par le maître DRR à l'esclave DRR sont appelés messages "aval" et les messages envoyés par l'esclave DRR au maître DRR sont appelés messages "amont". Le nombre de bits Z à utiliser doit être configuré pendant la préactivation selon la Rec. UIT-T G.994.1 [2]. Les bits d'identification de canal qui sont en sus du nombre d'intervalles de temps gérés ne seront pas utilisés.

### E.10.3.5 Délai

Le délai  $j$  utilisé dans le décompte est le nombre de supertrames aval commençant par EXEC <1> et se terminant juste avant la première supertrame aval avec la nouvelle trame. Il sera égal au nombre de supertrames amont commençant par EXEC ACK <1> et se terminant juste avant la première supertrame amont avec la nouvelle trame. La valeur de  $j$  doit être négociée pendant la préactivation selon la Rec. UIT-T G.994.1 [2].





**Figure E.17/G.991.2 – Diagramme d'états de l'esclave indiquant l'état, le message sortant et les conditions de déclenchement**

### E.10.3.7 Automate à états finis DRR

Tableau E.24/G.991.2 – Etat *Libre* du maître

<b>Entrée:</b>		
<b>A partir de l'état</b>	<b>Condition de déclenchement</b>	
Tout état	<u>Réinitialisation</u> provenant de l'entité de surveillance	
<i>Poursuite-2</i>	<u>Trameur de réception prêt</u> provenant du maître	
<i>Initiation</i>	ACCUSE DE RECEPTION NEGATIF DE DEMANDE	
<b>Action:</b>		
Transmission du message CONTROLE <0>		
<b>Sortie:</b>		
<b>Conditions de déclenchement</b>	<b>Etat cible</b>	<b>Notification</b>
<u>Initiation DRR externe</u> ou REQUETE	<i>Initiation</i>	

Précaution pour la protection automatique: en cas de divergence dans le paramétrage des intervalles de temps dans les octets d'identification de canal des messages amont et aval CONTROLE, la notification Alarme concernant les intervalles de temps est émise.

Tableau E.25/G.991.2 – Etat *Initiation* du maître

<b>Entrée:</b>		
<b>A partir de l'état</b>	<b>Condition de déclenchement</b>	
<i>Libre</i>	<u>Initiation DRR externe</u> ou REQUETE	
<b>Action:</b>		
Transmission du message DEMANDE <n <sub>D</sub> >	n <sub>D</sub> commence par 1 et est incrémenté jusqu'à la première condition de déclenchement	
<b>Sortie:</b>		
<b>Conditions de déclenchement</b>	<b>Etat cible</b>	<b>Notification</b>
ACCUSE DE RECEPTION DE DEMANDE	<i>Poursuite-1</i>	<u>Initiation du trameur de transmission</u>
ACCUSE DE RECEPTION NEGATIF DE DEMANDE	<i>Libre</i>	<u>Esclave non prêt pour la procédure DRR</u>

Précaution pour la protection automatique: si  $n_D$  atteint 15, il n'est plus incrémenté. Cela pourrait se produire si la reconnaissance du message ACCUSE DE RECEPTION DE DEMANDE ou ACCUSE DE RECEPTION NEGATIF DE DEMANDE est retardée en raison d'une perturbation de la ligne. La notification Dépassement du numéro de séquence est envoyée et le message DEMANDE <15> continue à être transmis. Le maître reste dans cet état jusqu'à ce qu'une réponse valide de l'esclave est reçue, sauf en cas d'intervention de l'entité de surveillance.

**Tableau E.26/G.991.2 – Etat *Poursuite-1* du maître**

<b>Entrée:</b>		
<b>A partir de l'état</b>	<b>Condition de déclenchement</b>	
<i>Initiation</i>	ACCUSE DE RECEPTION DE DEMANDE	
<b>Action:</b>		
Transmission du message EXECUTION < $n_E$ >	$n_E$ commence par 1 et est incrémenté jusqu'à la première condition de déclenchement	
<b>Sortie:</b>		
<b>Condition de déclenchement</b>	<b>Etat cible</b>	<b>Notification</b>
ACCUSE DE RECEPTION D'EXECUTION	<i>Poursuite-2</i>	<u>Initiation du trameur de réception</u>

Précaution pour la protection automatique: si  $n_E$  atteint 15, il n'est plus incrémenté. Cela pourrait se produire si la reconnaissance du premier message ACCUSE DE RECEPTION D'EXECUTION est retardée en raison d'une perturbation de la ligne. La notification Dépassement du numéro de séquence est envoyée et le message EXECUTION <15> continue à être transmis. Le maître reste dans cet état jusqu'à ce qu'une réponse valide de l'esclave est reçue, sauf en cas d'intervention de l'entité de surveillance.

**Tableau E.27/G.991.2 – Etat *Poursuite-2* du maître**

<b>Entrée:</b>		
<b>A partir de l'état</b>	<b>Condition de déclenchement</b>	
<i>Poursuite-1</i>	ACCUSE DE RECEPTION D'EXECUTION	
<b>Action:</b>		
Transmission du message EXECUTION < $n_E$ >	$n_E$ est fixé à la valeur qu'il avait à la sortie de l'état <i>Poursuite-1</i>	
<b>Sortie:</b>		
<b>Condition de déclenchement</b>	<b>Etat cible</b>	<b>Notification</b>
<u>Trameur de réception prêt</u>	<i>Libre</i>	<u>Procédure DRR terminée</u>

### E.10.3.8 Automate à états du côté de l'esclave DRR

Une entité de surveillance de couche supérieure commande également la procédure DRR du côté de l'esclave DRR. Cette entité déclare de manière continue une notification indiquant si l'esclave est prêt à accepter une nouvelle procédure DRR ou non (Prêt pour une nouvelle procédure DRR, Pas prêt pour une nouvelle procédure DRR).

Tableau E.28/G.991.2 – Etat *Libre* de l'esclave

<b>Entrée:</b>		
<b>A partir de l'état</b>	<b>Condition de déclenchement</b>	
Tout état	Réinitialisation provenant de l'entité de surveillance	
<i>Confirmation</i>	CONTROLE	
<i>Pas prêt</i>	CONTROLE	
<i>Attente de contrôle</i>	CONTROLE <b>ou</b> DEMANDE	
<i>Attente de trameur</i>	<u>Trameur prêt</u>	
<b>Action:</b>		
Transmission du message CONTRÔLE <0>		
<b>Sortie:</b>		
<b>Condition de déclenchement</b>	<b>Etat cible</b>	<b>Notification</b>
DEMANDE <b>et</b> <u>Prêt pour une nouvelle procédure DRR</u>	<i>Confirmation</i>	
<u>Demande de l'esclave et Prêt pour une nouvelle procédure DRR</u>	<i>Requête de l'esclave</i>	
DEMANDE <b>et</b> <u>Pas prêt pour une nouvelle procédure DRR</u>	<i>Pas prêt</i>	

**Tableau E.29/G.991.2 – Etat *Demande de l'esclave* de l'esclave**

<b>Entrée:</b>		
<b>A partir de l'état</b>	<b>Condition de déclenchement</b>	
<i>Libre</i>	<u>Requête de l'esclave et Prêt pour une nouvelle procédure DRR</u>	
<b>Action:</b>		
Transmission du message DEMANDE <n <sub>R</sub> >	n <sub>R</sub> commence par 1 et est incrémenté jusqu'à la première condition de déclenchement	
<b>Sortie:</b>		
<b>Condition de déclenchement</b>	<b>Etat cible</b>	<b>Notification</b>
DEMANDE	<i>Confirmation</i>	
NOTE – Dans les applications soumises à de rigoureuses contraintes temporelles, il est recommandé de ne pas utiliser l'état <i>Requête de l'esclave</i> . Le système devrait par contre être configuré avec le canal de signalisation spécialisé (DSC, voir le § E.10.3) pour permettre à la signalisation de téléphonie normale d'informer le maître qu'une procédure DRR est nécessaire.		

**Tableau E.30/G.991.2 – Etat *Confirmation* de l'esclave**

<b>Entrée:</b>		
<b>A partir de l'état</b>	<b>Condition de déclenchement</b>	
<i>Libre</i>	DEMANDE <n <sub>D</sub> > <b>et</b> <u>Prêt pour une nouvelle procédure DRR</u>	
<i>Requête de l'esclave</i>	DEMANDE <n <sub>D</sub> >	
<b>Action:</b>		
Transmission du message ACCUSE DE RECEPTION DE DEMANDE <n <sub>DA</sub> >	n <sub>DA</sub> est fixé au numéro de séquence n <sub>D</sub> de la DEMANDE de déclenchement	
<b>Sortie:</b>		
<b>Condition de déclenchement</b>	<b>Etat cible</b>	<b>Notifications</b>
EXECUTION	<i>Poursuite</i>	Envoi des deux éléments suivants: – <u>initiation du trameur de réception et de transmission</u> – <u>numéro de séquence du premier message EXECUTION reçu</u> (aux fins de la synchronisation)

**Tableau E.31/G.991.2 – Etat *Pas prêt* de l'esclave**

<b>Entrée:</b>		
<b>A partir de l'état</b>	<b>Condition de déclenchement</b>	
<i>Libre</i>	DEMANDE $\langle n_D \rangle$ et <u>Pas prêt pour une nouvelle procédure DRR</u>	
<b>Action:</b>		
Transmission du message ACCUSE DE RECEPTION NEGATIF DE DEMANDE $\langle n_{DN} \rangle$	$n_{DN}$ est fixé au numéro de séquence $n_D$ de la DEMANDE de déclenchement	
<b>Sortie:</b>		
<b>Condition de déclenchement</b>	<b>Etat cible</b>	<b>Notification</b>
CONTROLE	<i>Libre</i>	<u>Procédure DRR interrompue</u>

**Tableau E.32/G.991.2 – Etat *Poursuite* de l'esclave**

<b>Entrée:</b>		
<b>A partir de l'état</b>	<b>Condition de déclenchement</b>	
<i>Confirmation</i>	EXECUTION	
<b>Action:</b>		
Transmission du message ACCUSE DE RECEPTION D'EXECUTION $\langle n_{EA} \rangle$	$n_{EA}$ commence par 1 et est incrémenté jusqu'à la première condition de déclenchement	
<b>Sortie:</b>		
<b>Condition de déclenchement</b>	<b>Etat cible</b>	<b>Notification</b>
<u>Trameur prêt</u>	<i>Attente de contrôle</i>	
CONTRÔLE ou DEMANDE	<i>Attente de trameur</i>	

Précaution pour la protection automatique: si  $n_{EA}$  atteint 15, il n'est plus incrémenté. Cela pourrait se produire si la reconnaissance du premier message CONTROLE ou DEMANDE est retardée en raison d'une perturbation de la ligne. La notification Dépassement du numéro de séquence est envoyée et le message ACCUSE DE RECEPTION D'EXECUTION  $\langle 15 \rangle$  continue à être transmis. L'esclave reste dans cet état jusqu'à ce qu'une réponse valide du maître est reçue, sauf en cas d'intervention de l'entité de surveillance.

**Tableau E.33/G.991.2 – Etat *Attente de contrôle* de l'esclave**

<b>Entrée:</b>		
<b>A partir de l'état</b>	<b>Condition de déclenchement</b>	
<i>Poursuite</i>	<u>Trameur prêt</u>	
<b>Action:</b>		
Transmission du message ACCUSE DE RECEPTION D'EXECUTION $\langle n_{EA} \rangle$	$n_{EA}$ est fixé à la valeur qu'il avait à la sortie de l'état <i>Poursuite</i> .	
<b>Sortie:</b>		
<b>Condition de déclenchement</b>	<b>Etat cible</b>	<b>Notification</b>
CONTROLE <b>ou</b> DEMANDE	<i>Libre</i>	<u>Procédure DRR terminée</u>

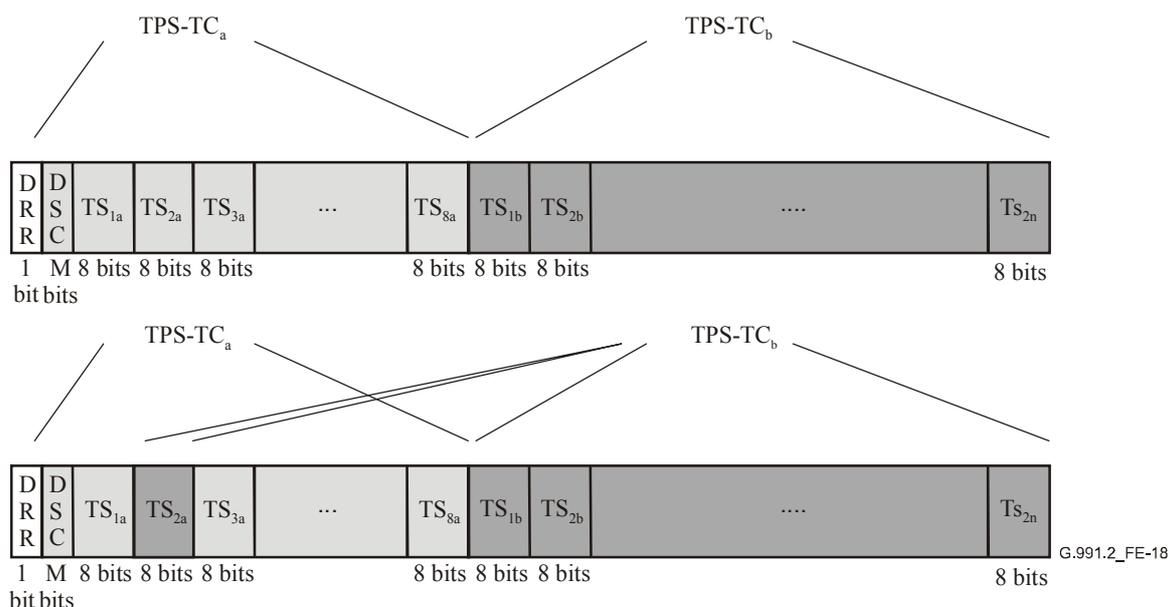
**Tableau E.34/G.991.2 – Etat *Attente de trameur* de l'esclave**

<b>Entrée:</b>		
<b>A partir de l'état</b>	<b>Condition de déclenchement</b>	
<i>Poursuite</i>	CONTROLE <b>ou</b> DEMANDE	
<b>Action:</b>		
Transmission du message ACCUSE DE RECEPTION D'EXECUTION $\langle n_{EA} \rangle$	$n_{EA}$ est fixé à la valeur qu'il avait à la sortie de l'état <i>Poursuite</i> .	
<b>Sortie:</b>		
<b>Condition de déclenchement</b>	<b>Etat cible</b>	<b>Notification</b>
<u>Trameur prêt</u>	<i>Libre</i>	<u>Procédure DRR terminée</u>

### E.10.3.9 Résultat de la procédure DRR

La Figure E.11 représente le tramage de la couche TPS-TC pour le mode à double support. La Figure E.18 montre en quoi le mappage du sous-bloc de charge utile sera modifié par la procédure DRR, dans un exemple d'application type. Dans la configuration initiale de cet exemple, les huit intervalles de temps de 8 bits  $TS_{xa}$  qui appartiennent à la couche TPC-TC<sub>a</sub> achemine les données STM (voix) et les  $n$  intervalles de temps de 8 bits  $TS_{xb}$  qui appartiennent à la couche TPS-TC<sub>b</sub> acheminent les données ATM. Lorsque l'entité de surveillance reconnaît que l'intervalle de temps  $TS_{2a}$  ne transporte pas des échantillons vocaux, elle lance une procédure DRR qui répartit temporairement les intervalles de temps  $TS_{2a}$  au support ATM: sept intervalles de temps transportent donc les données STM et  $(n + 1)$  intervalles temporels transportent les données ATM.

Sont également représentés à la Figure E.18 le canal de commande DRR et le canal de signalisation spécialisé (DSC, *dedicated signalling channel*). Dans cet exemple, le canal de commande DRR utilise seulement un bit Z, ce qui est suffisant pour gérer huit intervalles de temps (voir le § E.10.3.4). Le canal de signalisation spécialisé (DSC) transporte la signalisation de téléphonie de couche supérieure pour les intervalles de temps STM (par exemple selon les documents Telcordia GR-303 [B14] ou ETSI V5 [9] et [B16]); dans les applications recourant à la signalisation voie par voie (CAS, *channel associated signalling*) et sans contraintes temporelles rigoureuses, le canal DSC est optionnel.



Après la procédure DRR, l'intervalle de temps  $TS_{2a}$  transporte les données ATM pour la couche TPS-TC<sub>b</sub>

**Figure E.18/G.991.2 – La procédure DRR répartit l'intervalle de temps  $TS_{2a}$  du support STM au support ATM (exemple)**

### E.10.3.10 Types de mode à double support pour la procédure DRR

La procédure DRR convient pour certaines combinaisons de couches TPS-TC à double support de types 1 et 2, ainsi qu'il est spécifié au § E.10.2 et au Tableau E.22. Elle peut en particulier être utilisée avec l'ensemble de combinaisons de couches TPS-TC<sub>a</sub> et TPS-TC<sub>b</sub> indiqué au Tableau E.34a.

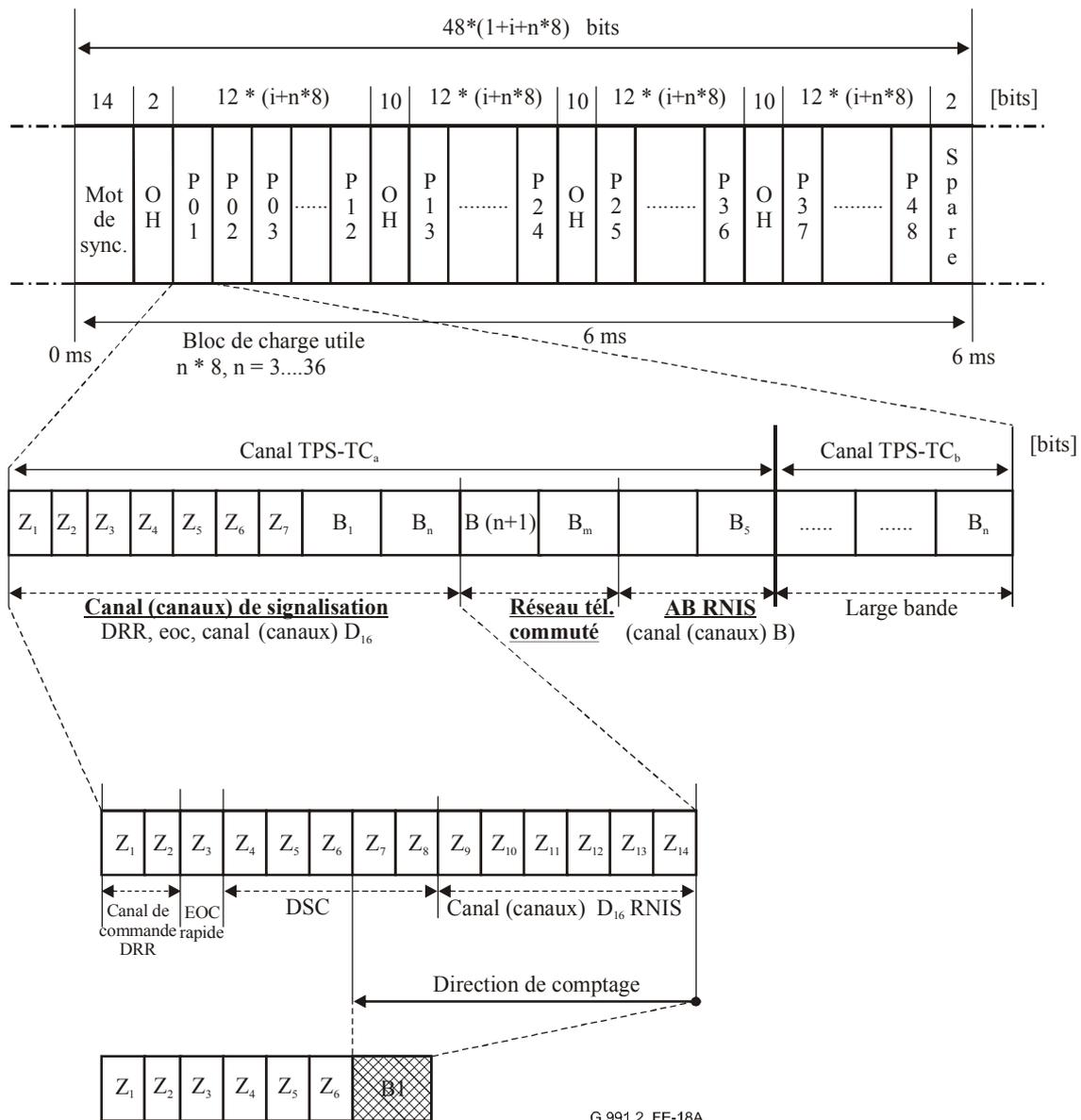
**Tableau E.34a/G.991.2 – Couches TPS-TC en mode à double support de types 1 et 2 pour lesquelles le protocole DRR est pris en charge**

Type	Description	TPS-TC <sub>a</sub>	TPS-TC <sub>b</sub>
1	STM + large bande	Accès AB RNIS synchrone (§ E.8) RNIS ou réseau téléphonique commuté avec fonction d'enveloppement LAPV5 (§ E.13) STM avec canal DSC (§ E.12)	Canal libre en mode octet (§ E.2) DS1 aligné/DS1 fractionnaire (§ E.4) D2048S aligné/D2048S fractionnaire (§ E.7) ATM (§ E.9) PTM (§ E.11)
2	STM + cellule/paquet	DS1 aligné/DS1 fractionnaire (§ E.4) D2048S aligné/D2048S fractionnaire (§ E.7)	ATM (§ E.9) PTM (§ E.11)

NOTE – Voir le Tableau E.22 pour les définitions complètes des types de couches TPS-TC pour le mode à double support.

### E.10.3.11 Ordre des blocs de charge utile avec la procédure DRR

Les paragraphes décrivant chacune des couches TPS-TC définissent la disposition des bits dans chaque couche TPS-TC. Comme indiqué au § E.10.3.4, le canal de commande DRR occupe un à trois intervalles de temps d'un seul bit (appelé bit Z). En outre, une couche TPS-TC RNIS ou LAPV5 peut utiliser un bit Z ou plus (§ E.8 et § E.13), et un canal DSC (canal de signalisation spécialisé), s'il est utilisé, peut occuper 1 à 7 bits Z ou peut être mappé avec le premier intervalle de temps à 8 bits (appelé canal B). Le présent paragraphe définit comment les différents canaux sont mappés avec les couches TPS-TC.



G.991.2\_FE-18A

Les bits Z requis sont >7, d'où une combinaison des bits dans un canal B

**Figure E.18a/G.991.2 – Ordre des blocs de charge utile SHDSL avec le protocole DRR**

La Figure E.18a montre comment combiner les intervalles de temps (bits Z) si leur nombre dépasse 7. La formule est basée sur le nombre de bits Z requis modulo 8.

## E.11 Couche TPS-TC pour le transport PTM

### E.11.1 Transport de données en mode paquet

#### E.11.1.1 Modèle fonctionnel

Le mode fonctionnel du transport de données en mode paquet est présenté à la Figure E.19. Dans le sens de la transmission, l'entité PTM reçoit de l'interface de couche d'application les paquets de données à transporter sur la ligne SHDSL. L'entité PTM traite chaque paquet et l'applique à l'interface  $\gamma$  pour le transport de données en mode paquet. La couche TPS-TC PTM reçoit le paquet de l'interface  $\gamma$ , l'encapsule dans une trame spéciale (trame PTM-TC) et le mappe dans la trame PMS-TC (trame de transmission) pour transmission sur la liaison SHDSL.

Dans le sens de la réception, la trame PTM-TC extraite de la trame PMS-TC reçue est dirigée vers la trame PTM-TC. La trame PTM-TC récupère le paquet transporté et le livre à l'entité PTM via l'interface  $\gamma$ .

Les données OAM liées au chemin PTM, y compris les informations sur les paquets comportant des erreurs, doivent être présentées à l'entité de gestion de la couche TPS-TC, fournissant toutes les fonctions OAM nécessaires pour la prise en charge de la trame PTM-TC.

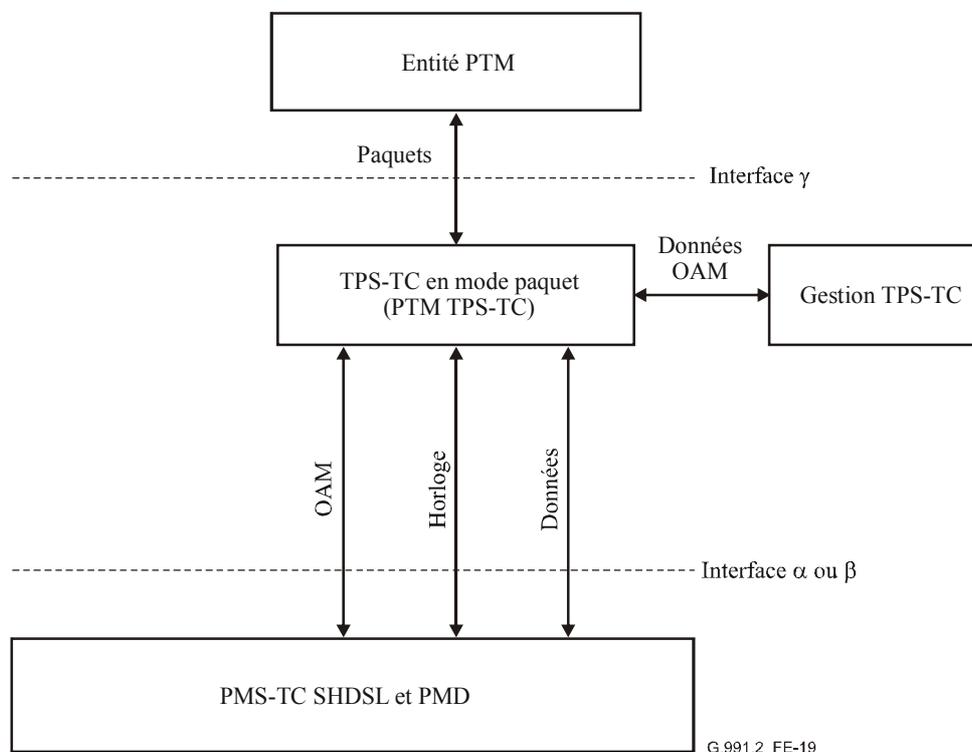


Figure E.19/G.991.2 – Modèle fonctionnel du transport PTM

L'interface  $\gamma$  est décrite au § E.11.3.1. Les interfaces  $\alpha/\beta$  sont indépendantes de l'application et ont donc le même format que celui des autres couches TPS-TC (voir le § E.11.3.2).

### E.11.2 Transport des données PTM

Les débits binaires du transport de données PTM dans le sens de la réception et de la transmission sur la liaison SHDSL sont identiques et peuvent être mis à toute valeur admissible inférieure (application en mode à double support) ou égale au débit de charge utile maximal attribué. Ce débit est défini pendant la configuration du système.

La sous-couche PTM-TC assurera un transfert de données transparent total entre les interfaces  $\gamma_{\text{STU-C}}$  et  $\gamma_{\text{STU-R}}$  (à l'exception des erreurs impossibles à corriger dans la sous-couche PMD à cause du bruit existant dans la boucle). La sous-couche PTM-TC assurera l'intégrité des paquets sur le canal support attribué.

### **E.11.3 Description des interfaces**

#### **E.11.3.1 Interface $\gamma$**

Les points de référence  $\gamma_{\text{C}}$  et  $\gamma_{\text{R}}$  définissent les interfaces entre l'entité PTM et la sous-couche PTM-TC aux unités STU-C et STU-R, respectivement, comme indiqué à la Figure E.19. Ces interfaces sont identiques du point de vue fonctionnel et sont indépendantes du contenu des paquets transportés. Les interfaces sont définies par les flux de signaux entre l'entité PTM et la sous-couche PTM-TC:

- flux de données;
- flux de synchronisation;
- flux de commande;
- flux OAM.

##### **E.11.3.1.1 Flux de données**

Le flux de données comprendra deux flux de paquets en mode octet en sens contraire: les paquets transmis (Tx\_PTМ) et les paquets reçus (Rx\_PTМ). Les paquets transportés dans l'une ou l'autre direction sur l'interface  $\gamma$  peuvent être de longueur variable. Les bits d'un octet sont étiquetés  $a_1$  à  $a_8$ ,  $a_1$  étant le bit de poids faible et  $a_8$  le bit de poids fort. Si l'un ou l'autre des flux de données est transmis en série, le premier octet du paquet sera transmis le premier et le bit  $a_1$  de chaque octet sera transmis le premier comme indiqué à la Figure E.21. Le signal de flux de données est décrit au Tableau E.35.

**Tableau E.35/G.991.2 – PTM-TC: résumé des signaux de flux de commande, de synchronisation et de données de l'interface  $\gamma$**

Flux	Signal	Description	Direction
<b>Signaux de transmission</b>			
Données	Tx_PTm	Données de transmission	PTM → PTM-TC
Commande	Tx_Enbl	Déclaré par la sous-couche PTM-TC, ce signal indique que l'entité PTM peut pousser les paquets vers la sous-couche PTM-TC	PTM ← PTM-TC
Commande	Tx_Err	Paquet erroné transmis (demande d'interruption)	PTM → PTM-TC
Synchronisation	Tx_Avbl	Déclaré par l'entité PTM si des données sont disponibles pour la transmission	PTM → PTM-TC
Synchronisation	Tx_Clk	Signal d'horloge déclaré par l'entité PTM	PTM → PTM-TC
Synchronisation	Tx_SoP	Début du paquet transmis	PTM → PTM-TC
Synchronisation	Tx_EoP	Fin du paquet transmis	PTM → PTM-TC
<b>Signaux de réception</b>			
Données	Rx_PTm	Données de réception	PTM ← PTM-TC
Commande	Rx_Enbl	Déclaré par la sous-couche PTM-TC, ce signal indique que l'entité PTM peut extraire des paquets de la sous-couche PTM-TC	PTM ← PTM-TC
Commande	Rx_Err	Signaux d'erreur reçus, y compris les erreurs FCS, trame non valide et OK	PTM ← PTM-TC
Synchronisation	Rx_Clk	Signal d'horloge déclaré par l'entité PTM	PTM → PTM-TC
Synchronisation	Rx_SoP	Début du paquet reçu	PTM ← PTM-TC
Synchronisation	Rx_EoP	Fin du paquet reçu	PTM ← PTM-TC

### E.11.3.1.2 Flux de synchronisation

Ce flux assure la synchronisation entre l'entité PTM et la sous-couche PTM-TC, et il assure la temporisation nécessaire pour assurer l'intégrité des paquets pendant le transport. Le flux de synchronisation devra comprendre les signaux suivants, tels qu'ils sont présentés dans le Tableau E.35:

- signaux de temporisation de transmission et de réception (Tx\_Clk, Rx\_Clk), tous deux déclarés par l'entité PTM;
- début des signaux de paquets (Tx\_SoP, Rx\_SoP), déclarés par l'entité PTM et par la sous-couche PTM-TC respectivement et destinés à identifier le début du paquet transporté dans le sens de transmission correspondant;
- fin des signaux de paquets (Tx\_EoP, Rx\_EoP), déclarés par l'entité PTM et par la sous-couche PTM-TC respectivement et destinés à identifier la fin du paquet transporté dans le sens de transmission correspondant;
- signal de disponibilité du paquet à transmettre (Tx\_Avbl), déclaré par l'entité PTM pour indiquer que les données à transmettre dans le sens de transmission sont prêtes.

### **E.11.3.1.3 Flux de commande**

Les signaux de commande servent à améliorer la robustesse du transport de données entre l'entité PTM et la sous-couche PTM-TC, et ils sont présentés dans le Tableau E.35:

- signaux d'activation (Tx\_Enbl, Rx\_Enbl), déclarés par la sous-couche PTM-TC et indiquant que les données peuvent être respectivement envoyées par l'entité PTM à la sous-couche PTM-TC ou extraites de la sous-couche PTM-TC vers l'entité PTM;
- signal d'erreur de transmission (Tx\_Err), déclaré par l'entité PTM et indiquant que le paquet ou une partie du paquet déjà transporté de l'entité PTM vers la sous-couche PTM-TC est erroné ou que sa transmission n'est pas souhaitée (abandon du paquet transmis);
- signal d'erreur de réception (Rx\_Err), déclaré par la sous-couche PTM-TC pour indiquer qu'un paquet erroné est transporté de la sous-couche PTM-TC à l'entité PTM.

Le traitement des erreurs de paquets est décrit au § E.11.4.2.

### **E.11.3.1.4 Flux OAM**

Le flux OAM sur l'interface  $\gamma$  échange des informations OAM entre l'entité OAM et ses fonctions de gestion de couche TPS-TC liées à l'entité PTM. Le flux OAM est bidirectionnel.

Les primitives du flux OAM appellent un complément d'étude.

### **E.11.3.2 Interface $\alpha/\beta$**

Les points de référence  $\alpha$  et  $\beta$  définissent les interfaces entre les couches PTM-TC et PMS-TC aux unités STU-C et STU-R respectivement. Les deux interfaces sont fonctionnelles et indépendantes de l'application, et elles devraient être conformes à la définition générique de toutes les couches TPS-TC ainsi qu'il est spécifié au § 8.

## **E.11.4 Fonctions de la couche TPS-TC PTM**

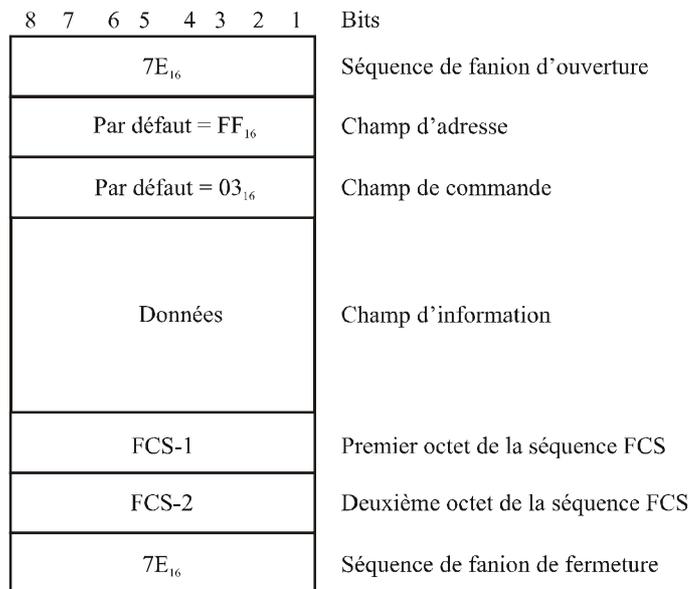
Les fonctions ci-après de la couche TPS-TC PTM devraient être appliquées à la fois dans la direction de réception et dans la direction de transmission.

### **E.11.4.1 Encapsulation des paquets**

Pour l'encapsulation des paquets, un mécanisme de type HDLC devra être utilisé avec les caractéristiques détaillées spécifiées dans les paragraphes suivants.

#### **E.11.4.1.1 Structure de trame**

Le format de trame PTM-TC sera celui qui est indiqué à la Figure E.20. Les séquences de fanions d'ouverture et de fermeture seront mises à  $7E_{16}$ . Elles identifient le début et la fin de la trame. Une seule séquence de fanion est nécessaire entre deux trames consécutives.



G.991.2\_FE-20

**Figure E.20/G.991.2 – Format de trame PTM-TC**

Les octets d'adresse et de commande sont destinés aux informations auxiliaires. Ils doivent être mis à leurs valeurs hexadécimales par défaut, FF<sub>16</sub> et 03<sub>16</sub> respectivement, en cas de non-utilisation.

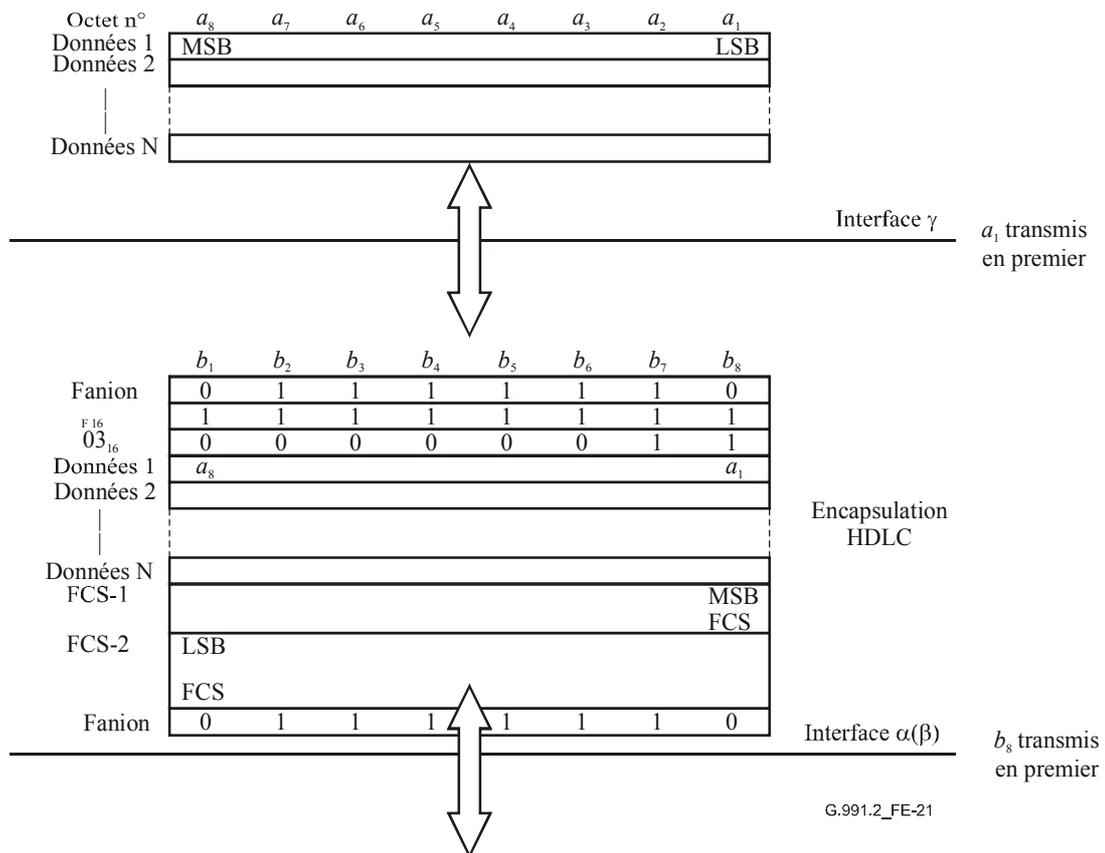
NOTE 1 – Les champs d'adresse et de commande peuvent être utilisés pour différentes fonctions OAM auxiliaires. L'utilisation de ces champs appelle un complément d'étude.

Le champ d'information doit être rempli par les données de paquets transportées. Avant l'encapsulation, les octets des données doivent être numérotés de manière séquentielle. Les octets doivent être transmis dans un ordre numérique croissant.

Les octets de la séquence de contrôle de trame (FCS) sont utilisés pour le contrôle des erreurs au niveau des paquets et doivent être définis ainsi qu'il est décrit au § E.11.4.1.3.

Après l'encapsulation, les bits d'un octet sont étiquetés  $b_1$  à  $b_8$ , comme le définit la Figure E.21. Si l'interface  $\alpha(\beta)$  est une interface série en raison de l'implémentation, les bits  $b_8$  de chaque octet doivent être transmis les premiers.

NOTE 2 – Conformément à la convention d'étiquetage existante pour l'interface  $\alpha(\beta)$ , le bit  $b_8$  (bit de poids fort) est transmis le premier. Les fonctions PTM-TC définissent une correspondance entre  $a_1$  et  $b_8$ ,  $a_2$  et  $b_7$ , etc., pour assurer la conformité avec la convention relative à la commande HDLC qui est de transmettre le bit  $a_1$  en premier.



**Figure E.21/G.991.2 – Flux de données PTM-TC**

### E.11.4.1.2 Transparence des octets

Pour éviter des défaillances dues à une mauvaise synchronisation des trames, tout octet d'une trame PTM-TC qui est égal à  $7E_{16}$  (séquence de fanion) ou à  $7D_{16}$  (échappement de commande) sera interrompu ainsi qu'il est décrit ci-après.

Après le calcul FCS, l'émetteur examine la trame entière entre les séquences de fanions d'ouverture et de fermeture. Tous les octets de données qui correspondent à la valeur de séquence de fanion ou d'échappement de commande seront remplacés par une séquence de deux octets comprenant l'octet d'échappement de commande suivi de l'octet initial combiné par une opération OU exclusif avec la valeur  $20_{16}$ . En résumé, les remplacements suivants seront effectués:

- tout octet de données de valeur  $7E_{16}$  – codé comme deux octets  $7D_{16}, 5E_{16}$ ;
- tout octet de données de valeur  $7D_{16}$  – codé comme deux octets  $7D_{16}, 5D_{16}$ .

A réception, avant le calcul FCS, chaque octet d'échappement de commande sera supprimé et l'octet suivant sera combiné par une opération OU exclusif avec la valeur  $20_{16}$  (sauf si l'octet suivant a la valeur  $7E_{16}$ , ce qui correspond au fanion et indique la fin de la trame et, par conséquent, une interruption). En bref, les remplacements suivants sont effectués:

- toute séquence de valeur  $7D_{16}, 5E_{16}$  – remplacée par l'octet de données  $7E_{16}$ ;
- toute séquence de valeur  $7D_{16}, 5D_{16}$  – remplacée par l'octet de données  $7D_{16}$ ;
- une séquence de valeur  $7D_{16}, 7E_{16}$  interrompt la trame.

NOTE – Comme le remplissage des octets est utilisé, il est garanti que la trame PTM-TC aura un nombre entier d'octets.

### E.11.4.1.3 Séquence de contrôle de trame

La séquence FCS sera calculée sur tous les bits des champs d'adresse, de commande et d'information de la trame PTM-TC comme le définit l'ISO/CEI 13239 [B13], c'est-à-dire qu'elle sera le complément à un de la somme (modulo 2):

- du reste de  $x^k(x^{15} + x^{14} + x^{13} + x^{12} + x^{11} + x^{10} + x^9 + x^8 + x^7 + x^6 + x^5 + x^4 + x^3 + x^2 + x + 1)$  divisé (modulo 2) par le polynôme générateur  $x^{16} + x^{12} + x^5 + 1$ ,  $k$  étant le nombre de bits de la trame existant entre, mais non compris, le dernier bit du fanion d'ouverture et le premier bit de la séquence FCS, à l'exclusion des octets insérés pour assurer la transparence (§ E.11.4.1.2);
- du reste de la division (modulo 2) par le polynôme générateur  $x^{16} + x^{12} + x^5 + 1$ , du produit de  $x^{16}$  par le contenu de la trame existant entre, mais non compris, le dernier bit du fanion d'ouverture et le premier bit de la séquence FCS, à l'exclusion des octets insérés pour assurer la transparence.

La séquence FCS est d'une longueur de 16 bits (2 octets) et occupe les champs FCS-1, FCS-2 de la trame PTM-TC. La séquence FCS sera mappée dans la trame de manière que le bit  $a_1$  ( $b_8$ ) de FCS-1 sera le bit de poids fort de la séquence FCS calculée et que le bit  $a_8$  ( $b_1$ ) de FCS-2 sera le bit de poids faible de la séquence FCS calculée (Figure E.21).

Le registre utilisé pour calculer la séquence FCS au niveau de l'émetteur sera initialisé à la valeur  $FFFF_{16}$ .

NOTE – Dans le cadre d'une implémentation type au niveau de l'émetteur, le contenu initial du registre du dispositif qui calcule le reste de la division est préinitialisé à une valeur constituée uniquement de UN binaires, puis modifié au moyen d'une division par le polynôme générateur, comme décrit ci-dessus, dans le champ d'information. Le complément à un du reste obtenu est transmis sous forme de séquence FCS de 16 bits.

Dans le cadre d'une implémentation type au niveau du récepteur, le contenu initial du registre du dispositif qui calcule le reste de la division est préinitialisé à une valeur constituée uniquement de UN binaires. Le reste final, une fois multiplié par  $x^{16}$  puis divisé (modulo 2) par le polynôme générateur  $x^{16} + x^{12} + x^5 + 1$  des bits série entrants protégés après suppression des octets de transparence et la séquence FCS, sera de  $0001110100001111_2$  ( $x^{15}$  à  $x^0$ , respectivement) s'il n'y a pas d'erreurs de transmission.

### E.11.4.2 Contrôle des erreurs de paquets

Le contrôle des erreurs de paquets comprend la détection des trames non valides et erronées du côté réception.

#### E.11.4.2.1 Trames non valides

Les conditions ci-après donnent lieu à une trame non valide:

- trames inférieures à 4 octets entre des fanions ne comprenant pas d'octets de transparence (séquence de fanion et échappement de commande). Ces trames seront ignorées;
- trames qui contiennent un octet d'échappement de commande immédiatement suivi d'un fanion (c'est-à-dire  $7D_{16}$  suivi de  $7E_{16}$ ). Ces trames seront transmises à l'entité PTM par l'intermédiaire de l'interface  $\gamma$ ;
- trames qui contiennent des séquences d'échappement de commande autres que  $7D_{16}$ ,  $5E_{16}$  et  $7D_{16}$ ,  $5D_{16}$ . Ces trames seront transmises à l'entité PTM par l'intermédiaire de l'interface  $\gamma$ .

Les trames non valides ne seront pas comptées comme erreurs FCS. Le récepteur commencera immédiatement à chercher le fanion d'ouverture d'une trame suivante si une trame non valide est détectée. Un message d'erreur de réception correspondant (Rx\_Err – § E.11.3.1.3) sera envoyé à l'entité PTM par l'intermédiaire de l'interface  $\gamma$ .

#### E.11.4.2.2 Trames erronées

Une trame reçue sera qualifiée de trame erronée (avec erreur FCS) si le résultat du calcul CRC pour cette trame est différent de celui qui est décrit au § E.11.4.1.3. Les trames erronées seront transmises par l'intermédiaire de l'interface  $\gamma$ . Un message d'erreur de réception correspondant (Rx\_Err – § E.11.3.1.3) sera envoyé à l'entité PTM par l'intermédiaire de l'interface  $\gamma$ .

#### E.11.4.3 Découplage du débit de données

Le découplage du débit de données est effectué en remplissant les intervalles de temps entre les trames PTM-TC transmises par des séquences de fanions additionnelles ( $7E_{16}$ ). Ces séquences seront insérées du côté transmission entre la séquence de fanion de fermeture de la dernière trame PTM-TC transmise et la séquence de fanion d'ouverture de la trame PTM-TC suivante, et seront rejetées du côté réception.

#### E.11.4.4 Délimitation des trames

Les trames PTM-TC devraient être délimitées en détectant une séquence de fanion. Le flux entrant est examiné octet par octet pour la valeur  $7E_{16}$ . Deux séquences de fanions consécutives (ou plus) constituent une ou plusieurs trames vides, qui seront rejetées et ne seront pas comptées comme erreurs FCS.

#### E.11.4.5 Mappage dans la trame SHDSL

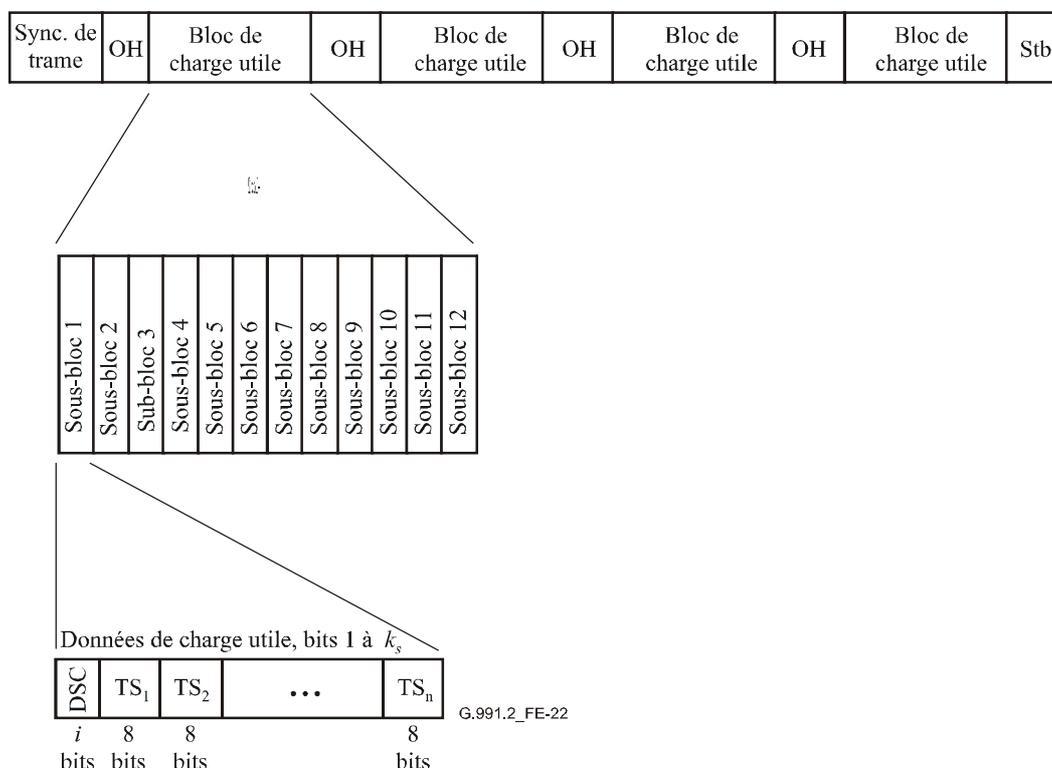
La couche PMS-TC fournit un canal libre à la sous-couche PTM-TC, les paquets étant mappés dans la charge utile SHDSL octet par octet. Au niveau de l'unité STU-C, les paquets sont mappés sur l'interface logique  $\alpha$  tandis qu'au niveau de l'unité STU-R, ils le sont sur l'interface logique  $\beta$ . Les lignes logiques de données et d'horloge sont présentes aux interfaces alpha et beta. L'alignement des paquets sur la trame SHDSL est facultative. La largeur de bande fournie par la couche PMS-TC est  $k_s = i + n \times 8$  avec  $0 \leq i < 7$  et  $3 \leq n \leq 36$ . Pour  $n = 36$ ,  $i$  est limitée aux valeurs 0 et 1. Il convient de noter que les extensions optionnelles décrites à l'Annexe F autorisent des valeurs de  $n$  allant jusqu'à 89.

Dans le mode optionnel à  $M$  paires, les données PTM sont acheminées sur toutes les paires utilisant l'entrelacement, ainsi qu'il est décrit au § 8.2. Dans le mode à  $M$  paires, seuls les multiples de  $M$  intervalles de temps peuvent être pris en charge. Chaque sous-bloc de charge utile est traité comme contenant  $M \times n$  intervalles de temps de 8 bits. Chaque octet du flux de données PTM entrant est mappé dans l'intervalle de temps disponible suivant avec le bit de poids fort en tête. Le premier intervalle de temps commence à la première position de bit au sein du sous-bloc de charge utile, suivi de l'intervalle de temps 2, de l'intervalle de temps 3, ..., et de l'intervalle de temps  $n$ . Un nombre total de  $M \times k_s$  bits (ou  $M \times n$  octets) de données contiguës sera contenu au sein de chaque sous-bloc, comme spécifié au § 8.1, la valeur  $k_s$  étant donnée par l'égalité  $k_s = i + n \times 8$  avec, pour ce mode,  $i = 0$  et  $3 \leq n \leq 36$ . Il convient de noter que les extensions optionnelles décrites à l'Annexe F autorisent des valeurs de  $n$  allant jusqu'à 89. Les octets du flux de données PTM entrant seront entrelacés entre toutes les  $M$  paires de sorte que lorsque l'octet  $b_k$  est véhiculé par la paire 1, l'octet  $b_{k+1}$  est acheminé dans l'intervalle temporel correspondant par la paire 2, etc. L'octet  $b_{k+M-1}$  est véhiculé dans l'intervalle de temps correspondant par la paire  $M$ .

### E.12 Couche TPS-TC pour le mode STM avec un canal de signalisation spécialisé (DSC)

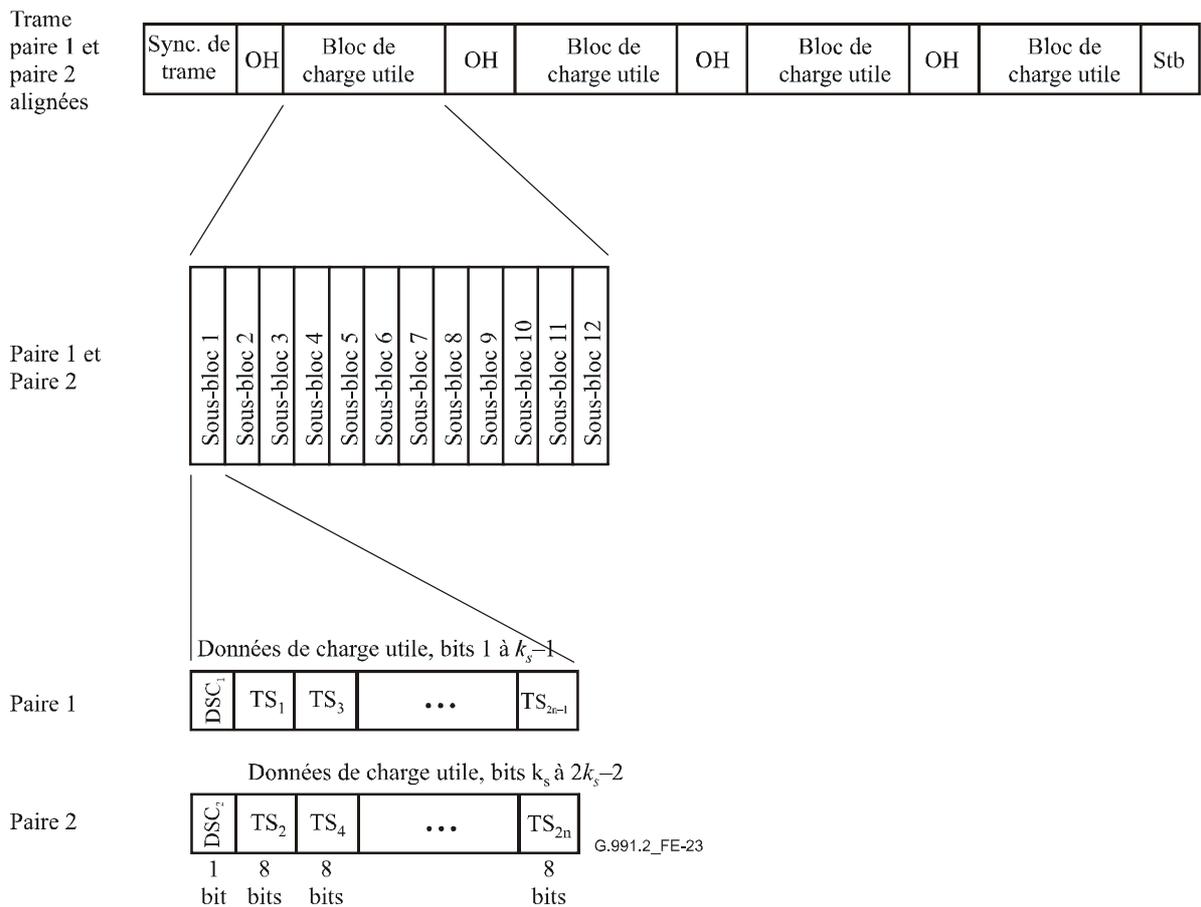
Dans certaines applications STM, notamment certaines applications de données et de téléphonie à voies réparties, il est souhaitable de disposer d'un canal spécialisé pour acheminer la signalisation de téléphonie de couche supérieure pour les intervalles de temps STM (par exemple selon les documents Telcordia GR-303 [B14] ou ETSI V5 [B9] et [B16]). Cette couche TPS-TC définit un format de transport pour le mode STM à voies réparties avec un canal de signalisation spécialisé (DSC).

La Figure E.22 représente l'alignement des intervalles de temps STM et de l'élément DSC dans la trame SHDSL. Chaque sous-bloc de charge utile contient un élément DSC ( $i$  bits de longueur avec  $1 \leq i \leq 7$ ), suivi de  $n$  intervalles de temps de 8 bits désignés par  $TS_1 \dots TS_n$ . Il convient de noter que les caractéristiques des protocoles utilisés sur le canal DSC ne relèvent pas du cadre de la présente Recommandation.



**Figure E.22/G.991.2 – Trame STM avec un canal de signalisation spécialisé**

Dans le mode optionnel à  $M$  paires, les éléments STM et DSC sont véhiculés par toutes les  $M$  paires au moyen de l'entrelacement, ainsi qu'il est décrit au § 8.2. Un nombre total de  $M \times n$  intervalles de temps seront transportés par sous-bloc de charge utile SHDSL. Les intervalles de temps STM seront entrelacés entre toutes les  $M$  paires, de sorte que la paire  $m$  achemine l'intervalle de temps de rang  $m$  par bloc de  $M$  intervalles de temps. L'élément DSC est entrelacé entre les  $M$  paires de sorte qu'il occupe les  $i$  premières positions de bit d'un sous-bloc de charge utile sur chacune des  $M$  paires de fils.  $i$  peut recevoir n'importe quelle valeur de la plage  $1 \leq i \leq 7$ , de sorte qu'un nombre total de  $M \times i$  bits constitue l'élément DSC.  $i$  bits de données DSC contiguës seront contenus dans un sous-bloc sur la paire 1, et les ensembles suivants de  $i$  bits de données DSC contiguës seront contenus dans les sous-blocs correspondants des paires suivantes. Voir la Figure E.23 pour plus de détails.



**Figure E.23/G.991.2 – Trame STM à  $M$  paires avec un canal de signalisation spécialisé (pour le cas  $M = 2$  et  $i = 1$ )**

### E.13 Couche TPS-TC pour le RNIS ou le réseau téléphonique commuté à enveloppement LAPV5

Le mappage et l'attribution des intervalles de temps dans le transport sur le réseau téléphonique commuté à commande LAPV5, le RTPC et le RNIS à débit de base en mode STM sont spécifiés, ce qui représente pour le RNIS une autre procédure que la simple utilisation des messages de la voie D décrits au § E.8. Il n'est pas prévu que la couche TPS-TC décrite dans le présent paragraphe sera utilisée simultanément avec le transport sur le RNIS décrit au § E.8 ou le transport sur réseau téléphonique commuté décrit au § E.13.

Le présent paragraphe décrit le transport de réseau téléphonique commuté et de RNIS sur une combinaison de canaux d'exploitation incorporés (EOC) SHDSL, de canaux Z et de canaux B. Les informations de commande et de signalisation sont acheminées sur les canaux EOC, les canaux Z ou les premiers canaux B au moyen de l'enveloppement V5 basé sur les trames. Les canaux téléphoniques du réseau commuté et les canaux B du RNIS passent par les canaux B SHDSL préattribués de type STM.

### E.13.1 Canal de signalisation

La signalisation ainsi que les autres messages liés au réseau téléphonique commuté ou le RNIS sont transportés sur un canal de signalisation commun. Selon la quantité nécessaire d'informations de signalisation et de commande de port, une partie du canal EOC SHDSL ou une partie du sous-bloc de charge utile peut être utilisée pour le transport de la signalisation. Si le canal EOC SHDSL est utilisé pour le transport en question, les messages de signalisation V5 sont enveloppés au moyen des identificateurs de messages EOC SHDSL. Si le canal EOC SHDSL n'est pas utilisé pour le transport, dans la trame SHDSL, les bits de signalisation sont mappés dans les canaux Z 1 à 7 ou sont mappés dans le premier intervalle de temps de canal B de chaque sous-bloc.

Pour transporter les informations de signalisation, les unités STU-C et STU-R doivent convenir du canal de signalisation particulier à utiliser. Ce canal est identifié à l'aide du paramètre ( $N_{sig}$ ) dans une gamme comprise entre 0 et 8, plus la valeur 16. La valeur 0 indique que la signalisation se trouve sur le canal EOC SHDSL. Les valeurs 1 à 7 indiquent que 1 à 7 bits de canal Z sont présents et que la signalisation doit y être transportée. Une valeur de 8/16 indique que la signalisation est transportée dans le premier ou les deux premiers intervalles de temps de canal B de chaque sous-bloc. D'autres valeurs de  $N_{sig}$ , par exemple 24 et 32, doivent être étudiées.

### E.13.2 Mappage des canaux de charge utile à 64 kbit/s

Un ou plusieurs canaux vocaux de réseau téléphonique commuté à 64 kbit/s et/ou une ou plusieurs paires de canaux B de RNIS sont mappés avec les canaux B dans la sous-trame SHDSL. Les canaux de réseau téléphonique commuté sont mappés de manière séquentielle avec les premiers canaux B de chaque sous-trame après tout canal B de signalisation. Les paires de canaux B de RNIS sont mappées avec les premiers canaux B de chaque sous-trame après tout canal B de signalisation ou de réseau téléphonique commuté. Ces mappages sont similaires à ceux qui sont décrits aux § E.8 et § E.12.

Pour transporter les informations de charge utile, les unités STU-C et STU-R doivent convenir du nombre de circuits de réseau téléphonique commuté ou de RNIS à débit de base auxquels affecter les canaux B. Le nombre de canaux sera identique dans les deux directions. Le nombre de circuits de réseau téléphonique commuté sera spécifié sous la forme d'un nombre entier ( $N_{pots}$ ) compris entre 0 et 35. Le nombre de circuits RNIS sera spécifié sous la forme d'un nombre entier ( $N_{isdn}$ ) compris entre 0 et 17. (D'autres valeurs doivent être étudiées.)

Le nombre total de canaux B utilisés pour le transport de commande et de charge utile est de (1 ou 2 si  $N_{sig} = 8$  ou 16, sinon 0) +  $N_{pots}$  + ( $2 \times N_{isdn}$ ). Les canaux B restants sont disponibles pour l'application sous-jacente.

### E.13.3 Signalisation et commande de port

Lorsque le canal de signalisation commun passe par le canal EOC SHDSL, (c'est-à-dire avec  $N_{sig} = 0$ ), l'adressage de la couche TPS-TC est spécifié par les identificateurs de messages RNIS dans le canal EOC (identificateurs 20 et 148, voir le § 9.5.5.6). L'octet 2 n'est pas utilisé et les octets 3 à  $n$  contiennent le message LAPV5. Le contenu du message est enveloppé par l'élément LAPV5-EF. Les fonctions d'enveloppement et les contenus des messages sont spécifiés dans les documents ETSI EN 300 324-1 [9] et ETSI EG 201 900-1 [10]. Voir les Tableaux E.36 et E.37 pour les détails.

**Tableau E.36/G.991.2 – Demande de RNIS – Identificateur de message n° 20**

N° d'octet	Contenu	Type de données	Référence
1	20	Identificateur de message	
2	Non utilisé		
3 à <i>n</i>	Code de message LAPV5		

**Tableau E.37/G.991.2 – Réponse à une demande de RNIS – Identificateur de message n° 148**

N° d'octet	Contenu	Type de données	Référence
1	148	Identificateur de message	
2	Non utilisé		
3 à <i>n</i>	Code de message LAPV5		

Dans le document ETSI EN Z 300 324-1 [9], § 9.1.5, la taille de trame maximale spécifiée est de 533 octets. Dans le canal EOC SHDSL, la limite est de 75 octets. Les applications qui nécessitent des trames de commande et de signalisation supérieures à 76 octets devraient choisir une valeur  $N_{sig} > 0$ .

Lorsque le canal de signalisation commun passe par le canal Z ou B (c'est-à-dire avec  $N_{sig} > 0$ ), le format de message est celui qui est spécifié dans le document ETSI EN Z 300 324-1 [9], § 9. L'ensemble du § 9 sera applicable à ce mode, y compris les paragraphes concernant la séquence de fanion, la durée de remplissage intertrame, la transparence, la séquence de contrôle de trame, la conversion de format et les trames non valides qui ne sont pas utilisées dans le mode EOC ci-dessus.

#### **E.13.4 Architecture de protocole pour le RNIS et le réseau téléphonique commuté à enveloppement LAPV5**

Le Tableau E.38 représente la structure en couches des services de RNIS et de réseau téléphonique commuté à enveloppement LAPV5. Il convient de noter que la colonne inférieure de gauche concerne le transport de signalisation sur le canal eoc et que la colonne inférieure de droite est applicable au transport de signalisation sur le canal Z ou B.

**Tableau E.38/G.991.2 – Architecture de protocole**

Signalisation du réseau téléphonique commuté ETSI EN 300 324-1 [9], § 13	Commande de port réseau téléphonique commuté/RNIS ETSI EN 300 324-1 [9], § 14	Signalisation du RNIS
LAPV5-DL ETSI EN 300 324-1[9], § 10		LAPD
Adresse LAPV5-EF ETSI EN 300 324-1 [9], § 9.1.4		LAPV5-EF ETSI EN 300 324-1 [9], § 9
TPS-TC Id. de message: <i>RNIS et réseau téléphonique commuté à enveloppement LAPV5</i>	Canaux de signalisation Z ou B	
PMD-TC, PMS-TC		
NOTE – La signalisation du RNIS (procédure LAPD et couche 3) fait partie des fonctions de l'équipement terminal du RNIS et ne relève pas du cadre de la norme.		

L'adresse d'enveloppe LAPV5-EF (ETSI EN 300 324-1 [9], § 9) enveloppe les trames pour la signalisation d'un accès individuel au RNIS, pour la signalisation du réseau téléphonique commuté ou pour la commande de port du réseau téléphonique commuté/RNIS.

Pour un transport fiable de la signalisation du réseau téléphonique commuté et des messages de commande de port du réseau téléphonique commuté/RNIS, on utilise le protocole de liaison de données LAPV5-DL, qui est une version simplifiée du protocole LAPD. Le protocole LAPV5-DL est spécifié comme indiqué dans le document ETSI EN 300 324-1 [9], § 10.

Comme indiqué dans le document ETSI EG 201 900-1 [10] (*loop emulation service using AAL 2*), on note les différences ci-après relativement au document ETSI EN 300 324-1 [9]:

- une seule instance commune du protocole LAPV5-DL est utilisée pour la signalisation du réseau téléphonique commuté et la commande de port du réseau téléphonique commuté/RNIS;
- l'adresse LAPV5-DL prend une valeur constituée uniquement de zéros;
- les messages de signalisation du réseau téléphonique commuté et de commande de port du réseau téléphonique commuté/RNIS se différencient au moyen de l'élément d'information de type message;
- on utilise une procédure commune de traitement des erreurs pour les erreurs "type de message non reconnu" pour le RTPC et le protocole de commande: chaque fois qu'un message non reconnu est reçu, l'entité de protocole émettra une indication d'erreur interne et fera abstraction du message;
- la signalisation du RNIS est acheminée par relais de trames ainsi qu'il est décrit dans le document ETSI EN 300 324-1 [9], § 11. Autrement dit, le protocole de couche de liaison de données sur le canal D n'est pas entièrement terminé.

NOTE – Comme le décrit le § E.8, la couche TPS-TC existante pour le RNIS reste inchangée. Elle offre une alternative pour les réseaux sur lesquels le réseau téléphonique commuté n'est pas offert, mais seulement le RNIS.

### **E.13.5 Procédures système**

#### **E.13.5.1 Démarrage du système**

En ce qui concerne le reste du présent paragraphe, il sera fait abstraction des opérations requises pour tous les éléments non fournis.

NOTE – Les procédures sont extraites des § 5.4.4.1 et 5.4.4.2 du Document af-vmoa-0145.000 [B15].

### E.13.5.1.1 Conditions préalables

Les états initiaux des automates à états finis (FSM, *finite state machine*) intervenant dans le démarrage sont les suivants:

**Tableau E.39/G.991.2 – Etats initiaux des automates à états finis**

Automates à états finis	Etat initial
Protocole de commande de port	Hors service (AN0/LE0)
Etat du port FSM RTPC	Bloqué (AN1.0/LE1.0)
Etat du port FSM AB RNIS	Bloqué (AN1.0/LE1.0)
Protocole FSM RTPC	Bloqué au niveau du port (AN6/LE6)
NOTE – Ces automates à états finis sont définis dans les spécifications V5 ETSI EN 300 324-1 [9]. Les états "LE" se rapportent au côté STU-C et l'état "AN" au côté STU-R de la connexion.	

### E.13.5.1.2 Procédure normale

- a) Activation du protocole LAPV5-DL: la demande MDL-Establish sera envoyée au protocole LAPV5-DL.
- b) Lorsque la confirmation MDL-ESTABLISH ou l'indication MDL-ESTABLISH sont reçues du protocole LAPV5-DL, START-TRAFFIC sera envoyé aux automates à états finis du protocole de commande de port.
- c) Passage à l'état normal.
- d) Traitement postérieur: le côté STU-C lancera la procédure de déblocage coordonnée pour tous les ports utilisateur pertinents. Le côté STU-R ne lancera pas de déblocage pour le moment.

### E.13.5.1.3 Procédures exceptionnelles en cas de défaillance dans le démarrage du système

Lorsque le démarrage du système ne peut pas se poursuivre pour une raison quelconque (par exemple défaillance du protocole LAPV5-DL) et que le système ne peut pas passer à l'état normal, le redémarrage du système doit être effectué.

### E.13.5.2 Redémarrage du système

Le redémarrage du système est le redémarrage d'une seule instance du protocole LAPV5-DL entre un côté STU-C et un côté STU-R. Il s'agit des actions suivantes:

- 1) l'interface passera à un état dans lequel il n'existe aucun protocole LAPV5-DL établi;  
NOTE 1 – Le côté distant considère cette opération comme déclenchant le redémarrage du système.
- 2) le temporisateur TL1 sera déclenché;
- 3) à l'expiration du temporisateur TL1, le démarrage du système aura lieu.

Le temporisateur TL1 aura une valeur prédéfinie de 20 secondes.

NOTE 2 – Le temporisateur TL1 déclenche le démarrage du système. Il est nécessaire pour garantir que la libération du protocole LAPV5-DL sera reconnue du côté distant et que le démarrage du système aura lieu du côté STU-R ainsi que du côté STU-C. Ce temporisateur est déclenché lorsque le système s'est arrêté pour une raison quelconque pendant le démarrage ou le fonctionnement normal. Il doit également être déclenché avant de demander un démarrage du système en cas de démarrage à froid.

Situations dans lesquelles le redémarrage du système est applicable:

- a) réception d'une indication de libération du protocole LAPV5-DL;
- b) à la demande du système de gestion.

**E.13.6  $N_{sig}$ ,  $N_{pots}$ , et  $N_{isdn}$**

Pour prendre en charge l'interfonctionnement, les unités STU-C et STU-R doivent convenir des valeurs des paramètres  $N_{sig}$ ,  $N_{pots}$ , et  $N_{isdn}$ . Cet accord peut être préalablement défini et ne relève pas du cadre de la présente annexe.

L'unité STU-C peut également configurer l'unité STU-R via le canal EOC SHDSL. Pour ce faire, il existe un identificateur de message pour le paramétrage du RNIS et du réseau téléphonique commuté LAPV. Le but est de spécifier les valeurs de  $N_{sig}$ ,  $N_{pots}$  et  $N_{isdn}$ . L'identificateur de message n° 21 est la demande envoyée par l'unité STU-C à l'unité STU-R et l'identificateur de message n° 149 est la réponse de l'unité STU-R à l'unité STU-C. Voir les Tableaux E.40 et E.41 pour plus de détails.

Le message de demande permet à l'unité STU-C de configurer l'unité STU-R avec les valeurs de  $N_{sig}$ ,  $N_{pots}$  et  $N_{isdn}$ . Le message de réponse est un accusé de réception envoyé par l'unité STU-R à l'unité STU-C. Si les octets 2, 3 et 4 de la réponse correspondent à ceux de la demande, la réponse indique que l'unité STU-R accepte les valeurs envoyées par l'unité STU-C. Si l'unité STU-R n'accepte pas les valeurs proposées par l'unité STU-C, elle peut répondre au moyen des octets 2, 3 et/ou 4 modifiés afin de contenir une valeur acceptable, ainsi que le bit de poids fort de chaque octet en question. L'unité STU-R devrait répondre à une demande dans un délai de 500 ms. Si l'unité STU-R ne répond pas, l'unité STU-C fera au moins trois tentatives avant de conclure que l'option ne peut pas être prise en charge.

**Tableau E.40/G.991.2 – Demande de paramétrage de RNIS et de réseau téléphonique commuté LAPV5 – Identificateur de message n° 21**

N° d'octet	Contenu	Type de données	Note
1	21	Identificateur de message	
2	$N_{sig}$	Caractère non signé	
3	$N_{pots}$	Caractère non signé	
4	$N_{isdn}$	Caractère non signé	

**Tableau E.41/G.991.2 – Réponse à une demande de paramétrage de RNIS et de réseau téléphonique commuté LAPV5 – Identificateur de message n° 149**

N° d'octet	Contenu	Type de données	Note
1	149	Identificateur de message	
2	$N_{sig}$	Caractère non signé	
3	$N_{pots}$	Caractère non signé	
4	$N_{isdn}$	Caractère non signé	

## Annexe F

### Prescriptions concernant les débits de charge utile allant jusqu'à 5696 kbit/s en Région 1

#### F.1 Domaine d'application

Les paragraphes de la présente annexe indiquent les ajouts et modifications apportés aux paragraphes correspondants du corps principal de la Recommandation et de l'Annexe A pour les débits de charge utile allant jusqu'à 5696 kbit/s. La prise en charge de la présente annexe est facultative.

NOTE – Certains pays appliquent pour la gestion du spectre des normes qui limitent la longueur des lignes de transmission de certains niveaux de signal décrits dans la présente annexe; la norme de gestion du spectre T1.417 s'applique par exemple au réseau d'accès aux Etats-Unis.

#### F.2 Débit binaire

Le fonctionnement de l'unité STU en mode données au débit spécifié sera celui qui est indiqué au Tableau F.1.

Tableau F.1/G.991.2 – Débit en mode données et en mode trame

Débit de charge utile $R$ (kbit/s)	Modulation	Débit de symboles (ksymbole/s)	$K$ (bits par symbole)
$R = n \times 64 + (i) \times 8$	16-TCPAM	$(R + 8) \div 3$	3
$R = n \times 64 + (i) \times 8$	32-TCPAM	$(R + 8) \div 4$	4

Ainsi qu'il est défini dans le corps principal de la Recommandation (au § 5, puis répété aux § 7.1.1, 8.1 et 8.2), les débits autorisés avec une seule paire sont donnés par la formule  $n \times 64 + i \times 8$  kbit/s, avec  $3 \leq n \leq 36$  et  $0 \leq i \leq 7$ . Dans ces paragraphes, les valeurs  $i$  autorisées sont encore limitées à 0 ou 1 pour  $n = 36$ . Ces définitions correspondent aux débits (de charge utile) allant de 192 kbit/s à 2,312 Mbit/s par incréments de 8 kbit/s.

La présente annexe étend les débits susmentionnés. Elle est applicable aux débits sur une seule paire, qui sont donnés par la formule  $n \times 64 + i \times 8$  kbit/s pour le système 16-TCPAM, avec  $36 \leq n \leq 60$  et  $0 \leq i \leq 7$ . Pour le système 16-TCPAM et avec  $n = 36$ , les valeurs applicables de  $i$  sont  $2 \leq i \leq 7$ . Pour le système 16-TCPAM et avec  $n = 60$ , la valeur applicable de  $i$  est 0. Cela correspond à des débits (de charge utile) allant de 2320 kbit/s à 3840 kbit/s par incréments de 8 kbit/s pour le système 16-TCPAM. Pour le système 32-TCPAM, on a  $12 \leq n \leq 89$  et  $0 \leq i \leq 7$ . Pour le système 32-TCPAM et avec  $n = 89$ , la valeur applicable de  $i$  est 0. Cela correspond aux débits (de charge utile) allant de 768 kbit/s à 5696 kbit/s par incréments de 8 kbit/s pour le système 32-TCPAM.

La présente annexe est également applicable au fonctionnement optionnel sur plus d'une paire (mode à  $M$  paires).

### F.2.1 Prise en charge de plusieurs codages

La prise en charge des débits binaires spécifiés dans la présente annexe est facultative et, de ce fait, une unité STU appliquant les spécifications de la présente annexe n'est pas nécessaire pour la prise en charge de tous les débits indiqués. Pour chaque débit accepté par une unité STU-R, tous les codages disponibles seront assurés (c'est-à-dire les systèmes 16-TCPAM et 32-TCPAM pour les débits pour lesquels les deux codages sont définis). La prise en charge de plusieurs codages est facultative au niveau de l'unité STU-C.

### F.2.2 Séquence de préactivation G.994.1

Comme indiqué au § 6.4, le système G.994.1 est utilisé pour lancer la séquence de préactivation.

Pour la prise en charge d'une large gamme de débits et de plusieurs codages, la présente section décrit une nouvelle façon de coder des débits en points de code G.994.1. Cette méthode de codage des débits est utilisée pour les débits PMMS et les débits de conditionnement. Les débits sont codés sous la forme d'un ensemble de gammes, chaque gamme étant exprimée sous la forme de nuplet à 3 éléments (minimum, maximum, incrément). Le nuplet à 3 éléments représente tous les débits de la forme  $(m + k \times s) \times (64 \text{ kbit/s})$ ,  $m$  étant la valeur minimale,  $s$  la valeur de pas et  $k$  l'ensemble de tous les entiers supérieurs ou égaux à zéro de sorte que  $m + k \times s$  est inférieur ou égal à la valeur maximale. Ainsi, le nuplet à 3 éléments (40, 70, 10) représente les débits  $40 \times 64 \text{ kbit/s}$ ,  $50 \times 64 \text{ kbit/s}$ ,  $60 \times 64 \text{ kbit/s}$  et  $70 \times 64 \text{ kbit/s}$ .

Chaque paramètre de débit indiqué dans la présente annexe peut être exprimé sous la forme d'un ensemble composé de 1 à 8 gammes, les débits acceptés résultant de l'union de ceux qui sont pris en charge par les gammes individuelles. Ainsi, les nuplets à 3 éléments (20, 30, 4) et (40, 70, 10) représentent les débits  $20 \times 64 \text{ kbit/s}$ ,  $24 \times 64 \text{ kbit/s}$ ,  $28 \times 64 \text{ kbit/s}$ ,  $40 \times 64 \text{ kbit/s}$ ,  $50 \times 64 \text{ kbit/s}$ ,  $60 \times 64 \text{ kbit/s}$  et  $70 \times 64 \text{ kbit/s}$ . Si tous les bits des débits minimaux et maximaux de base étendus sont mis à zéro, ces débits ne sont pas pris en charge pour l'examen de ligne. Si une seule gamme de débits est nécessaire, seuls les octets associés à (min 1, max 1, incrément 1) seront envoyés.

De même, dans de nombreux cas, les valeurs du nuplet à 3 éléments peuvent être inférieures ou égales à 89 (ce qui représente le débit de charge utile maximal de 5696 kbit/s assuré dans la présente annexe). Si la représentation par points de code G.994.1 est utilisée, six bits seulement sont disponibles pour la valeur d'un élément NPar(3). Pour que des nombres supérieurs à 63 soient acceptés, la valeur doit être répartie entre plusieurs octets. Pour le codage d'une gamme de données selon le système G.994.1, on utilise 4 octets, le premier octet contenant le bit de poids fort de chacune des valeurs du nuplet à 3 éléments. On en trouvera une illustration au Tableau 11.16.10/G.994.1.

L'ensemble complet de capacités en matière de débit sera représenté par l'union des débits étendus spécifiés à l'Annexe F (bits 4-6 du Tableau 11.16.0.1 et bits 1-3 du Tableau 11.16.0.2 de la Rec. UIT-T G.994.1) avec les débits non étendus définis à l'Annexe A (bits 1-4 du Tableau 11.16 de la Rec. UIT-T G.994.1).

Les gammes de débits peuvent se chevaucher et peuvent contenir des débits identiques. Par exemple, les nuplets à 3 éléments (40, 60, 10) et (50, 70, 5) constitueraient un ensemble valide de gammes. Dans ce cas, l'union de ces deux nuplets à 3 éléments donnerait les débits  $40 \times 64 \text{ kbit/s}$ ,  $50 \times 64 \text{ kbit/s}$ ,  $55 \times 64 \text{ kbit/s}$ ,  $60 \times 64 \text{ kbit/s}$ ,  $65 \times 64 \text{ kbit/s}$  et  $70 \times 64 \text{ kbit/s}$ . Il convient de noter que pour la session PMMS, si deux gammes contiennent des débits identiques, les formes d'onde d'examen associées à ces débits identiques ne sont envoyées qu'une seule fois.

La définition ci-après est ajoutée aux définitions de points de code G.994.1 données au § 6.4.1 pour la prise en charge des débits étendus spécifiés dans la présente annexe.

**Débit de base étendu:** ces octets servent à spécifier les débits de charge utile pour la présente annexe de la manière suivante:

- les octets PMMS indiquent les débits pour les segments d'examen de ligne. A noter que si la session PMMS utilise la modulation PAM à deux niveaux, les débits de symboles PMMS sont définis avec l'hypothèse du codage 32-TCPAM, de sorte que le débit de symboles PMMS (en ksymbole/s) serait égal à (débit de charge utile (kbit/s) + 8 kbit/s)/4. Si les deux densités PSD symétrique et asymétrique sont indiquées, toutes les densités PSD symétriques seront envoyées en premier, suivies de toutes les densités PSD asymétriques indiquées. Les valeurs valides pour le minimum et le maximum seront comprises entre 49 et 89 inclus, et les valeurs valides pour l'incrément seront comprises entre 1 et 40 inclus. Les variables  $j_5$  et  $j_6$  associées aux débits PMMS seront indépendantes et seront comprises entre 1 et 8 inclus. Si une seule gamme de débits est nécessaire, seuls les octets associés à (min 1, max 1 et incrément 1) seront envoyés;
- les octets des paramètres de conditionnement indiquent les débits de charge utile étendus pris en charge;
- en mode CLR, les paramètres de conditionnement amont indiquent quels débits de données l'unité STU-R est capable de transmettre et les paramètres de conditionnement aval indiquent quels débits l'unité STU-R est capable de recevoir. Si l'examen de ligne optionnel est utilisé, les paramètres de conditionnement du récepteur seront encore limités par les résultats de l'examen. Les valeurs valides pour le minimum et le maximum seront comprises entre 36 et 60 inclus pour le codage 16-TCPAM et entre 12 et 89 inclus pour le codage 32-TCPAM. Les valeurs valides pour l'incrément seront comprises entre 1 et 89 inclus. Les variables  $j_1$ ,  $j_2$ ,  $j_3$  et  $j_4$  associées aux débits de conditionnement seront indépendantes et seront comprises entre 1 et 8 inclus. L'unité STU-R indiquera la prise en charge des deux codages 16-TCPAM et 32-TCPAM pour tous les débits acceptés pour lesquels les deux codages sont définis dans la présente annexe;
- en mode CL, les paramètres de conditionnement aval indiquent quels débits de données l'unité STU-C est capable de transmettre et les paramètres de conditionnement amont indiquent quels débits l'unité STU-C est capable de recevoir. Les valeurs valides pour le minimum et le maximum seront comprises entre 36 et 60 inclus pour le codage 16-TCPAM et entre 12 et 89 inclus pour le codage 32-TCPAM. Les valeurs valides pour l'incrément seront comprises entre 1 et 89 inclus. Les variables  $j_1$ ,  $j_2$ ,  $j_3$  et  $j_4$  associées aux débits de conditionnement seront indépendantes et seront comprises entre 1 et 8 inclus. Si l'examen de ligne optionnel est utilisé, les paramètres de conditionnement du récepteur seront encore limités par les résultats de l'examen;
- le choix des débits sera spécifié dans les messages MP et MS en attribuant la même valeur aux débits maximal et minimal.

### F.3 Dispositif de mappage

Les  $K + 1$  bits  $Y_K(m)$ , ...,  $Y_1(m)$  et  $Y_0(m)$  seront mappés avec un niveau  $x(m)$ . Au § 6.1.2.3, la fonction de mappage est définie pour le codage 16-TCPAM. La présente annexe étend ce mappage de manière à inclure les deux codages 16-TCPAM et 32-TCPAM. Le Tableau F.2 indique le mappage des bits pour les niveaux 16 et 32.

**Tableau F.2/G.991.2 – Mappage des bits avec les niveaux PAM**

$Y_4(m)$	$Y_3(m)$	$Y_2(m)$	$Y_1(m)$	$Y_0(m)$	32-PAM (5 bits)	16-PAM (4 bits)
0	0	0	0	0	-31/32	-15/16
0	0	0	0	1	-29/32	-13/16
0	0	0	1	0	-27/32	-11/16
0	0	0	1	1	-25/32	-9/16
0	0	1	0	0	-23/32	-7/16
0	0	1	0	1	-21/32	-5/16
0	0	1	1	0	-19/32	-3/16
0	0	1	1	1	-17/32	-1/16
0	1	1	0	0	-15/32	1/16
0	1	1	0	1	-13/32	3/16
0	1	1	1	0	-11/32	5/16
0	1	1	1	1	-9/32	7/16
0	1	0	0	0	-7/32	9/16
0	1	0	0	1	-5/32	11/16
0	1	0	1	0	-3/32	13/16
0	1	0	1	1	-1/32	15/16
1	1	0	0	0	1/32	–
1	1	0	0	1	3/32	–
1	1	0	1	0	5/32	–
1	1	0	1	1	7/32	–
1	1	1	0	0	9/32	–
1	1	1	0	1	11/32	–
1	1	1	1	0	13/32	–
1	1	1	1	1	15/32	–
1	0	1	0	0	17/32	–
1	0	1	0	1	19/32	–
1	0	1	1	0	21/32	–
1	0	1	1	1	23/32	–
1	0	0	0	0	25/32	–
1	0	0	0	1	27/32	–
1	0	0	1	0	29/32	–
1	0	0	1	1	31/32	–

#### F.4 Masques de densité PSD

Pour les densités PSD symétriques utilisant des débits de charge utile 16-TCPAM supérieurs ou égaux à 2 320 kbit/s et pour les densités PSD symétriques utilisant des débits de charge utile 32-TCPAM supérieurs ou égaux à 768 kbit/s, la densité PSD de transmission mesurée de chaque unité STU ne dépassera pas les masques de densité PSD définis dans la présente section ( $PSDMASK_{SHDSL}(f)$ ), et la puissance totale mesurée avec une impédance de 135  $\Omega$  sera comprise dans la gamme spécifiée dans la présente section ( $P_{SHDSL} \pm 0,5$  dB).

La densité PSD dans la bande pour  $0 < f < 2,0$  MHz sera mesurée avec une largeur de bande de résolution de 10 kHz.

NOTE 1 – De grandes variations de la densité PSD sur d'étroits intervalles de fréquences (par exemple près de la jonction entre le lobe principal et le bruit de fond) pourraient nécessiter l'utilisation d'une largeur de bande à plus petite résolution (RBW). Une bonne méthode empirique consiste à choisir une largeur de bande à plus petite résolution de telle sorte qu'il n'y ait pas plus de 1 dB de variation dans la densité PSD du signal dans cette largeur de bande.

Pour toutes les valeurs de débit en mode trame disponibles dans l'unité STU, l'ensemble suivant de masques de densité PSD ( $PSDMASK_{SHDSL}(f)$ ) pourra être choisi:

$$PSDMASK_{SHDSL}(f) = \begin{cases} 10^{\frac{-PBO}{10}} \times \frac{K_{SHDSL}}{135} \times \frac{1}{f_{sym}} \times \frac{\left[ \sin\left(\frac{\pi f}{Nf_{sym}}\right) \right]^2}{\left(\frac{\pi f}{Nf_{sym}}\right)^2} \times \frac{1}{1 + \left(\frac{f}{f_{3dB}}\right)^{2 \times Order}} \times 10^{\frac{MaskedOffsetdB(f)}{10}} \text{ W/Hz}, f < f_{int} \\ - \text{crête de 90 dBm/Hz avec une puissance maximale dans la fenêtre } [f, f + 1 \text{ MHz}] \text{ de} \\ [10 \log_{10}(0,5683 \times 10^{-4} \times f^{-1,5}) + 90] \text{ dBm}, & f_{int} \leq f \leq 3,184 \text{ MHz} \\ - \text{crête de 90 dBm/Hz avec une puissance maximale dans la fenêtre } [f, f + 1 \text{ MHz}] \text{ de} \\ -50 \text{ dBm}, & 3,184 \text{ MHz} \leq f \leq 12 \text{ MHz} \end{cases}$$

$MaskOffsetdB(f)$  étant défini par la formule:

$$MaskOffsetdB(f) = \begin{cases} 1 + 0,4 \times \frac{f_{3dB} - f}{f_{3dB}}, & f < f_{3dB} \\ 1 \text{ dB}, & f \geq f_{3dB} \end{cases}$$

$f_{int}$  représente la fréquence du point d'intersection des deux fonctions définissant  $PSDMASK_{SHDSL}(f)$  dans la gamme comprise entre 0 et  $f_{sym}$ . PBO représente la valeur de réduction de puissance exprimée en dB. Le Tableau F.3 définit les valeurs de  $K_{SHDSL}$ ,  $Ordre$ ,  $N$ ,  $f_{sym}$ ,  $f_{3dB}$  et  $P_{SHDSL}$ .  $P_{SHDSL}$  représente le domaine de puissance de la densité PSD en émission avec une réduction de puissance de 0 dB.  $R$  représente le débit de données de charge utile. Les variables  $f$ ,  $f_{sym}$ ,  $f_{int}$  et  $f_{3dB}$  des équations sont exprimées en Hz.

**Tableau F.3/G.991.2 (Partie 1) – Paramètres de densité PSD symétrique, 16-TCPAM**

Débit de données de charge utile, $R$ (kbit/s)	$K_{SHDSL}$	$Ordre$	$N$	$f_{sym}$ (ksymbole/s)	$f_{3dB}$	$P_{SHDSL}$ (dBm)
$2320 \leq R \leq 3840$	7,86	6	1	$(R + 8)/3$	$1,0 \times f_{sym}/2$	13,5

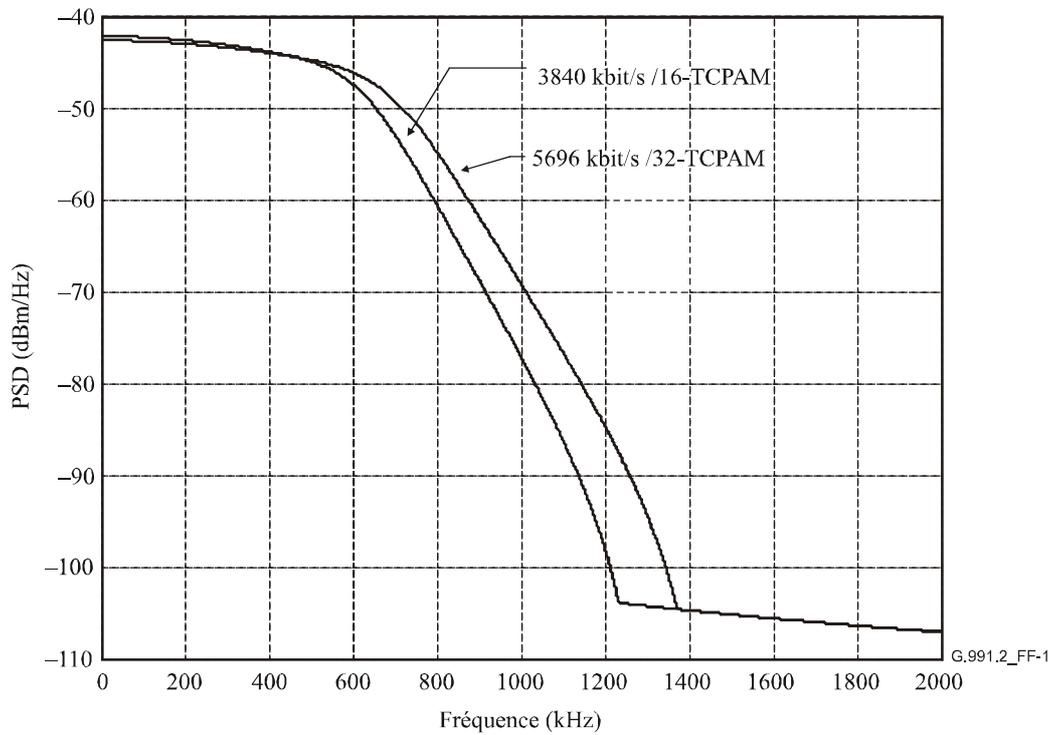
**Tableau F.3/G.991.2 (Partie 2) – Paramètres de densité PSD symétrique, 32-TCPAM**

Débit de données de charge utile, $R$ (kbit/s)	$K_{SHDSL}$	$Ordre$	$N$	$f_{sym}$ (ksymbole/s)	$f_{3dB}$	$P_{SHDSL}$ (dBm)
$768 \leq R \leq 5696$	7,86	6	1	$(R + 8)/4$	$1,0 \times f_{sym}/2$	13,5

Pour une réduction de puissance de 0 dB, la valeur mesurée pour la puissance en émission sur une impédance de 135  $\Omega$  se situera dans la gamme  $P_{SHDSL} \pm 0,5$  dB. Pour une réduction de puissance autre que 0 dB, la valeur mesurée pour la puissance en émission sur une impédance de 135  $\Omega$  se situera dans la gamme  $P_{SHDSL} \pm 0,5$  dB, diminuée de la valeur de la réduction de puissance en dB.

La valeur de densité PSD mesurée sur une impédance de  $135 \Omega$  restera inférieure à  $PSDMASK_{SHDSL}(f)$ .

La Figure F.1 représente les masques de densité PSD avec une réduction de puissance de 0 dB pour des débits de données de charge utile de 3840 kbit/s (16-TCPAM) et de 5696 kbit/s (32-TCPAM).



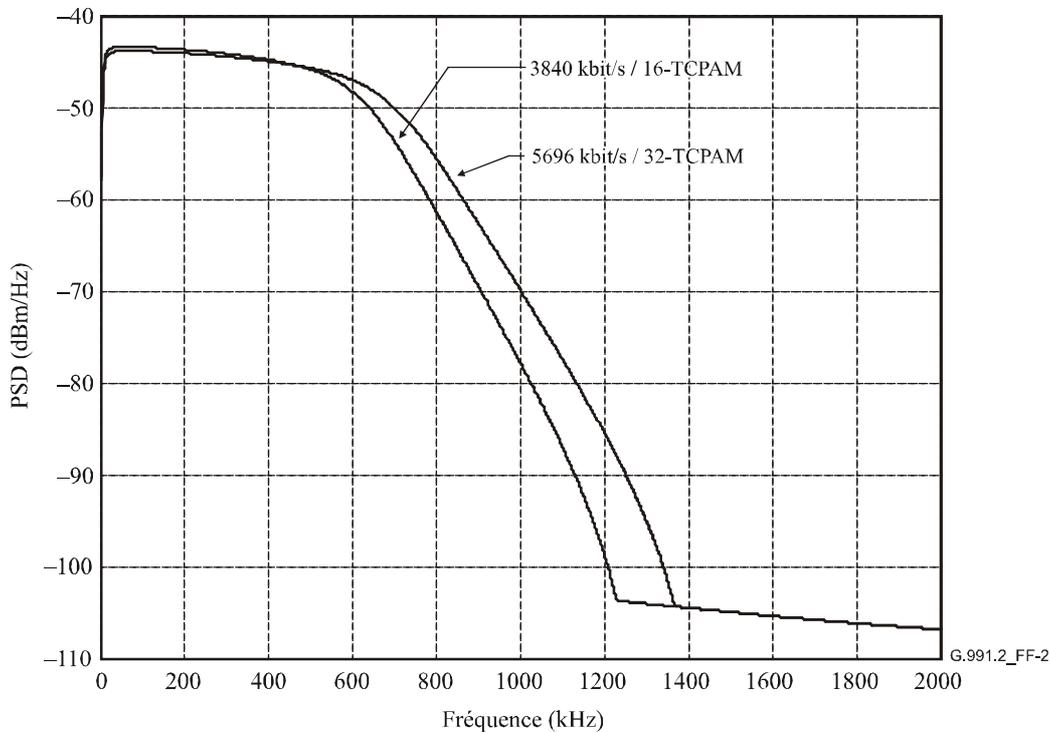
**Figure F.1/G.991.2 – Masques de densité PSD pour une réduction de puissance de 0 dB**

La formule suivante donne la densité PSD mesurée au niveau des terminaux:

$$Nominal\ PSD(f) \begin{cases} 10^{-\frac{PBO}{10}} \times \frac{K_{SHDSL}}{135} \times \frac{1}{f_{sym}} \times \frac{\left[ \sin\left(\frac{\pi f}{Nf_{sym}}\right) \right]^2}{\left(\frac{\pi f}{Nf_{sym}}\right)^2} \times \frac{1}{1 + \left(\frac{f}{f_{3dB}}\right)^{2 \times Order}} \times \frac{f^2}{f^2 + f_c^2} W/Hz, & f < f_{int} \\ 0,5683 \times 10^{-4} \times f^{-1,5} W/Hz, & f_{int} \leq f \leq 3,184\ MHz \\ -110\ dBm/Hz, & 3,184\ MHz \leq f \leq 12\ MHz \end{cases}$$

$f_c$  étant la fréquence de coupure du transformateur, égale à 5 kHz par hypothèse. Les variables  $f$ ,  $f_{sym}$ ,  $f_{int}$  et  $f_{3dB}$  des équations sont exprimées en Hz. La Figure F.2 représente les densités PSD nominales à l'émission avec une puissance de 13,5 dBm, pour des débits de données de charge utile de 3840 kbit/s (16-TCPAM) et de 5696 kbit/s (32-TCPAM).

NOTE 2 – La densité PSD nominale est indiquée à titre d'information, mais elle est néanmoins utilisée pour les calculs de diaphonie, compte tenu du fait qu'elle est représentative pour des implémentations types.



**Figure F.2/G.991.2 – Densités PSD nominales pour une réduction de puissance de 0 dB**

### F.5 Prescriptions relatives aux perturbations de diaphonie

Le Tableau F.4 indique l'ensemble minimal de combinaisons de boucle d'essai et de diaphonie requises pour les essais de marges SHDSL. Une unité conforme satisfera aux essais de taux BER décrits au § A.3.1 pour tous les scénarios de diaphonie et de boucle d'essai définis par le Tableau F.4 pour tous les débits et types de modulation acceptés (par exemple 16-TCPAM ou 32-TCPAM). Une réduction de puissance de 0 dB sera utilisée pour les unités STU-C et STU-R. La procédure d'étalonnage et les méthodes d'essai seront identiques à celles qui sont utilisées pour l'Annexe A. Les boucles d'essai et les signaux perturbateurs sont identiques à ceux des cas correspondants décrits à l'Annexe A.

**Tableau F.4/G.991.2 – Scénarios de diaphonie et marges de bruit SHDSL requises (Note)**

Essai	Boucle d'essai (Figure A.1)	$L$ (× 1000')	Unité soumise aux essais	Débit de données de charge utile (kbit/s)	Modulation	Densité PSD	Combinaison de perturbations	Marge requise (dB)
1	S	4.5	STU-C	3840	16-TCPAM	Symétrique	24 HDSL2 + 24 T1 (cas 4)	5 + $\Delta^*$
2	S	4.5	STU-R	3840	16-TCPAM	Symétrique	24 HDSL2 + 24 T1 (cas 14)	5 + $\Delta^*$
3	S	4.9	STU-C	3392	16-TCPAM	Symétrique	24 HDSL2 + 24 T1 (cas 4)	5 + $\Delta^*$
4	S	4.9	STU-R	3392	16-TCPAM	Symétrique	24 HDSL2 + 24 T1 (cas 14)	5 + $\Delta^*$
5	S	5.7	STU-C	2560	16-TCPAM	Symétrique	49 SHDSL sym 2304 (cas 11)	5 + $\Delta^*$
6	S	5.7	STU-R	2560	16-TCPAM	Symétrique	49 SHDSL sym 2304 (cas 11)	5 + $\Delta^*$
7	S	2.8	STU-C	5696	32-TCPAM	Symétrique	24 HDSL2 + 24 T1 (cas 4)	5 + $\Delta^*$
8	S	2.8	STU-R	5696	32-TCPAM	Symétrique	24 HDSL2 + 24 T1 (cas 14)	5 + $\Delta^*$
9	S	3.1	STU-C	5056	32-TCPAM	Symétrique	24 HDSL2 + 24 T1 (cas 4)	5 + $\Delta^*$
10	S	3.1	STU-R	5056	32-TCPAM	Symétrique	24 HDSL2 + 24 T1 (cas 14)	5 + $\Delta^*$
11	S	4.2	STU-C	3392	32-TCPAM	Symétrique	49 SHDSL sym 2304 (cas 11)	5 + $\Delta^*$
12	S	4.2	STU-R	3392	32-TCPAM	Symétrique	49 SHDSL sym 2304 (cas 11)	5 + $\Delta^*$
13	S	5.0	STU-C	2560	32-TCPAM	Symétrique	49 SHDSL sym 2048 (cas 16)	5 + $\Delta^*$
14	S	5.0	STU-R	2560	32-TCPAM	Symétrique	49 SHDSL sym 2048 (cas 16)	5 + $\Delta^*$
15	S	2.3	STU-C	5696	32-TCPAM	Symétrique	24 FDD ADSL + 24 HDSL (cas 6)	5 + $\Delta^*$
16	BT1-C	1.9	STU-C	5696	32-TCPAM	Symétrique	24 HDSL2 + 24 T1 (cas 4)	5 + $\Delta^*$
17	BT1-R	1.9	STU-R	5696	32-TCPAM	Symétrique	24 HDSL2 + 24 T1 (cas 14)	5 + $\Delta^*$
18	BT2-C	3.9	STU-C	2560	32-TCPAM	Symétrique	49 HDSL sym 2048 (cas 16)	5 + $\Delta^*$
19	BT2-R	3.9	STU-R	2560	32-TCPAM	Symétrique	49 HDSL sym 2048 (cas 16)	5 + $\Delta^*$

NOTE – Les scénarios de diaphonie figurant dans ce tableau ont été élaborés avec une hypothèse de 50 paires de câbles par serre-fils. D'autres tailles de serre-fils appellent une étude ultérieure.

\* Les marges indiquées par le Tableau F.4 auront une tolérance de 1,25 dB en raison de l'addition de la tolérance du générateur de diaphonie et de la tolérance d'étalonnage du simulateur de boucle. Le décalage  $\Delta$  est défini au § A.3.1.4.

On part de l'hypothèse que tous les signaux perturbateurs sont localisés au même emplacement. Toutes les densités PSD perturbatrices sont décrites au § A.3.3.9. Les signaux perturbateurs utilisés pour ces essais sont identiques à ceux qui sont utilisés à l'Annexe A. Par exemple, l'essai 1 du Tableau F.4 a recours à une forme de signal perturbateur identique à celle du cas 4 de l'Annexe A, exactement comme le décrit le cas PSD<sub>Case-4</sub> au § A.3.3.9.

## **F.6 Caractéristiques fonctionnelles**

Les caractéristiques fonctionnelles affaiblissement d'adaptation, alimentation par l'arc, symétrie longitudinale et tension de sortie longitudinale seront identiques à celles qui sont décrites au § A.5.

## **Annexe G**

### **Réservée pour les prescriptions relatives aux débits binaires compris entre 2320 et \*\*débit maximal\*\* kbit/s en Région 2**

## **Annexe H**

### **Procédure de désactivation et de démarrage à chaud**

La prise en charge du mode à puissance réduite ainsi que de la procédure de désactivation et de démarrage à chaud est facultative.

NOTE – De fréquentes transitions entre le mode à puissance réduite et le mode normal créent un environnement de bruit non stationnaire, dont on ne connaît pas parfaitement l'effet sur les systèmes xDSL mis en œuvre. De ce fait, des restrictions d'accès pourraient être appliquées au niveau régional en ce qui concerne cette procédure.

#### **H.1 Désactivation et passage au mode à puissance réduite**

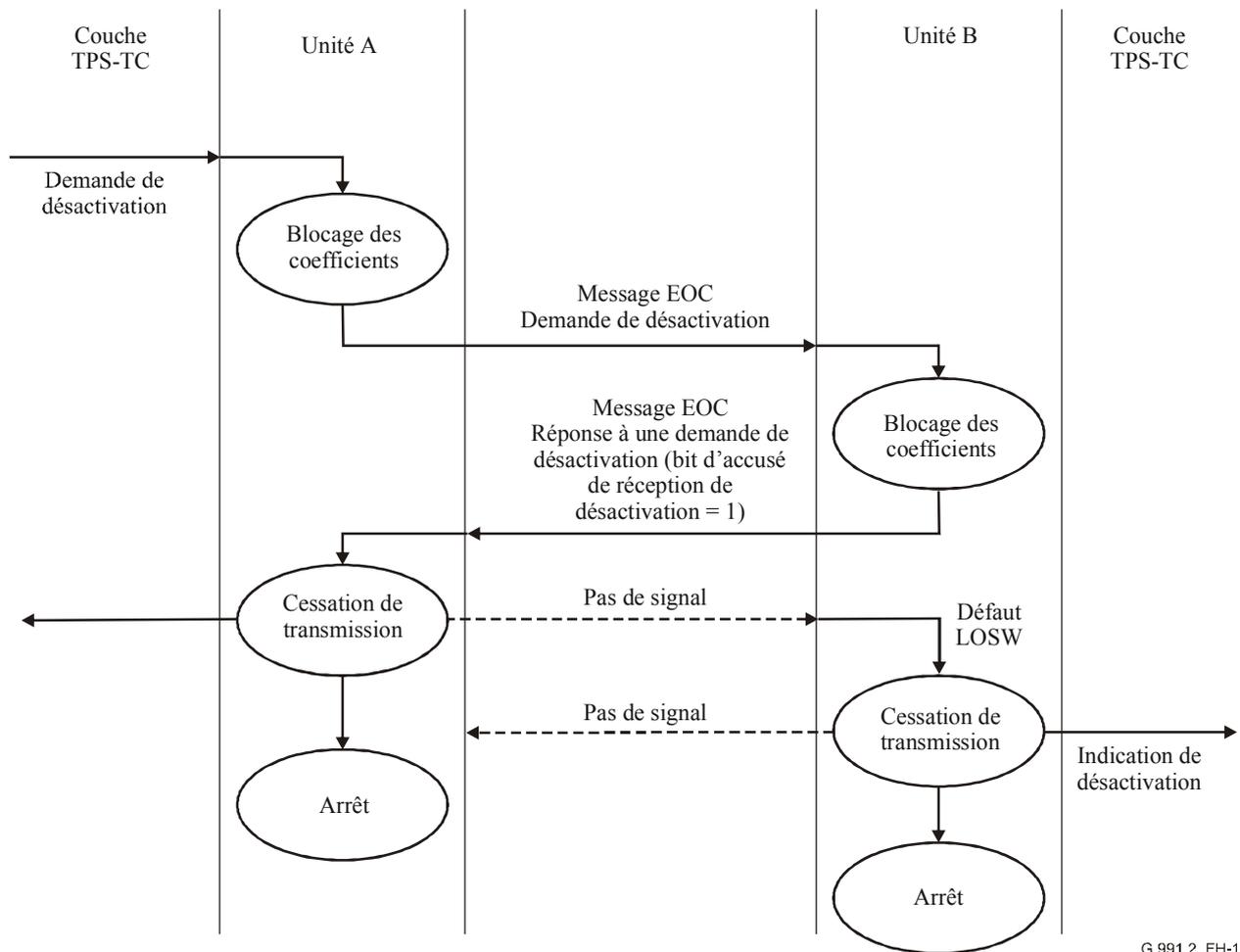
Le présent paragraphe décrit les formes d'onde à l'interface de boucle et les procédures connexes utilisées pendant la désactivation. La Figure H.1 montre la séquence de désactivation.

##### **H.1.1 Séquence de désactivation**

La désactivation peut être initiée par l'unité STU-R ou STU-C, au moyen de la signalisation de canal d'exploitation incorporé (EOC). Le côté initiateur est l'unité A, l'autre côté l'unité B.

La séquence type est la suivante: à réception du message EOC "Demande de désactivation", l'unité B répond par le message EOC "Réponse à une demande de désactivation" ou par "Impossibilité générique de se conformer (UTC, *unable to comply*)". Après l'envoi du message "Réponse à une demande de désactivation" indiquant l'acceptation de la désactivation (bit d'accusé de réception de désactivation = "1"), l'unité B poursuit la transmission et attend une désactivation par l'unité A. A réception de l'acceptation d'une demande de désactivation, l'unité A cesse de transmettre et passe au mode à puissance réduite. Après avoir détecté que l'unité A a mis fin à la transmission, par exemple en détectant une erreur LOSW, l'unité B cesse de transmettre et passe aussi au mode à puissance réduite.

Les messages EOC "Demande de désactivation" et "Réponse à une demande de désactivation" indiquent la capacité de l'expéditeur à procéder à une désactivation, à passer au mode à puissance réduite et à procéder ensuite à un démarrage à chaud.



**Figure H.1/G.991.2 – Séquence de désactivation**

### H.1.2 Invalidation de la désactivation

Cependant, avec les messages "Demande de désactivation" et "Accusé de réception de désactivation", chaque émetteur-récepteur peut aussi invalider ou interrompre un processus de désactivation initié en mettant le bit OK à "0" dans le message EOC pertinent. Ce mécanisme est utile lorsque, pendant ou après la transmission de la "Demande de désactivation", il apparaît que la liaison de données est sur le point d'être utilisée.

En cas de démarrage à chaud, la transmission sera active pendant un délai au moins égal à  $t_{active}$  afin de minimiser les effets de la diaphonie non stationnaire sur les systèmes partageant le même serre-fils.

### H.1.3 Messages EOC de désactivation

#### H.1.3.1 Message de demande de désactivation: identificateur de message n° 22

Le message Demande de désactivation est transmis pour demander une désactivation ou retirer une demande de désactivation émise. L'adresse de destination sera  $F_{16}$  pour indiquer qu'il s'agit d'un message de diffusion.

**Tableau H.1/G.991.2 – Demande de désactivation**

N° d'octet	Contenu	Type de données	Référence
1	22	Identificateur de message	
2 bits 7..1	Réservé		Mis à 0
2 bit 0	Demande de désactivation	Bit	0 = demande de désactivation 1 = demande de désactivation annulée
3	Réservé		Mis à 0

**H.1.3.2 Message Réponse à une demande de désactivation: identificateur de message n° 150**

Le message Réponse à une demande de désactivation permet de confirmer la commande de désactivation ou de refuser une demande de désactivation

**Tableau H.2/G.991.2 – Accusé de réception de désactivation**

N° d'octet	Contenu	Type de données	Référence
1	150	Identificateur de message	
2 bits 7..1	Réservé		Mis à 0
2 bit 0	Accusé de réception de désactivation	Bit	0 = désactivation OK 1 = désactivation impossible
3	Réservé		Mis 0

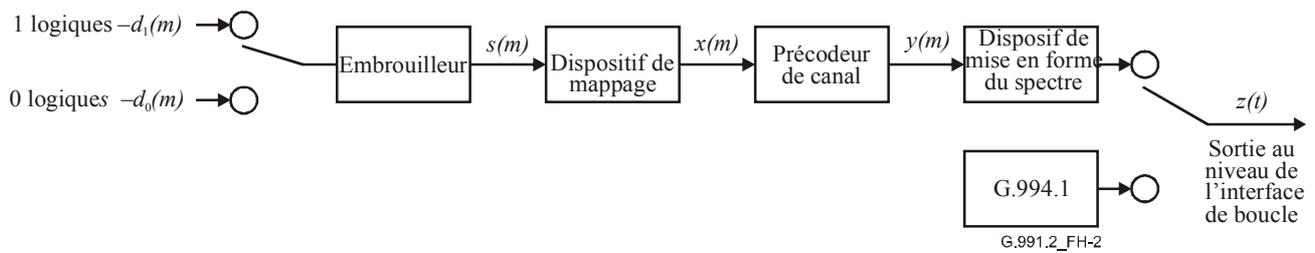
**H.2 Activation du démarrage à chaud**

Le démarrage à chaud peut être lancé par l'unité STU-R ou STU-C. Le présent paragraphe décrit les formes d'onde à l'interface de boucle et les procédures connexes pendant le démarrage à chaud. On évite dans la mesure du possible de spécifier directement les caractéristiques de fonctionnement des éléments du récepteur. Par contre, les caractéristiques de l'émetteur sont spécifiées individuellement et les caractéristiques de fonctionnement du récepteur le sont d'une manière générale en tant que caractéristiques globales de tous les éléments du récepteur. Il existe des exceptions pour les cas où les caractéristiques de fonctionnement d'un élément particulier du récepteur sont cruciales pour l'interfonctionnement.

Contrairement à la procédure d'activation décrite au § 6.2, un démarrage à chaud a recours à tous les paramètres mémorisés dans une procédure d'activation précédente qui a abouti, pour assurer un délai de démarrage minimal. Une activation est réussie si la convergence a été assurée et si le mode données a été obtenu (voir le § 6.1). Tous les paramètres (c'est-à-dire la configuration négociée durant la préactivation, toutes les données de la trame d'activation et toutes les valeurs des filtres adaptatifs) doivent être mémorisés avant de désactiver la transmission. Le démarrage à chaud repose sur le fait que tous les paramètres précédemment mémorisés tels que les caractéristiques de transfert de l'itinéraire de réception et de transmission et la relation temporelle entre les signaux de réception et de transmission sont encore pertinents. De petites modifications (dues par exemple aux variations de la température ambiante) ne devraient pas invalider une activation du démarrage à chaud; toutefois, si l'équipement ou les caractéristiques de boucle ont beaucoup changé, l'activation du démarrage à chaud peut échouer et, à la place, un démarrage à froid aura lieu.

**H.2.1 Modèle de référence PMD pour l'activation du démarrage à chaud**

Le schéma de principe de la couche PMD d'activation du démarrage à chaud d'un émetteur STU-C et d'un émetteur STU-R est indiqué à la Figure H.2.



**Figure H.2/G.991.2 – Modèle de référence PMD pour l'activation du démarrage à chaud**

L'index  $m$  représente le temps de symbole et  $t$  représente le temps analogique. Vu que la modulation 2-PAM est utilisée pour l'activation, le temps de bit est équivalent au temps de symbole. La sortie de l'embrouilleur est  $s(m)$ . La sortie du dispositif de mappage est  $x(m)$  et la sortie du dispositif de mise en forme du spectre au niveau de l'interface de boucle est  $z(t)$ .  $d_1(m)$  est un signal d'initialisation qui sera constitué de 1 logiques pour tous les  $m$ .  $d_0(m)$  est un signal d'initialisation qui sera constitué de 0 logiques pour tous les  $m$ . Le format de modulation sera le signal à deux niveaux et à codage Tomlinson, avec le débit de symboles entier choisi pour le fonctionnement en mode données. Pendant l'activation, la référence temporelle pour les signaux d'activation ont une tolérance de  $\pm 32$  ppm au niveau de l'unité STU-C et de  $\pm 100$  ppm au niveau de l'unité STU-R.

Les bits de sortie de l'embrouilleur  $s(m)$  seront mappés avec un niveau de sortie  $y(m)$  de la manière suivante.

**Tableau H.3/G.991.2 – Mappage des bits avec les niveaux**

Sortie $s(m)$ de l'embrouilleur	Niveau de sortie $y(m)$ du dispositif de mappage	Index du mode "données"
0	-9/16	0011
1	+9/16	1000

Les niveaux correspondant à 0 et 1 à la sortie de l'embrouilleur seront identiques aux niveaux de la constellation 16-TCPAM correspondant respectivement aux index 0011 et 1000.

### H.2.2 Séquence d'activation du démarrage à chaud

La séquence d'activation du démarrage à chaud et le schéma temporel correspondant sont indiqués à la Figure H.3.

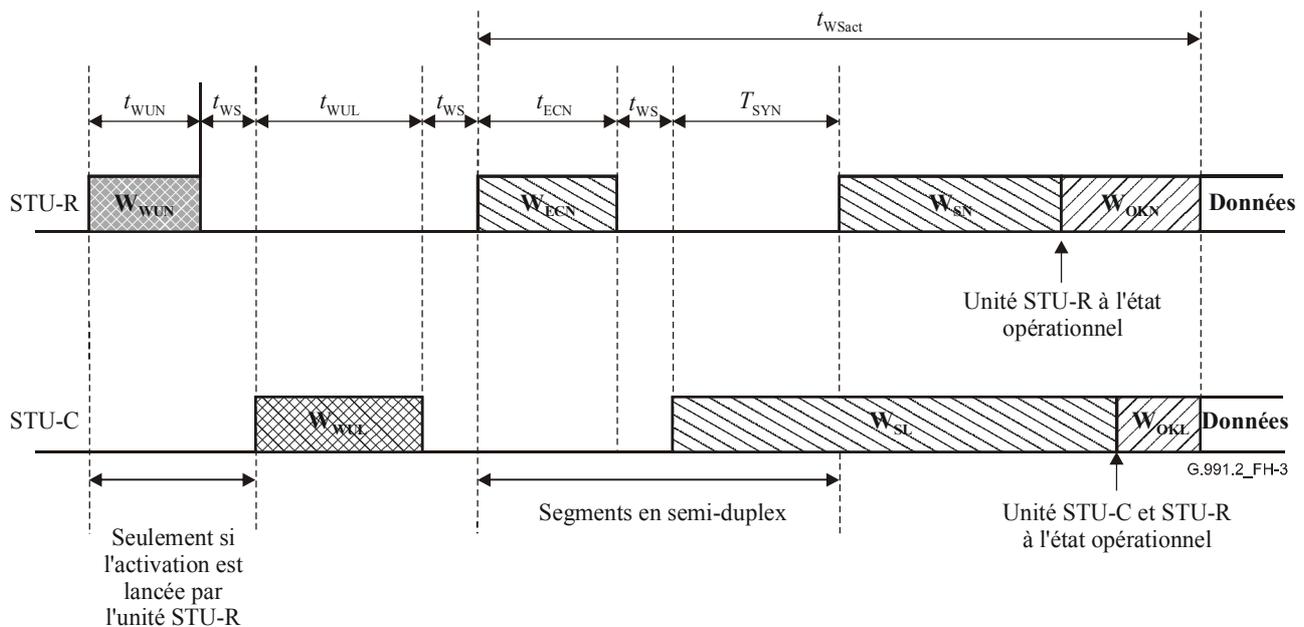


Figure H.3/G.991.2 – Diagramme temporel de la séquence d'activation du démarrage à chaud

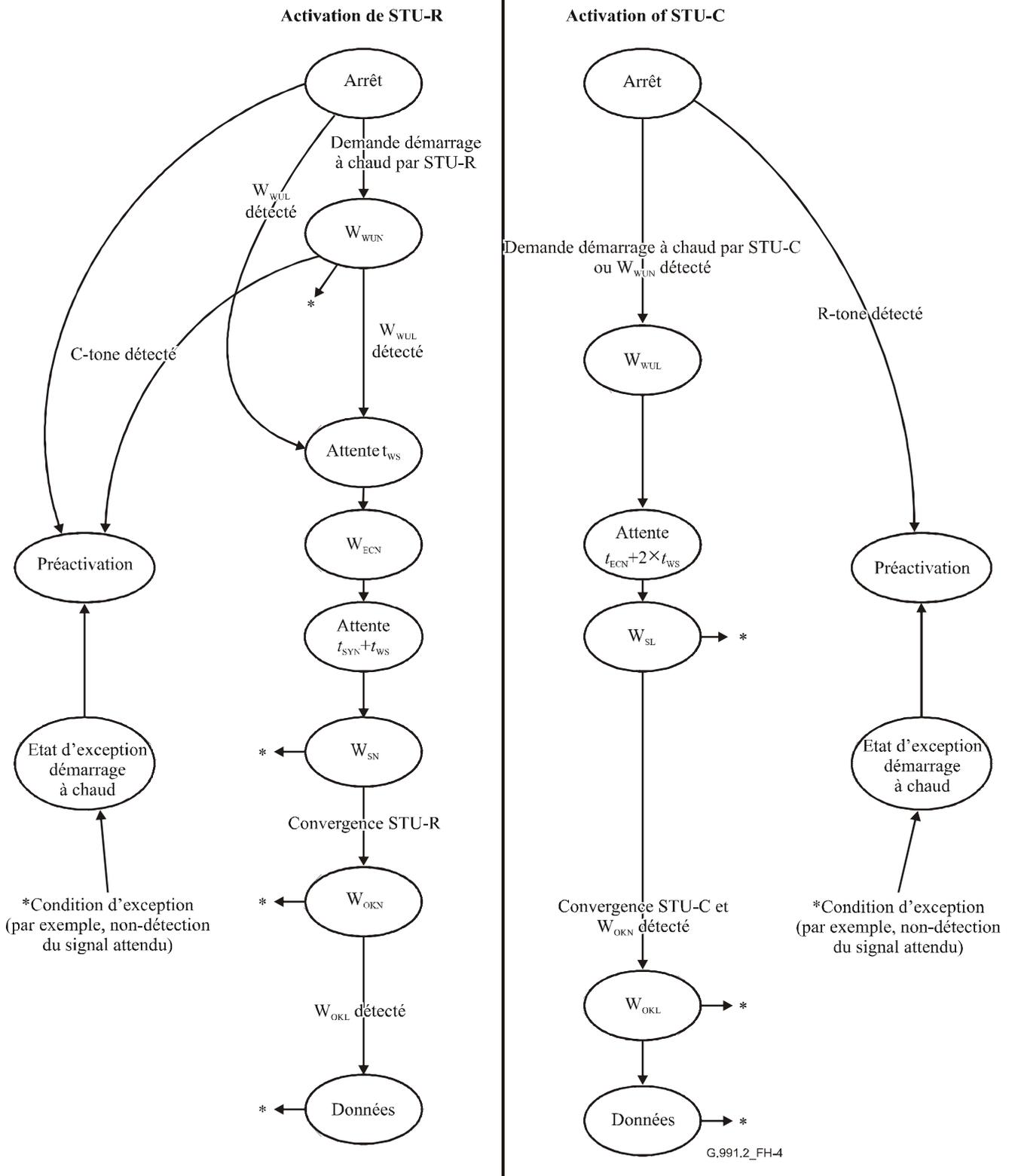
Tableau H.4/G.991.2 – Durées et tolérances des signaux d'activation

Signal	Paramètre	Référence	Valeur nominale	Tolérance
$t_{WUN}$	Durée de $W_{WUN}$	§ H.2.4.1	12 ms	$\pm 2$ ms
$t_{WS}$	Temps de garde destiné à éviter un chevauchement des signaux		6 ms	$\pm 2$ ms
$t_{WUL}$	Durée de $W_{WUL}$	§ H.2.4.2	20 ms	$\pm 2$ ms
$t_{ECN}$	Durée du segment en semi-duplex de l'unité STU-R	§ H.2.4.3	40 ms	$\pm 2$ ms
$t_{SYN}$	Durée minimale du segment en semi-duplex de l'unité STU-C		100 ms	$\pm 2$ ms
$t_{WSact}$	Temps d'activation maximal		500 ms	
$t_{active}$	Temps minimal pendant lequel la liaison doit rester active		5 min	

NOTE – Le temps maximal pour l'activation, après une désactivation sans rebouclage ou opération d'alimentation et sans modification des caractéristiques des câbles pour un système de transmission par câbles à paires métalliques est  $t_{WSact}$ . Cette valeur du temps d'activation est censée être de 95% pendant les essais effectués avec les modèles de lignes spécifiés pour le système de transmission numérique.

### H.2.3 Diagramme de transitions d'état

Le diagramme de transitions d'état pour l'activation du démarrage à chaud des unités STU-R et STU-C est représenté à la Figure H.4.



**Figure H.4/G.991.2 – Diagramme de transitions d'état du démarrage à chaud pour les émetteurs STU-C et STU-R**

## **H.2.4 Signaux utilisés pour l'activation du démarrage à chaud**

### **H.2.4.1 Signal $W_{WUN}$**

Le démarrage à chaud initié par l'unité STU-R commencera par l'envoi par cette unité du signal d'activation du démarrage à chaud,  $W_{WUN}$  pendant une durée de  $t_{WUN}$ . La forme d'onde et la puissance à l'émission du signal  $W_{WUN}$  sont identiques à celles de la tonalité R-Tone à 12 kHz utilisée dans la Rec. UIT-T G.994.1 [2].

### **H.2.4.2 Signal $W_{WUL}$**

Le signal d'activation pour le démarrage à chaud initié par l'unité STU-C sera le signal  $W_{WUL}$ . Si le démarrage à chaud est lancé par l'unité STU-R, l'unité STU-C enverra le signal  $W_{WUL}$  après la détection du signal  $W_{WUN}$ . La durée de  $W_{WUL}$  sera de  $t_{WUL}$ . La forme d'onde et la puissance à l'émission du signal  $W_{WUL}$  sont identiques à celles de la tonalité C-Tone à 20 kHz utilisée dans la Rec. UIT-T G.994.1 [2].

### **H.2.4.3 Signal $W_{ECN}$**

L'unité STU-R enverra le signal  $W_{ECN}$  commençant  $t_{WS}$  après la fin du signal  $W_{WUL}$ . La forme d'onde du signal  $W_{ECN}$  sera générée en connectant des 1 logiques à l'entrée de l'embrouilleur STU-R comme indiqué à la Figure H.2. La puissance à l'émission, le débit de symboles et le masque de densité PSD du signal  $W_{ECN}$  seront identiques à ceux du signal  $W_{SL}$ .

Le signal en semi-duplex  $W_{ECN}$  sera envoyé pendant la durée  $t_{ECN}$ .

### **H.2.4.4 Signal $W_{SL}$**

L'unité STU-C enverra le signal  $W_{SL}$  commençant  $t_{WS}$  après la fin du signal  $W_{ECN}$ . La forme d'onde du signal  $W_{SL}$  sera générée en connectant des 1 logiques à l'entrée de l'embrouilleur STU-C comme indiqué à la Figure H.2. La puissance à l'émission, le débit de symboles et le masque de densité PSD du signal  $W_{SL}$  seront ceux qui ont été négociés pendant la séquence de préactivation.

### **H.2.4.5 Signal $W_{SN}$**

L'unité STU-R commencera à transmettre le signal  $W_{SN}$  commençant  $t_{WS} + t_{SYN}$  après la fin du signal  $W_{ECN}$ . La forme d'onde du signal  $W_{SN}$  sera générée en connectant des 1 logiques à l'entrée de l'embrouilleur STU-R comme indiqué à la Figure H.2. La puissance à l'émission, le débit de symboles et le masque de densité PSD du signal  $W_{SN}$  seront ceux qui ont été négociés pendant la séquence de préactivation.

### **H.2.4.6 Signal $W_{OKN}$**

L'unité STU-R commencera à transmettre le signal  $W_{OKN}$  lorsqu'elle aura pleinement atteint l'état opérationnel, ce qui signifie que l'unité STU-R sera prête à passer au mode données. La forme d'onde du signal  $W_{OKN}$  sera générée en connectant des 0 logiques à l'entrée de l'embrouilleur STU-R comme indiqué à la Figure H.2. La puissance à l'émission, le débit de symboles et le masque de densité PSD du signal  $W_{OKN}$  seront identiques à ceux du signal  $W_{SN}$ .

### **H.2.4.7 Signal $W_{OKL}$**

L'unité STU-C enverra le signal  $W_{OKL}$  lorsqu'elle aura à la fois détecté le signal  $W_{OKL}$  et pleinement atteint l'état opérationnel, ce qui signifie que l'unité STU-C sera prête à passer au mode données. La forme d'onde du signal  $W_{OKL}$  sera générée en connectant le signal constitué de 0 logiques à l'entrée de l'embrouilleur STU-C comme indiqué à la Figure H.2. La puissance à l'émission, le débit de symboles et le masque de densité PSD du signal  $W_{OKL}$  seront identiques à ceux du signal  $W_{SL}$ . Le signal  $W_{OKL}$  sera envoyé pendant exactement 256 symboles.

#### H.2.4.8 Data<sub>c</sub> et Data<sub>r</sub>

Dans un délai égal à la durée de 200 symboles après la fin du signal W<sub>OKL</sub>, l'unité STU-C enverra Data<sub>c</sub> et l'unité STU-R enverra Data<sub>r</sub>. Ces signaux sont décrits au § 6.2.2.7. Il n'existe aucune prescription concernant une relation entre la fin du signal W<sub>OKL</sub> d'une part, et tout bit au sein de la trame SHDSL en mode "données", d'autre part. Les données de charge utile SHDSL deviendront valides dans un délai égal à T<sub>payloadValid</sub> (voir le Tableau H.5) après la fin du signal W<sub>OKL</sub>.

#### H.2.4.9 Condition d'exception durant le démarrage à chaud

Une condition d'exception sera déclarée pendant le démarrage à chaud, en cas d'expiration des valeurs de temporisation indiquées au Tableau H.5 ou en cas d'apparition de l'un des événements d'erreur définis par le fournisseur.

#### H.2.4.10 Etat "exception" durant le démarrage à chaud

Si une condition d'exception est déclarée pendant le démarrage à chaud, l'unité STU-C ou STU-R passe à l'état "exception" et le démarrage à chaud sera interrompu. Pendant l'état "exception", l'unité STU restera silencieuse pendant une durée au moins égale à T<sub>silence</sub> (voir le Tableau H.5), attendra la fin de l'émission de l'extrémité distante puis reviendra à l'état de démarrage initial correspondant. Les unités STU-R et STU-C lanceront la procédure de préactivation telle qu'elle est décrite au § 6.3.

#### H.2.4.11 Temporisations

Le Tableau H.5 indique les temporisations système et leurs valeurs.

**Tableau H.5/G.991.2 – Valeurs de temporisation**

Nom	Paramètre	Valeur
T <sub>silence</sub>	Temps minimal dans l'état "exception" durant le démarrage à chaud lorsque l'unité STU-C ou STU-R est silencieuse avant le début de la préactivation.	Voir le Tableau 6-3
T <sub>payloadValid</sub>	Temps entre le début de Data <sub>c</sub> et de Data <sub>r</sub> et des données de charge utile SHDSL valides.	Voir le Tableau 6-3

## Appendice I

### Exemples de circuit d'essai (caractère informatif)

#### I.1 Exemple de circuit d'essai d'injection de diaphonie

La Figure I.1 présente un circuit d'injection de diaphonie à haute impédance.

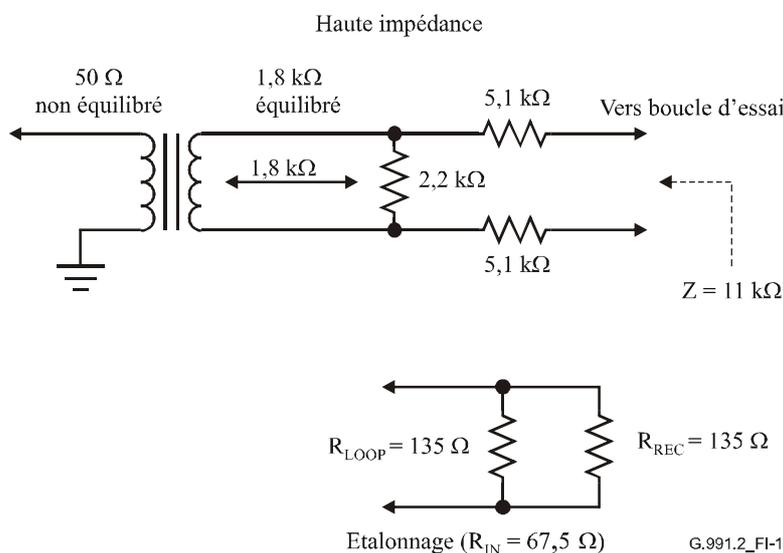


Figure I.1/G.991.2 – Exemple de circuit d'injection de diaphonie à haute impédance

#### I.2 Exemple de circuits de couplage pour la symétrie longitudinale et la tension de sortie longitudinale

Il est possible de mesurer la symétrie longitudinale et la tension de sortie longitudinale en utilisant les circuits de couplage décrits dans la Norme ANSI/IEEE 455-1985 [B7] et dans la Rec. UIT-T O.9 [B8]. Le circuit de couplage de la Figure I.2 se base sur la méthode de mesure définie dans la Norme ANSI/IEEE 455-1985. La tolérance sur la valeur des résistances doit être de 0,05 % pour fournir une précision de mesure suffisante. Le circuit de couplage de la Figure I.3 se base sur la méthode décrite dans la Rec. UIT-T O.9. Ce circuit d'essai utilise des transformateurs/symétriseurs de précision (avec bobinage bifilaire) et ne nécessite pas de résistances de précision. L'utilisation d'un symétriseur est souvent plus indiquée pour des mesures en haute fréquence.

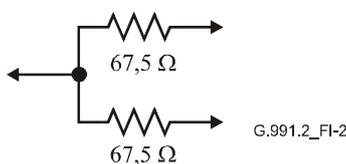


Figure I.2/G.991.2 – Exemple de circuit de couplage résistif

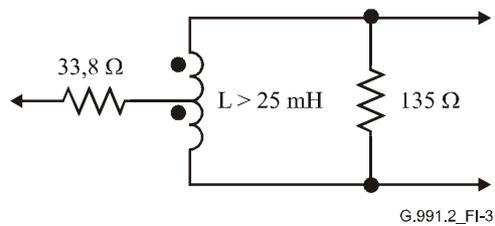


Figure I.3/G.991.2 – Exemple de circuit de couplage avec symétriseur

### I.3 Circuit d'essai d'affaiblissement d'adaptation

Le circuit d'essai de la Figure I.4 se base sur le pont d'affaiblissement d'adaptation bien classique, auquel ont été ajoutés des composants permettant de fournir une alimentation en tension continue et une isolation par transformateur pour l'instrumentation de mesure. L'isolation de la source de signal d'essai et de la charge de mesure par un transformateur permet d'éviter les erreurs de mesure résultant d'itinéraires de circuit intempestifs induits par la terre commune de l'instrumentation et des circuits d'alimentation en énergie de l'équipement soumis aux essais. L'entrée  $V_{IN}$  est connectée à un générateur de signal sinusoïdal à balayage (source à  $50 \Omega$ ) et la sortie  $V_{OUT}$  est connectée à un voltmètre à haute impédance avec sélection de fréquence (ou à un analyseur de spectre). L'affaiblissement d'adaptation de ce circuit d'essai est défini comme suit:

$$\text{Affaiblissement d'adaptation}(f) = 20 \log \left| \frac{Z_{TEST}(f) + Z_{REF}}{Z_{TEST}(f) - Z_{REF}} \right|$$

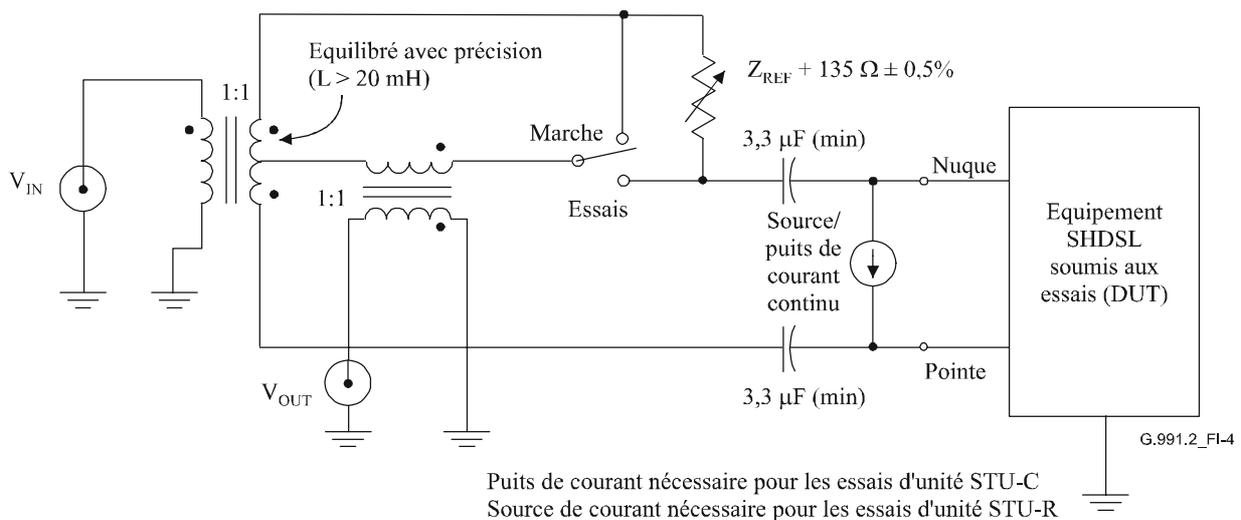


Figure I.4/G.991.2 – Exemple de pont d'essai d'affaiblissement d'adaptation (isolé par rapport à la masse)

### I.4 Circuit d'essai pour mesures de puissance totale ou de densité PSD en émission

Le circuit d'essai de la Figure I.5 est conçu pour mesurer la puissance totale et la densité PSD en émission. Le circuit fournit une alimentation en courant continu et une isolation par transformateur de l'instrumentation de mesure. L'isolation de l'entrée de l'instrumentation de mesure au moyen d'un transformateur permet d'éviter les erreurs de mesure résultant d'itinéraires de circuit intempestifs induits par la terre commune de l'instrumentation et des circuits d'alimentation en énergie de l'équipement DUT. Le signal de sortie  $V_{OUT}$  est connecté à un voltmètre à haute impédance avec sélection de fréquence (ou à un analyseur de spectre).

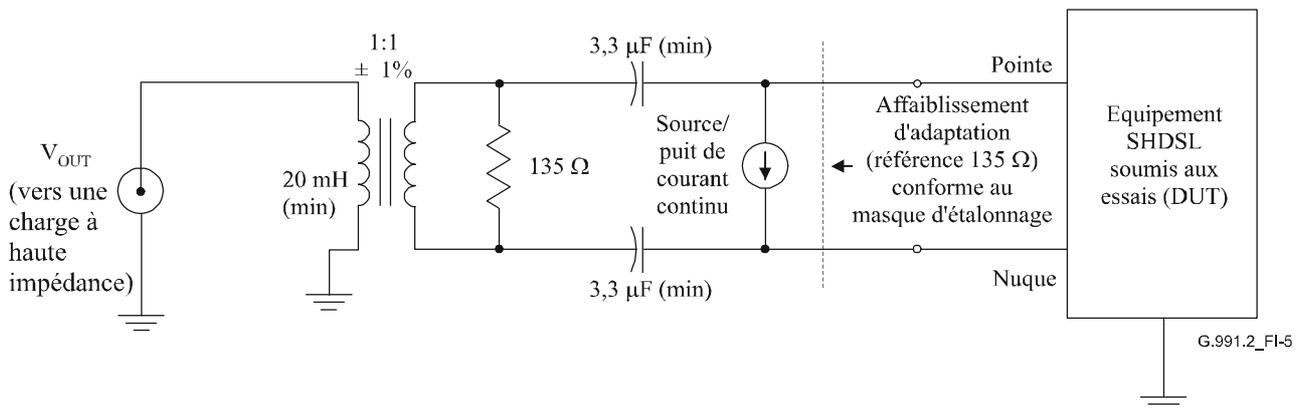


Figure I.5/G.991.2 – Exemple de circuit d'essai de puissance ou de densité PSD avec isolation par rapport à la masse

## Appendice II

### Caractéristiques usuelles des câbles (caractère informatif)

#### II.1 Caractéristiques usuelles pour les câbles de l'Annexe B

NOTE – Les paramètres du présent appendice diffèrent de ceux qui sont spécifiés dans la Rec. UIT-T G.996.1 [B11] pour les câbles PE 04 et PE 05.

Tableau II.1/G.991.2 – Constantes des câbles PE

Fréq [Hz] $\times 10^3$	PE04			PE05			PE06			PE08		
	Rs [Ω/m] $\times 10^{-3}$	Ls [H/m] $\times 10^{-9}$	Cp [F/m] $\times 10^{-12}$	Rs [Ω/m] $\times 10^{-3}$	Ls [H/m] $\times 10^{-9}$	Cp [F/m] $\times 10^{-12}$	Rs [Ω/m] $\times 10^{-3}$	Ls [H/m] $\times 10^{-9}$	Cp [F/m] $\times 10^{-12}$	Rs [Ω/m] $\times 10^{-3}$	Ls [H/m] $\times 10^{-9}$	Cp [F/m] $\times 10^{-12}$
0	268	680	45,5	172	680	25	119	700	56	67	700	37,8
10	268	678	45,5	172	678	25	120	695	56	70,0	700	37,8
20	269	675	45,5	173	675	25	121	693	56	72,5	687	37,8
40	271	669	45,5	175	667	25	125	680	56	75,0	665	37,8
100	282	650	45,5	190	646	25	146	655	56	91,7	628	37,8
150	295	642	45,5	207	637	25	167	641	56	105	609	37,8
200	312	635	45,5	227	629	25	189	633	56	117	595	37,8
400	390	619	45,5	302	603	25	260	601	56	159	568	37,8
500	425	608	45,5	334	592	25	288	590	56	177,5	560	37,8
700	493	593	45,5	392	577	25	340	576	56	209	553	37,8
1000	582	582	45,5	466	572	25	405	570	56	250	547	37,8
2000	816	571	45,5	655	565	25	571	560	56	353	540	37,8

**Tableau II.2/G.991.2 – Constantes des câbles PVC**

Fréq [Hz] $\times 10^3$	PVC032			PVC04			PVC063		
	Rs [Ω/m] $\times 10^{-3}$	Ls [H/m] $\times 10^{-9}$	Cp [F/m] $\times 10^{-12}$	Rs [Ω/m] $\times 10^{-3}$	Ls [H/m] $\times 10^{-9}$	Cp [F/m] $\times 10^{-12}$	Rs [Ω/m] $\times 10^{-3}$	Ls [H/m] $\times 10^{-9}$	Cp [F/m] $\times 10^{-12}$
0	419	650	120	268	650	120	108	635	120
10	419	650	120	268	650	120	108	635	120
20	419	650	120	268	650	120	108	635	120
40	419	650	120	268	650	120	111	630	120
100	427	647	120	281	635	120	141	604	120
150	453	635	120	295	627	120	173	584	120
200	493	621	120	311	619	120	207	560	120
400	679	577	120	391	592	120	319	492	120
500	750	560	120	426	579	120	361	469	120
700	877	546	120	494	566	120	427	450	120
1000	1041	545	120	584	559	120	510	442	120
2000	1463	540	120	817	550	120	720	434	120

### Appendice III

#### Description du démarrage du régénérateur de signal (caractère informatif)

Le présent appendice décrit la séquence utilisée pour des arcs équipés de régénérateurs. La séquence s'applique pour des arcs contenant un nombre quelconque de régénérateurs (jusqu'à 8), mais la description est faite, pour plus de simplicité, en considérant une liaison avec deux régénérateurs. L'utilisation de l'examen de ligne est optionnelle, mais la description est faite dans cette hypothèse.

Les prémisses de base sont que des listes de capacités et des résultats d'examen de ligne se propagent de l'unité STU-R vers l'unité STU-C et que le conditionnement de la ligne SHDSL débute au niveau de l'unité STU-C et se propage vers l'unité STU-R. Le bit "période de silence du régénérateur" (RSP) de la Rec. UIT-T G.994.1 est utilisé pour mettre les segments en attente pendant que le processus de démarrage se propage sur l'arc.

Le schéma de principe de la Figure III.1 représente un arc SHDSL usuel avec deux régénérateurs, utilisé comme référence pour les séquences de démarrage décrites ci-dessous.

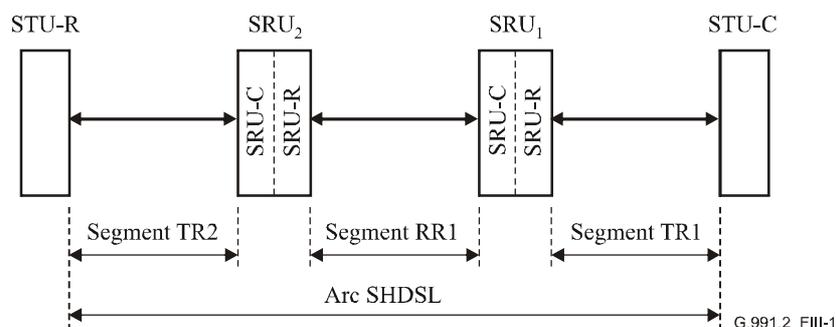


Figure III.1/G.991.2 – Schéma de principe d'un arc SHDSL avec deux régénérateurs de signal

### III.1 Démarrage initié par l'unité STU-R

On peut admettre, dans la plupart des installations SHDSL, que l'unité STU-R initie le processus de démarrage. Le processus de démarrage SHDSL proposé pour l'initiation à partir de l'unité STU-R est décrit ci-dessous et représenté de manière graphique par le Tableau III.1.

Dans ce mode, l'unité STU-R déclenche le processus de démarrage en initiant une session G.994.1 avec le régénérateur le plus proche (sur le segment TR2). L'unité STU-R et l'unité SRU<sub>2</sub>-C effectuent ensuite un échange de capacités puis, de manière optionnelle, un examen de ligne et un deuxième échange de capacités. Les unités ne disposent pas à cet instant de suffisamment d'informations pour démarrer l'activation SHDSL, de sorte que l'unité SRU<sub>2</sub>-C émet un message avec le bit RSP positionné pour mettre l'unité STU-R en attente pendant que le processus de démarrage se propage sur l'arc. La session G.994.1 se termine normalement et l'unité STU-R entame sa période d'attente.

L'unité SRU<sub>2</sub>-C véhicule ensuite les capacités en provenance du segment TR2 vers l'unité SRU<sub>2</sub>-R, par le biais de l'interface interne du régénérateur. L'unité SRU<sub>2</sub>-R initie ensuite une session G.994.1 avec l'unité SRU<sub>1</sub>-C et effectue la séquence d'échange de capacités et d'examen de ligne décrite précédemment pour le premier segment. Les capacités signalées par l'unité SRU<sub>2</sub>-R sont l'intersection de l'ensemble de ses propres capacités et des capacités reçues pour le segment TR2. Les unités ne disposent toujours pas d'informations suffisantes pour démarrer l'activation SHDSL, de sorte que l'unité SRU<sub>1</sub>-R émet à son tour un message avec le bit RSP positionné. La session G.994.1 se termine normalement et l'unité SRU<sub>2</sub>-R entame sa période d'attente.

L'unité SRU<sub>1</sub>-C véhicule ensuite, comme précédemment, les capacités en provenance du segment RR1 (y compris les informations en provenance du segment TR2) vers l'unité SRU<sub>1</sub>-R, par le biais de l'interface interne du régénérateur. L'unité SRU<sub>1</sub>-R initie une session G.994.1 avec l'unité STU-C et effectue un échange de capacités. Un examen de ligne et un second échange de capacités peuvent être utilisés d'une manière optionnelle. Les capacités signalées par l'unité SRU<sub>1</sub>-R sont, comme précédemment, l'intersection de l'ensemble de ses propres capacités et des capacités reçues pour les segments RR1 et TR2. L'unité STU-C dispose à ce moment de toutes les informations nécessaires au choix des paramètres de fonctionnement de l'arc. Le débit de données et les autres paramètres sont choisis comme dans le cas d'une séquence de préactivation normale (sans régénérateur) et l'activation SHDSL débute pour le segment TR1.

Lorsque la liaison entre les unités STU-C et SRU<sub>1</sub>-R (sur le segment TR1) a achevé la séquence d'activation (ou la session G.994.1, si le mode d'horloge 1 est sélectionné), l'unité SRU<sub>1</sub>-R communique à l'unité SRU<sub>1</sub>-C les paramètres de fonctionnement sélectionnés, par le biais de l'interface interne du régénérateur. L'unité SRU<sub>1</sub>-C initie alors une session G.994.1 avec l'unité SRU<sub>2</sub>-R sur le segment RR1. Les paramètres sont sélectionnés – aucun nouvel échange de capacités CLR-CL n'est nécessaire à ce moment – et les unités effectuent une activation SHDSL normale. Il n'est pas nécessaire de verrouiller la référence d'horloge de symbole sur une référence d'horloge réseau si le mode d'horloge 1 est sélectionné. La session G.994.1 et l'activation entre les

unités SRU<sub>1</sub>-C et SRU<sub>2</sub>-R G.994.1 doit, dans un tel cas, débiter dès que la session G.994.1 s'est achevée entre les unités STU-C et SRU<sub>1</sub>-R. Une référence d'horloge réseau est nécessaire dans les modes d'horloge 2, 3a et 3b pour établir la référence d'horloge de symbole. Dans ces modes, l'unité SRU<sub>1</sub>-C attendra l'achèvement de la session entre les unités STU-C et SRU<sub>1</sub>-R avant d'initier sa session G.994.1. L'horloge de référence requise pour les symboles sera alors disponible sur le segment entre les unités SRU<sub>1</sub>-C et SRU<sub>2</sub>-R.

Lorsque la séquence d'activation (ou la session G.994.1, si le mode d'horloge 1 est sélectionné) s'est achevée sur la liaison entre les unités SRU<sub>1</sub>-C et SRU<sub>2</sub>-R (sur le segment RR1), l'unité SRU<sub>2</sub>-R communique à l'unité SRU<sub>2</sub>-C les paramètres de fonctionnement, par le biais de l'interface interne du régénérateur. L'unité SRU<sub>2</sub>-C initie une session G.994.1 avec l'unité STU-R sur le segment TR2. Les paramètres sont sélectionnés et les unités effectuent l'activation SHDSL normale. L'arc peut devenir totalement opérationnel une fois que cette séquence d'activation s'est achevée.

**Tableau III.1/G.991.2 – Séquence de démarrage initiée par l'unité STU-R**

Segment TR2 (STU-R/SRU <sub>2</sub> -C)	Segment RR1 (SRU <sub>2</sub> -R/SRU <sub>1</sub> -C)	Segment TR1 (SRU <sub>1</sub> -R/STU-C)
Démarrage G.994.1 → Echange de capacités <i>Examen de ligne</i> <i>Echange de capacités</i> ← MS (RSP)	Démarrage G.994.1 → Echange de capacités <i>Examen de ligne</i> <i>Echange de capacités</i> ← MS (RSP)	Démarrage G.994.1 → Echange de capacités <i>Examen de ligne</i> <i>Echange de capacités</i> Sélection de mode Activation SHDSL
← Démarrage G.994.1 Sélection de mode Activation SHDSL	← Démarrage G.994.1 Sélection de mode Activation SHDSL	

### III.2 Démarrage initié par l'unité STU-C

Il peut être souhaitable, dans certains cas, que l'initiation du processus de démarrage se fasse à partir de l'unité STU-C. Le processus de démarrage SHDSL proposé pour l'initiation à partir de l'unité STU-C est décrit ci-dessous et représenté de manière graphique par le Tableau III.2.

Dans ce mode, l'unité STU-C déclenche le processus de démarrage en initiant une session G.994.1 avec le régénérateur le plus proche (sur le segment TR1). L'unité SRU<sub>2</sub>-C émet un message avec le bit RSP positionné pour mettre l'unité STU-C en attente pendant que le processus de démarrage se propage sur l'arc. La session G.994.1 se termine normalement et l'unité STU-C entame sa période d'attente. L'unité SRU<sub>1</sub>-C initie ensuite une session G.994.1 avec l'unité SRU<sub>2</sub>-R, qui prend également fin avec la réception d'un message de l'unité SRU<sub>2</sub>-R avec le bit RSP positionné.

L'unité SRU<sub>2</sub>-C initie ensuite une session G.994.1 avec l'unité STU-R. La séquence de démarrage se poursuit à partir de ce point comme décrit au § III.1 pour le démarrage initié par l'unité STU-R.

**Tableau III.2/G.991.2 – Séquence de démarrage initiée par l'unité STU-C**

Segment TR2 (STU-R/SRU <sub>2</sub> -C)	Segment RR1 (SRU <sub>2</sub> -R/SRU <sub>1</sub> -C)	Segment TR1 (SRU <sub>1</sub> -R/STU-C)
		← Démarrage G.994.1 MS (RSP) →
	← Démarrage G.994.1 MS (RSP) →	
← Démarrage G.994.1 Echange de capacités <i>Examen de ligne</i> <i>Echange de capacités</i> ← MS (RSP)	Démarrage G.994.1 → Echange de capacités <i>Examen de ligne</i> <i>Echange de capacités</i> ← MS (RSP)	Démarrage G.994.1 → Echange de capacités <i>Examen de ligne</i> <i>Echange de capacités</i> Sélection de mode Activation SHDSL
	← Démarrage G.994.1 Sélection de mode Activation SHDSL	
← Démarrage G.994.1 Sélection de mode Activation SHDSL		

### III.3 Démarrage initié par une unité SRU

Il peut être souhaitable, pour certaines applications limitées (entre autres certains scénarios de maintenance et de reconditionnement) d'initier la séquence de démarrage à partir d'un régénérateur. Dans ce mode, l'unité SRU initiera le conditionnement dans la direction aval, c'est-à-dire vers l'unité STU-R comme sur le segment correspondant pour la procédure de démarrage de l'unité STU-C (décrite au § III.2). L'unité STU-R initiera ensuite la procédure d'échange de capacités et d'examen de ligne vers l'unité STU-C, comme dans le cas d'un démarrage normal initié par cette dernière. La séquence de démarrage part de l'unité SRU-C initiatrice et se propage vers l'unité STU-R.

### **III.4 Collisions et reconditionnements**

Les collisions peuvent survenir (comme dans le cas d'applications vocales) lorsque les deux unités STU-C et STU-R effectuent simultanément une tentative d'établissement de connexion. Ces situations de collision peuvent être résolues par le processus décrit ci-dessous en spécifiant que les échanges de capacités et d'exams de R vers C auront toujours la priorité par rapport aux demandes de conditionnement de C vers R. Les sessions G.994.1 fournissent de manière intrinsèque la résolution des collisions au niveau de chaque segment.

La Rec. UIT-T G.994.1 spécifie une valeur de temporisation RSP voisine d'une minute. Cette valeur est optimale pour des arcs ne contenant pas plus d'un régénérateur. Par contre, pour des arcs avec régénérateurs multiples, la temporisation d'une unité STU peut déborder et initier une nouvelle session G.994.1 avant que l'unité SRU soit prête à débiter la phase suivante du conditionnement. L'unité SRU doit, dans une telle situation, répondre à l'initiation G.994.1 et émettre un nouveau message MS avec le bit RSP positionné pour remettre l'unité STU en attente. Cette dernière doit implémenter une temporisation interne et ne pas considérer qu'un démarrage a échoué avant l'expiration de cette temporisation. La temporisation doit être activée lorsque l'unité SRU reçoit un message MS avec le bit RSP positionné et ne doit pas expirer avant au moins 4 minutes.

Tous les segments de l'arc seront désactivés et la totalité de la procédure de démarrage sera réitérée si un segment quelconque sur l'arc doit subir un reconditionnement du fait des conditions d'état de la ligne ou d'autres raisons.

### **III.5 Activation du mode "diagnostic"**

La procédure de démarrage échouera sur la totalité de l'arc en cas de défaillance d'un segment. Cette situation est caractérisée normalement au niveau de l'unité STU par le fait que cette dernière reçoit un bit RSP lui indiquant de passer dans une période de silence et qu'elle ne reçoit plus aucune autre demande G.994.1. Il est difficile, pour le fournisseur de service, de vérifier l'intégrité des divers segments s'il ne dispose pas de certaines informations de diagnostic.

La solution de ce problème est fournie par l'utilisation du bit "mode diagnostic" de la Rec. UIT-T G.994.1 permettant de déclencher un mode de conditionnement de diagnostic. Lorsque ce bit est positionné, une unité SRU connectée à un segment défaillant se comportera comme une unité STU et permettra à la procédure de démarrage de se terminer. Tous les segments précédant le segment défaillant peuvent faire l'objet, de cette manière, d'essais de rebouclage et d'essais initiés par le canal EOC, ce qui permet aux exploitants réseau d'isoler rapidement le segment sur lequel la défaillance s'est manifestée.

## Appendice IV

### Présentation des profils de bruit décrits à l'Annexe B sous forme de tableaux

L'Appendice IV présente sous forme de tableaux le profil de bruit total (somme du bruit propre et du bruit étranger) correspondant à une marge de 0 dB pour tous les cas d'essai décrits à l'Annexe B. Ces densités PSD de bruit ont été utilisées pendant le calcul théorique de la marge. Les profils de bruit mis en tableaux devraient être mesurés à l'impédance d'étalonnage (voir le § B.3.3.1).

Nomenclature de profil de bruit: ABBBCDE

A: côté (C ou R)

BBB: taux

C: type de densité PSD (s pour symétrique ou a pour asymétrique)

D: type de bruit (A, B, C ou D)

E: numéro de boucle (de 2 à 7).

Les formes de bruit utilisées pour l'essai n° 1 seront identiques au bruit A de l'essai n° 2.

**Tableau IV.1/G.991.2 – Côté de l'unité STU-C/densités PSD symétriques**

Profil de bruit	Amplitude du bruit en dBm par Hz (signe toujours négatif) en fonction de la fréquence en kHz																		
	1	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	150	200	250	300	350	400	600	800
C384sA2	114,9	99,2	95,0	93,1	92,5	92,3	92,9	93,9	93,4	92,7	92,0	88,1	86,3	85,0	83,8	82,9	82,1	79,4	77,6
C384sC2	120,6	104,6	100,4	98,4	97,7	97,6	98,7	101,8	102,6	102,0	101,3	94,5	92,7	91,4	90,2	89,3	88,5	87,8	86,8
C384sD2	131,8	104,4	99,5	97,1	95,8	95,3	96,4	100,5	107,0	114,2	121,6	138,0	138,0	138,0	138,0	138,0	138,0	138,0	138,0
C512sA2	114,9	99,4	95,3	93,4	92,8	92,3	92,0	91,9	92,0	92,2	91,9	88,1	86,3	85,0	83,8	82,9	82,1	79,4	77,6
C512sC2	120,6	104,9	100,8	98,8	98,1	97,7	97,4	97,5	98,3	100,0	100,9	94,5	92,7	91,4	90,2	89,3	88,5	87,8	86,8
C512sD2	132,8	105,6	100,6	98,0	96,4	95,4	94,8	94,8	95,8	98,7	103,2	131,4	138,0	138,0	138,0	138,0	138,0	138,0	138,0
C768sA2	114,9	99,6	95,6	93,7	93,3	92,8	92,4	91,9	91,2	90,7	90,3	88,1	86,3	84,9	83,8	82,9	82,1	79,4	77,6
C768sC2	120,6	105,2	101,2	99,3	98,8	98,4	98,0	97,5	97,0	96,6	96,4	94,4	92,7	91,4	90,2	89,3	88,5	87,8	86,8
C768sD2	134,2	107,3	102,2	99,5	97,7	96,5	95,5	94,8	94,3	93,9	93,8	102,6	120,9	138,0	138,0	138,0	138,0	138,0	138,0
C1024sA2	114,9	99,7	95,7	93,9	93,6	93,2	92,8	92,3	91,5	90,8	90,3	87,5	86,3	84,9	83,8	82,9	82,1	79,4	77,6
C1024sC2	120,6	105,3	101,4	99,6	99,2	99,0	98,7	98,2	97,5	96,9	96,4	93,5	92,7	91,4	90,2	89,3	88,5	87,8	86,8
C1024sD2	135,0	108,5	103,3	100,6	98,8	97,5	96,4	95,5	94,9	94,3	93,9	93,6	102,1	115,8	130,8	138,0	138,0	138,0	138,0
C1280sA2	114,9	99,7	95,8	93,9	93,8	93,5	93,1	92,6	91,8	91,1	90,4	87,3	86,0	84,9	83,8	82,9	82,1	79,4	77,6
C1280sC2	120,6	105,4	101,5	99,7	99,5	99,4	99,3	98,8	98,0	97,4	96,8	93,2	92,2	91,3	90,2	89,3	88,5	87,8	86,8
C1280sD2	135,7	109,4	104,3	101,5	99,7	98,3	97,2	96,3	95,5	94,9	94,4	92,8	94,0	101,7	112,6	124,2	136,9	138,0	138,0
C1536sA2	115,0	99,7	95,8	94,0	93,8	93,6	93,3	92,8	92,0	91,2	90,6	87,3	85,8	84,7	83,8	82,9	82,1	79,4	77,6
C1536sC2	120,6	105,4	101,5	99,8	99,6	99,7	99,7	99,3	98,5	97,8	97,2	93,3	91,9	91,1	90,2	89,3	88,5	87,8	86,8
C1536sD2	136,1	110,2	105,0	102,3	100,4	99,0	97,9	96,9	96,1	95,5	94,9	92,9	92,3	94,4	101,4	110,4	119,9	138,0	138,0
C2048sA2	115,0	99,7	95,7	93,9	93,8	93,6	93,3	92,8	91,9	91,2	90,5	87,2	85,5	84,3	83,5	82,8	82,1	79,4	77,6
C2048sC2	120,6	105,4	101,5	99,8	99,6	99,7	99,7	99,4	98,5	97,8	97,2	93,1	91,6	90,4	89,7	89,2	88,5	87,8	86,8
C2048sD2	136,3	110,4	105,2	102,5	100,6	99,1	98,0	97,0	96,2	95,5	94,8	92,6	91,3	90,7	91,2	94,1	99,8	128,9	138,0
C2304sA2	115,0	99,7	95,8	94,0	93,8	93,6	93,4	92,9	92,0	91,2	90,6	87,2	85,5	84,3	83,4	82,7	82,0	79,4	77,6
C2304sC2	120,6	105,4	101,5	99,8	99,7	99,9	100,0	99,7	98,8	98,1	97,4	93,2	91,6	90,4	89,5	88,9	88,4	87,8	86,8
C2304sD2	136,6	110,9	105,7	102,9	101,0	99,6	98,4	97,4	96,6	95,9	95,3	92,9	91,5	90,7	90,4	91,3	94,4	118,1	138,0
C384sD3	131,8	104,4	99,5	97,1	95,8	95,3	96,4	100,5	107,0	114,2	121,6	138,0	138,0	138,0	138,0	138,0	138,0	138,0	138,0

**Tableau IV.1/G.991.2 – Côté de l'unité STU-C/densités PSD symétriques**

Profil de bruit	Amplitude du bruit en dBm par Hz (signe toujours négatif) en fonction de la fréquence en kHz																		
	1	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	150	200	250	300	350	400	600	800
C512sD3	132,8	105,6	100,6	98,0	96,4	95,4	94,8	94,8	95,8	98,7	103,2	131,4	138,0	138,0	138,0	138,0	138,0	138,0	138,0
C768sD3	134,1	107,3	102,2	99,5	97,7	96,5	95,5	94,8	94,3	93,9	93,8	102,6	120,9	138,0	138,0	138,0	138,0	138,0	138,0
C1024sD3	135,0	108,5	103,3	100,6	98,8	97,4	96,4	95,5	94,8	94,3	93,9	93,6	102,1	115,8	130,8	138,0	138,0	138,0	138,0
C1280sD3	135,6	109,4	104,2	101,5	99,7	98,3	97,2	96,2	95,5	94,9	94,3	92,8	94,0	101,7	112,6	124,2	136,9	138,0	138,0
C1536sD3	136,1	110,1	105,0	102,3	100,4	99,0	97,8	96,9	96,1	95,4	94,8	92,9	92,3	94,4	101,4	110,4	119,9	138,0	138,0
C2048sD3	136,3	110,3	105,2	102,4	100,5	99,1	97,9	96,9	96,1	95,4	94,8	92,6	91,3	90,7	91,2	94,1	99,8	128,9	138,0
C2304sD3	136,6	110,8	105,6	102,9	101,0	99,5	98,3	97,4	96,5	95,8	95,2	92,9	91,5	90,7	90,4	91,3	94,4	118,1	138,0
C384sA4	114,9	99,2	95,0	93,1	92,5	92,3	92,9	93,9	93,4	92,7	92,0	88,1	86,3	85,0	83,8	82,9	82,1	79,4	77,6
C384sC4	120,6	104,6	100,4	98,4	97,7	97,6	98,7	101,8	102,6	102,0	101,3	94,5	92,7	91,4	90,2	89,3	88,5	87,8	86,8
C512sA4	114,9	99,4	95,3	93,4	92,8	92,3	92,0	91,9	92,0	92,2	91,9	88,1	86,3	85,0	83,8	82,9	82,1	79,4	77,6
C512sC4	120,6	104,9	100,8	98,8	98,1	97,7	97,4	97,5	98,3	100,0	100,9	94,5	92,7	91,4	90,2	89,3	88,5	87,8	86,8
C768sA4	114,9	99,5	95,6	93,7	93,3	92,8	92,4	91,8	91,2	90,6	90,3	88,0	86,3	84,9	83,8	82,9	82,1	79,4	77,6
C768sC4	120,6	105,2	101,2	99,3	98,7	98,4	98,0	97,5	97,0	96,6	96,4	94,4	92,7	91,4	90,2	89,3	88,5	87,8	86,8
C1024sA4	114,9	99,6	95,7	93,8	93,6	93,2	92,8	92,2	91,5	90,8	90,2	87,5	86,3	84,9	83,8	82,9	82,1	79,4	77,6
C1024sC4	120,6	105,3	101,4	99,6	99,2	99,0	98,7	98,2	97,5	96,9	96,4	93,5	92,7	91,4	90,2	89,3	88,5	87,8	86,8
C1280sA4	114,9	99,6	95,7	93,9	93,7	93,4	93,1	92,5	91,7	91,0	90,4	87,3	86,0	84,9	83,8	82,9	82,1	79,4	77,6
C1280sC4	120,6	105,3	101,5	99,7	99,4	99,4	99,2	98,8	98,0	97,3	96,8	93,2	92,2	91,3	90,2	89,3	88,5	87,8	86,8
C1536sA4	114,9	99,6	95,7	93,9	93,8	93,5	93,2	92,7	91,9	91,2	90,5	87,3	85,8	84,7	83,8	82,9	82,1	79,4	77,6
C1536sC4	120,6	105,3	101,5	99,8	99,6	99,7	99,7	99,3	98,5	97,8	97,2	93,3	91,9	91,1	90,2	89,3	88,5	87,8	86,8
C2048sA4	115,0	99,6	95,6	93,9	93,7	93,5	93,2	92,6	91,8	91,0	90,4	87,1	85,5	84,3	83,5	82,8	82,1	79,4	77,6
C2048sC4	120,6	105,3	101,4	99,7	99,6	99,7	99,7	99,3	98,4	97,7	97,1	93,1	91,5	90,4	89,7	89,2	88,5	87,8	86,8
C2304sA4	115,0	99,6	95,6	93,9	93,7	93,5	93,2	92,7	91,8	91,1	90,4	87,1	85,4	84,2	83,4	82,7	82,0	79,4	77,6
C2304sC4	120,6	105,3	101,4	99,7	99,6	99,8	99,9	99,5	98,7	98,0	97,3	93,2	91,6	90,4	89,5	88,9	88,4	87,8	86,8
C384sB5	120,4	104,6	100,3	98,4	97,7	97,6	98,7	101,7	102,6	102,0	101,3	94,5	92,7	91,4	90,2	89,3	88,5	87,8	86,9
C512sB5	120,4	104,9	100,7	98,8	98,0	97,6	97,4	97,5	98,3	100,0	100,9	94,5	92,7	91,4	90,2	89,3	88,5	87,8	86,9

**Tableau IV.1/G.991.2 – Côté de l'unité STU-C/densités PSD symétriques**

Profil de bruit	Amplitude du bruit en dBm par Hz (signe toujours négatif) en fonction de la fréquence en kHz																		
	1	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	150	200	250	300	350	400	600	800
C768sB5	120,4	105,1	101,1	99,2	98,6	98,3	97,9	97,4	96,9	96,5	96,3	94,4	92,7	91,4	90,2	89,3	88,5	87,8	86,9
C1024sB5	120,4	105,2	101,2	99,4	99,0	98,8	98,5	98,0	97,4	96,8	96,3	93,5	92,7	91,4	90,2	89,3	88,5	87,8	86,9
C1280sB5	120,4	105,2	101,3	99,5	99,2	99,1	99,0	98,6	97,8	97,2	96,7	93,2	92,2	91,3	90,2	89,3	88,5	87,8	86,9
C1536sB5	120,4	105,1	101,2	99,5	99,3	99,3	99,3	98,9	98,2	97,5	97,0	93,2	91,9	91,1	90,2	89,3	88,5	87,8	86,9
C2048sB5	120,4	105,0	101,1	99,3	99,1	99,1	99,1	98,7	97,9	97,3	96,7	93,0	91,5	90,4	89,7	89,2	88,5	87,8	86,9
C2304sB5	120,5	104,9	101,0	99,2	99,0	99,1	99,1	98,8	98,1	97,4	96,8	93,0	91,5	90,4	89,5	88,9	88,4	87,8	86,9
C384sA6	114,9	99,2	95,0	93,1	92,5	92,3	92,9	93,9	93,4	92,7	92,0	88,1	86,3	85,0	83,8	82,9	82,1	79,4	77,6
C384sC6	120,6	104,6	100,4	98,4	97,7	97,6	98,7	101,8	102,6	102,0	101,3	94,5	92,7	91,4	90,2	89,3	88,5	87,8	86,8
C512sA6	114,9	99,4	95,3	93,4	92,8	92,3	92,0	91,9	92,0	92,2	91,9	88,1	86,3	85,0	83,8	82,9	82,1	79,4	77,6
C512sC6	120,6	104,9	100,8	98,8	98,1	97,7	97,4	97,5	98,3	100,0	100,9	94,5	92,7	91,4	90,2	89,3	88,5	87,8	86,8
C768sA6	114,9	99,6	95,6	93,7	93,3	92,9	92,4	91,9	91,2	90,7	90,3	88,0	86,3	84,9	83,8	82,9	82,1	79,4	77,6
C768sC6	120,6	105,2	101,2	99,3	98,8	98,4	98,0	97,5	97,0	96,6	96,4	94,4	92,7	91,4	90,2	89,3	88,5	87,8	86,8
C1024sA6	115,0	99,7	95,7	93,9	93,6	93,2	92,8	92,3	91,5	90,9	90,3	87,5	86,3	84,9	83,8	82,9	82,1	79,4	77,6
C1024sC6	120,6	105,3	101,4	99,6	99,2	99,0	98,7	98,2	97,5	96,9	96,4	93,5	92,7	91,4	90,2	89,3	88,5	87,8	86,8
C1280sA6	115,0	99,7	95,8	94,0	93,8	93,5	93,2	92,7	91,9	91,2	90,5	87,3	86,0	84,9	83,8	82,9	82,1	79,4	77,6
C1280sC6	120,6	105,4	101,5	99,7	99,5	99,4	99,3	98,8	98,1	97,4	96,8	93,2	92,2	91,3	90,2	89,3	88,5	87,8	86,8
C1536sA6	115,1	99,8	95,8	94,0	93,9	93,7	93,4	92,9	92,1	91,4	90,7	87,3	85,7	84,8	83,8	82,9	82,1	79,4	77,6
C1536sC6	120,6	105,4	101,5	99,8	99,6	99,8	99,8	99,4	98,6	97,9	97,3	93,3	91,9	91,1	90,2	89,3	88,5	87,8	86,8
C2048sA6	115,4	100,0	95,9	94,0	93,9	93,7	93,4	93,0	92,1	91,4	90,7	87,2	85,5	84,4	83,5	82,8	82,1	79,4	77,6
C2048sC6	120,7	105,4	101,5	99,8	99,7	99,8	99,8	99,5	98,6	97,9	97,3	93,1	91,5	90,4	89,7	89,2	88,5	87,8	86,8
C2304sA6	115,6	100,2	96,0	94,1	94,0	93,8	93,6	93,1	92,3	91,5	90,9	87,3	85,5	84,4	83,4	82,7	82,0	79,4	77,6
C2304sC6	120,7	105,4	101,5	99,8	99,7	100,0	100,1	99,8	99,0	98,3	97,6	93,2	91,6	90,4	89,6	88,9	88,4	87,8	86,8
C384sA7	114,9	99,2	95,0	93,1	92,5	92,3	92,9	93,9	93,4	92,7	92,0	88,1	86,3	85,0	83,8	82,9	82,1	79,4	77,6
C384sB7	120,6	104,6	100,4	98,4	97,7	97,6	98,7	101,8	102,6	102,0	101,3	94,5	92,7	91,4	90,2	89,3	88,5	87,8	86,9
C384sC7	120,6	104,6	100,4	98,4	97,7	97,6	98,7	101,8	102,6	102,0	101,3	94,5	92,7	91,4	90,2	89,3	88,5	87,8	86,8

**Tableau IV.1/G.991.2 – Côté de l'unité STU-C/densités PSD symétriques**

Profil de bruit	Amplitude du bruit en dBm par Hz (signe toujours négatif) en fonction de la fréquence en kHz																		
	1	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	150	200	250	300	350	400	600	800
C384sD7	131,8	104,4	99,5	97,1	95,8	95,3	96,4	100,5	107,0	114,2	121,6	138,0	138,0	138,0	138,0	138,0	138,0	138,0	138,0
C512sA7	114,9	99,4	95,3	93,4	92,8	92,3	92,0	91,9	92,0	92,2	91,9	88,1	86,3	85,0	83,8	82,9	82,1	79,4	77,6
C512sB7	120,6	104,9	100,8	98,8	98,1	97,7	97,4	97,5	98,3	100,0	100,9	94,5	92,7	91,4	90,2	89,3	88,5	87,8	86,9
C512sC7	120,6	104,9	100,8	98,8	98,1	97,7	97,4	97,5	98,3	100,0	100,9	94,5	92,7	91,4	90,2	89,3	88,5	87,8	86,8
C512sD7	132,8	105,6	100,6	98,0	96,4	95,4	94,8	94,8	95,8	98,7	103,2	131,4	138,0	138,0	138,0	138,0	138,0	138,0	138,0
C768sA7	114,9	99,5	95,6	93,7	93,3	92,8	92,4	91,8	91,2	90,7	90,3	88,1	86,3	84,9	83,8	82,9	82,1	79,4	77,6
C768sB7	120,6	105,2	101,2	99,3	98,7	98,4	98,0	97,5	97,0	96,6	96,4	94,4	92,7	91,4	90,2	89,3	88,5	87,8	86,9
C768sC7	120,6	105,2	101,2	99,3	98,7	98,4	98,0	97,5	97,0	96,6	96,4	94,4	92,7	91,4	90,2	89,3	88,5	87,8	86,8
C768sD7	134,1	107,2	102,1	99,5	97,7	96,5	95,5	94,8	94,3	93,9	93,8	102,6	120,9	138,0	138,0	138,0	138,0	138,0	138,0
C1024sA7	114,9	99,6	95,7	93,8	93,6	93,2	92,8	92,2	91,5	90,8	90,3	87,5	86,3	84,9	83,8	82,9	82,1	79,4	77,6
C1024sB7	120,6	105,3	101,4	99,6	99,2	99,0	98,7	98,2	97,5	96,9	96,4	93,5	92,7	91,4	90,2	89,3	88,5	87,8	86,9
C1024sC7	120,6	105,3	101,4	99,6	99,2	99,0	98,7	98,2	97,5	96,9	96,4	93,5	92,7	91,4	90,2	89,3	88,5	87,8	86,8
C1024sD7	135,0	108,4	103,3	100,6	98,8	97,4	96,4	95,5	94,9	94,3	93,9	93,6	102,1	115,8	130,8	138,0	138,0	138,0	138,0
C1280sA7	114,9	99,6	95,7	93,9	93,7	93,4	93,1	92,6	91,8	91,1	90,4	87,3	86,0	84,9	83,8	82,9	82,1	79,4	77,6
C1280sB7	120,6	105,3	101,5	99,7	99,4	99,4	99,2	98,8	98,0	97,4	96,8	93,2	92,2	91,3	90,2	89,3	88,5	87,8	86,9
C1280sC7	120,6	105,3	101,5	99,7	99,4	99,4	99,2	98,8	98,0	97,4	96,8	93,2	92,2	91,3	90,2	89,3	88,5	87,8	86,8
C1280sD7	135,7	109,4	104,2	101,5	99,7	98,3	97,2	96,3	95,5	94,9	94,3	92,8	94,0	101,7	112,6	124,2	136,9	138,0	138,0
C1536sA7	115,0	99,7	95,7	93,9	93,8	93,6	93,3	92,8	91,9	91,2	90,6	87,3	85,8	84,8	83,8	82,9	82,1	79,4	77,6
C1536sB7	120,6	105,3	101,5	99,8	99,6	99,7	99,7	99,3	98,5	97,8	97,2	93,3	91,9	91,1	90,2	89,3	88,5	87,8	86,9
C1536sC7	120,6	105,3	101,5	99,8	99,6	99,7	99,7	99,3	98,5	97,8	97,2	93,3	91,9	91,1	90,2	89,3	88,5	87,8	86,8
C1536sD7	136,1	110,1	105,0	102,2	100,4	99,0	97,8	96,9	96,1	95,5	94,9	92,9	92,3	94,4	101,4	110,4	119,9	138,0	138,0
C2048sA7	115,0	99,7	95,7	93,9	93,7	93,5	93,2	92,7	91,9	91,2	90,5	87,2	85,5	84,4	83,5	82,8	82,1	79,4	77,6
C2048sB7	120,6	105,3	101,4	99,7	99,6	99,7	99,7	99,3	98,5	97,8	97,2	93,1	91,6	90,4	89,7	89,2	88,5	87,8	86,9
C2048sC7	120,6	105,3	101,4	99,7	99,6	99,7	99,7	99,3	98,5	97,8	97,2	93,1	91,6	90,4	89,7	89,2	88,5	87,8	86,8
C2048sD7	136,3	110,3	105,1	102,4	100,5	99,1	98,0	97,0	96,2	95,5	94,8	92,6	91,3	90,7	91,2	94,1	99,8	128,9	138,0

**Tableau IV.1/G.991.2 – Côté de l'unité STU-C/densités PSD symétriques**

Profil de bruit	Amplitude du bruit en dBm par Hz (signe toujours négatif) en fonction de la fréquence en kHz																		
	1	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	150	200	250	300	350	400	600	800
C2304sA7	115,1	99,7	95,7	93,9	93,8	93,6	93,3	92,8	92,0	91,2	90,6	87,2	85,5	84,3	83,4	82,7	82,0	79,4	77,6
C2304sB7	120,6	105,3	101,4	99,7	99,6	99,8	99,9	99,6	98,8	98,1	97,4	93,2	91,6	90,4	89,6	88,9	88,4	87,8	86,9
C2304sC7	120,6	105,3	101,4	99,7	99,6	99,8	99,9	99,6	98,8	98,1	97,4	93,2	91,6	90,4	89,6	88,9	88,4	87,8	86,8
C2304sD7	136,6	110,8	105,6	102,9	101,0	99,5	98,4	97,4	96,6	95,9	95,3	92,9	91,5	90,7	90,4	91,3	94,4	118,1	138,0

**Tableau IV.2/G.991.2 – Côté de l'unité STU-C/densités PSD asymétriques**

Profil de bruit	Amplitude du bruit en dBm par Hz (signe toujours négatif) en fonction de la fréquence en kHz																		
	1	20	40	60	80	100	150	200	250	300	350	400	500	600	700	800	1000	1200	1400
C2048aA2	115,0	95,8	93,9	93,5	92,1	90,7	87,2	85,5	84,2	83,2	82,3	81,5	80,3	79,4	78,4	77,6	76,1	79,0	85,6
C2048aC2	120,6	101,6	99,8	100,1	99,0	97,5	93,2	91,5	90,2	89,1	88,2	87,5	86,5	87,7	87,6	86,8	85,3	87,9	93,8
C2048aD2	136,6	105,8	101,2	98,6	96,7	95,3	92,8	91,0	89,8	88,8	88,1	87,6	87,9	93,1	101,7	110,3	126,3	138,0	138,0
C2304aA2	115,0	95,8	94,0	93,8	92,5	91,1	87,5	85,7	84,4	83,4	82,5	81,8	80,4	79,4	78,4	77,6	76,1	79,0	85,6
C2304aC2	120,6	101,6	100,0	100,9	100,1	98,7	93,7	92,0	90,6	89,6	88,7	87,9	86,6	87,6	87,6	86,8	85,3	87,9	93,8
C2304aD2	137,5	107,5	102,9	100,3	98,5	97,0	94,5	92,8	91,5	90,5	89,7	89,1	88,7	92,0	99,6	107,6	122,5	135,2	138,0
C2048aD3	136,6	105,7	101,1	98,5	96,6	95,2	92,7	91,0	89,8	88,8	88,1	87,6	87,9	93,1	101,7	110,3	126,3	138,0	138,0
C2304aD3	137,5	107,4	102,8	100,2	98,3	96,9	94,4	92,7	91,5	90,5	89,7	89,1	88,7	92,0	99,6	107,6	122,5	135,2	138,0
C2048aA4	114,9	95,7	93,8	93,4	92,0	90,6	87,2	85,5	84,2	83,2	82,3	81,5	80,3	79,4	78,4	77,6	76,1	79,0	85,6
C2048aC4	120,6	101,5	99,7	100,0	98,8	97,4	93,2	91,5	90,1	89,1	88,2	87,5	86,5	87,7	87,6	86,8	85,3	87,9	93,8
C2304aA4	115,0	95,7	93,9	93,6	92,3	90,9	87,4	85,7	84,4	83,4	82,5	81,8	80,4	79,4	78,4	77,6	76,1	79,0	85,6
C2304aC4	120,6	101,5	99,9	100,8	99,9	98,5	93,7	92,0	90,6	89,6	88,7	87,9	86,6	87,6	87,6	86,8	85,3	87,9	93,8
C2048aB5	120,4	101,1	99,2	99,3	98,2	97,0	93,1	91,4	90,1	89,1	88,2	87,5	86,5	87,7	87,7	86,9	85,4	88,2	94,5
C2304aB5	120,4	101,1	99,3	99,9	99,1	97,9	93,5	91,9	90,6	89,5	88,7	87,9	86,6	87,6	87,7	86,9	85,4	88,2	94,5
C2048aA6	115,2	95,8	94,0	93,6	92,3	90,9	87,3	85,5	84,2	83,2	82,3	81,5	80,3	79,4	78,4	77,6	76,1	79,0	85,6

**Tableau IV.2/G.991.2 – Côté de l'unité STU-C/densités PSD asymétriques**

Profil de bruit	Amplitude du bruit en dBm par Hz (signe toujours négatif) en fonction de la fréquence en kHz																		
	1	20	40	60	80	100	150	200	250	300	350	400	500	600	700	800	1000	1200	1400
C2048aC6	120,6	101,6	99,8	100,2	99,1	97,6	93,2	91,5	90,2	89,1	88,2	87,5	86,5	87,7	87,6	86,8	85,3	87,9	93,8
C2304aA6	115,4	96,0	94,1	94,0	92,8	91,3	87,5	85,7	84,5	83,4	82,5	81,8	80,4	79,4	78,4	77,6	76,1	79,0	85,6
C2304aC6	120,7	101,6	100,0	101,1	100,3	98,8	93,7	92,0	90,6	89,6	88,7	87,9	86,6	87,6	87,6	86,8	85,3	87,9	93,8
C2048aA7	115,0	95,7	93,8	93,4	92,1	90,7	87,2	85,5	84,2	83,2	82,3	81,5	80,3	79,4	78,4	77,6	76,1	79,0	85,6
C2048aB7	120,6	101,5	99,7	100,1	98,9	97,5	93,2	91,5	90,2	89,1	88,2	87,5	86,5	87,7	87,7	86,9	85,4	88,2	94,5
C2048aC7	120,6	101,5	99,7	100,1	98,9	97,5	93,2	91,5	90,2	89,1	88,2	87,5	86,5	87,7	87,6	86,8	85,3	87,9	93,8
C2048aD7	136,6	105,7	101,1	98,5	96,7	95,3	92,7	91,0	89,8	88,8	88,1	87,6	87,9	93,1	101,7	110,3	126,3	138,0	138,0
C2304aA7	115,1	95,8	93,9	93,7	92,4	91,0	87,5	85,7	84,4	83,4	82,5	81,8	80,4	79,4	78,4	77,6	76,1	79,0	85,6
C2304aB7	120,6	101,5	99,9	100,9	100,0	98,6	93,7	92,0	90,6	89,6	88,7	87,9	86,6	87,6	87,7	86,9	85,4	88,2	94,5
C2304aC7	120,6	101,5	99,9	100,9	100,0	98,6	93,7	92,0	90,6	89,6	88,7	87,9	86,6	87,6	87,6	86,8	85,3	87,9	93,8
C2304aD7	137,5	107,4	102,8	100,2	98,4	97,0	94,5	92,7	91,5	90,5	89,7	89,1	88,7	92,0	99,6	107,6	122,5	135,2	138,0

**Tableau IV.3/G.991.2 – Côté de l'unité STU-R/densités PSD symétriques**

Profil de bruit	Amplitude du bruit en dBm par Hz (signe toujours négatif) en fonction de la fréquence en kHz																		
	1	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	150	200	250	300	350	400	600	800
R384sA2	114,9	99,2	95,3	93,7	92,6	92,1	92,3	92,4	91,8	91,0	90,4	87,9	86,2	84,8	87,3	93,1	98,1	123,1	115,4
R384sC2	120,6	104,6	100,2	98,1	97,3	96,9	97,3	98,2	97,6	96,9	96,2	94,4	93,4	92,1	94,8	99,7	101,5	99,8	96,9
R384sD2	131,8	104,4	99,5	97,1	95,8	95,3	96,4	100,5	107,0	114,2	121,6	138,0	138,0	138,0	138,0	138,0	138,0	138,0	138,0
R512sA2	114,9	99,4	95,7	94,1	92,9	92,1	91,6	91,1	90,9	90,8	90,4	87,9	86,2	84,8	87,3	93,1	98,1	122,5	115,4
R512sC2	120,6	104,9	100,6	98,4	97,6	96,9	96,5	96,3	96,4	96,5	96,1	94,4	93,4	92,1	94,8	99,7	101,5	99,8	96,9
R512sD2	132,8	105,6	100,6	98,0	96,4	95,4	94,8	94,8	95,8	98,7	103,2	131,4	138,0	138,0	138,0	138,0	138,0	138,0	138,0
R768sA2	114,9	99,6	96,0	94,5	93,4	92,6	91,9	91,0	90,4	89,8	89,3	87,9	86,1	84,8	87,3	93,0	98,0	117,7	114,9
R768sC2	120,6	105,2	101,0	98,9	98,1	97,5	96,9	96,3	95,6	95,1	94,7	94,4	93,4	92,1	94,8	99,7	101,5	99,8	96,9

**Tableau IV.3/G.991.2 – Côté de l'unité STU-R/densités PSD symétriques**

Profil de bruit	Amplitude du bruit en dBm par Hz (signe toujours négatif) en fonction de la fréquence en kHz																		
	1	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	150	200	250	300	350	400	600	800
R768sD2	134,2	107,3	102,2	99,5	97,7	96,5	95,5	94,8	94,3	93,9	93,8	102,6	120,9	138,0	138,0	138,0	138,0	138,0	138,0
R1024sA2	114,9	99,7	96,1	94,7	93,7	92,9	92,2	91,3	90,6	89,9	89,3	87,4	86,1	84,8	87,3	93,0	97,8	113,4	113,5
R1024sC2	120,6	105,3	101,2	99,1	98,5	97,9	97,3	96,7	95,9	95,3	94,7	93,5	93,4	92,1	94,8	99,7	101,5	99,8	96,9
R1024sD2	135,0	108,5	103,3	100,6	98,8	97,5	96,4	95,5	94,9	94,3	93,9	93,6	102,1	115,8	130,8	138,0	138,0	138,0	138,0
R1280sA2	114,9	99,7	96,1	94,8	93,9	93,1	92,5	91,6	90,8	90,1	89,5	87,2	85,9	84,7	87,2	92,8	97,4	108,6	110,3
R1280sC2	120,6	105,4	101,3	99,2	98,7	98,2	97,7	97,1	96,2	95,5	94,9	93,2	92,8	92,1	94,8	99,7	101,5	99,8	96,9
R1280sD2	135,7	109,4	104,3	101,5	99,7	98,3	97,2	96,3	95,5	94,9	94,4	92,8	94,0	101,7	112,6	124,2	136,9	138,0	138,0
R1536sA2	115,0	99,7	96,1	94,9	94,0	93,3	92,6	91,7	90,9	90,2	89,6	87,2	85,6	84,6	87,1	92,6	96,8	104,4	106,2
R1536sC2	120,6	105,4	101,3	99,3	98,8	98,3	97,9	97,3	96,5	95,7	95,1	93,3	92,4	91,8	94,7	99,6	101,4	99,8	96,9
R1536sD2	136,1	110,2	105,0	102,3	100,4	99,0	97,9	96,9	96,1	95,5	94,9	92,9	92,3	94,4	101,4	110,4	119,9	138,0	138,0
R2048sA2	115,0	99,7	96,1	94,8	94,0	93,2	92,6	91,7	90,9	90,1	89,5	87,1	85,4	84,2	86,2	90,4	94,7	100,6	102,0
R2048sC2	120,6	105,4	101,3	99,3	98,8	98,3	97,9	97,3	96,5	95,7	95,1	93,1	92,0	91,0	92,6	96,2	100,1	99,7	96,9
R2048sD2	136,3	110,4	105,2	102,5	100,6	99,1	98,0	97,0	96,2	95,5	94,8	92,6	91,3	90,7	91,2	94,1	99,8	128,9	138,0
R2304sA2	115,0	99,7	96,1	94,8	94,0	93,3	92,7	91,8	90,9	90,2	89,6	87,1	85,4	84,1	85,8	88,5	91,3	98,0	99,1
R2304sC2	120,6	105,4	101,3	99,3	98,8	98,4	98,0	97,5	96,6	95,9	95,2	93,2	92,0	90,9	92,2	93,9	96,7	99,7	96,8
R2304sD2	136,6	110,9	105,7	102,9	101,0	99,6	98,4	97,4	96,6	95,9	95,3	92,9	91,5	90,7	90,4	91,3	94,4	118,1	138,0
R384sD3	131,8	104,4	99,5	97,1	95,8	95,3	96,4	100,5	107,0	114,2	121,6	138,0	138,0	138,0	138,0	138,0	138,0	138,0	138,0
R512sD3	132,8	105,6	100,6	98,0	96,4	95,4	94,8	94,8	95,8	98,7	103,2	131,4	138,0	138,0	138,0	138,0	138,0	138,0	138,0
R768sD3	134,1	107,3	102,2	99,5	97,7	96,5	95,5	94,8	94,3	93,9	93,8	102,6	120,9	138,0	138,0	138,0	138,0	138,0	138,0
R1024sD3	135,0	108,5	103,3	100,6	98,8	97,4	96,4	95,5	94,8	94,3	93,9	93,6	102,1	115,8	130,8	138,0	138,0	138,0	138,0
R1280sD3	135,6	109,4	104,2	101,5	99,7	98,3	97,2	96,2	95,5	94,9	94,3	92,8	94,0	101,7	112,6	124,2	136,9	138,0	138,0
R1536sD3	136,1	110,1	105,0	102,3	100,4	99,0	97,8	96,9	96,1	95,4	94,8	92,9	92,3	94,4	101,4	110,4	119,9	138,0	138,0
R2048sD3	136,3	110,3	105,2	102,4	100,5	99,1	97,9	96,9	96,1	95,4	94,8	92,6	91,3	90,7	91,2	94,1	99,8	128,9	138,0
R2304sD3	136,6	110,8	105,6	102,9	101,0	99,5	98,3	97,4	96,5	95,8	95,2	92,9	91,5	90,7	90,4	91,3	94,4	118,1	138,0
R384sA4	114,9	99,2	95,3	93,7	92,6	92,1	92,3	92,4	91,8	91,0	90,4	87,9	86,2	84,8	87,3	93,1	98,1	123,1	115,4

**Tableau IV.3/G.991.2 – Côté de l'unité STU-R/densités PSD symétriques**

Profil de bruit	Amplitude du bruit en dBm par Hz (signe toujours négatif) en fonction de la fréquence en kHz																		
	1	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	150	200	250	300	350	400	600	800
R384sC4	120,6	104,6	100,2	98,1	97,3	96,9	97,3	98,2	97,6	96,9	96,2	94,4	93,4	92,1	94,8	99,7	101,5	99,8	96,9
R512sA4	114,9	99,4	95,6	94,0	92,9	92,1	91,6	91,0	90,9	90,8	90,4	87,9	86,2	84,8	87,3	93,1	98,1	122,8	115,4
R512sC4	120,6	104,9	100,6	98,4	97,6	96,9	96,5	96,3	96,4	96,5	96,1	94,4	93,4	92,1	94,8	99,7	101,5	99,8	96,9
R768sA4	114,9	99,5	95,9	94,5	93,4	92,6	91,9	91,0	90,3	89,8	89,3	87,9	86,1	84,8	87,3	93,0	98,0	119,3	115,2
R768sC4	120,6	105,2	101,0	98,9	98,1	97,5	96,9	96,3	95,6	95,1	94,7	94,4	93,4	92,1	94,8	99,7	101,5	99,8	96,9
R1024sA4	114,9	99,6	96,1	94,7	93,7	92,9	92,2	91,3	90,5	89,9	89,3	87,4	86,1	84,8	87,3	93,0	97,9	115,1	114,3
R1024sC4	120,6	105,3	101,2	99,1	98,5	97,9	97,3	96,7	95,9	95,3	94,7	93,5	93,4	92,1	94,8	99,7	101,5	99,8	96,9
R1280sA4	114,9	99,6	96,1	94,8	93,9	93,1	92,4	91,5	90,7	90,0	89,4	87,2	85,9	84,7	87,2	92,9	97,5	110,0	111,6
R1280sC4	120,6	105,3	101,2	99,2	98,7	98,1	97,6	97,0	96,2	95,5	94,9	93,2	92,8	92,1	94,8	99,7	101,5	99,8	96,9
R1536sA4	114,9	99,6	96,1	94,8	93,9	93,2	92,6	91,7	90,8	90,1	89,5	87,2	85,6	84,6	87,1	92,6	96,9	105,5	107,7
R1536sC4	120,6	105,3	101,3	99,3	98,8	98,3	97,9	97,3	96,4	95,7	95,1	93,2	92,4	91,8	94,7	99,6	101,4	99,8	96,9
R2048sA4	115,0	99,6	96,0	94,7	93,9	93,1	92,5	91,6	90,8	90,1	89,4	87,0	85,4	84,2	86,1	90,4	94,6	100,8	102,6
R2048sC4	120,6	105,3	101,2	99,2	98,7	98,3	97,9	97,3	96,4	95,7	95,0	93,1	92,0	91,0	92,6	96,2	100,1	99,8	96,9
R2304sA4	115,0	99,6	96,0	94,7	93,9	93,2	92,6	91,7	90,8	90,1	89,5	87,0	85,3	84,1	85,8	88,4	91,2	98,1	99,5
R2304sC4	120,6	105,3	101,2	99,2	98,8	98,4	98,0	97,4	96,6	95,8	95,2	93,2	92,0	90,9	92,1	93,9	96,7	99,7	96,8
R384sB5	120,4	104,6	100,2	98,1	97,3	96,9	97,3	98,2	97,6	96,9	96,2	94,4	93,4	92,1	93,9	98,2	102,0	129,0	121,3
R512sB5	120,4	104,9	100,6	98,4	97,6	96,9	96,5	96,3	96,3	96,5	96,1	94,4	93,4	92,1	93,9	98,2	102,0	129,0	121,3
R768sB5	120,4	105,1	100,9	98,8	98,0	97,4	96,8	96,3	95,6	95,1	94,7	94,4	93,4	92,1	93,9	98,2	102,0	128,7	121,3
R1024sB5	120,4	105,2	101,1	99,0	98,3	97,8	97,2	96,6	95,9	95,2	94,7	93,5	93,4	92,1	93,9	98,2	102,0	128,1	121,3
R1280sB5	120,4	105,2	101,1	99,0	98,5	98,0	97,5	96,9	96,1	95,5	94,8	93,2	92,8	92,1	93,9	98,2	101,9	126,1	121,2
R1536sB5	120,4	105,1	101,1	99,0	98,6	98,1	97,7	97,2	96,3	95,6	95,0	93,2	92,3	91,8	93,8	98,2	101,9	122,8	120,8
R2048sB5	120,4	105,0	100,9	98,9	98,4	98,0	97,6	97,1	96,2	95,5	94,9	93,0	91,9	90,9	92,2	95,7	100,2	115,8	118,4
R2304sB5	120,5	104,9	100,9	98,8	98,4	98,0	97,7	97,2	96,3	95,6	95,0	93,0	91,9	90,9	91,7	93,6	96,7	111,7	115,7
R384sA6	114,9	99,2	95,3	93,7	92,6	92,1	92,3	92,4	91,8	91,0	90,4	87,9	86,2	84,8	87,3	93,1	98,1	122,6	115,4
R384sC6	120,6	104,6	100,2	98,1	97,3	96,9	97,3	98,2	97,6	96,9	96,2	94,4	93,4	92,1	94,8	99,7	101,5	99,8	96,9

**Tableau IV.3/G.991.2 – Côté de l'unité STU-R/densités PSD symétriques**

Profil de bruit	Amplitude du bruit en dBm par Hz (signe toujours négatif) en fonction de la fréquence en kHz																		
	1	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	150	200	250	300	350	400	600	800
R512sA6	114,9	99,4	95,6	94,1	92,9	92,1	91,6	91,1	90,9	90,8	90,4	87,9	86,2	84,8	87,3	93,1	98,0	120,2	115,2
R512sC6	120,6	104,9	100,6	98,4	97,6	96,9	96,5	96,3	96,4	96,5	96,1	94,4	93,4	92,1	94,8	99,7	101,5	99,8	96,9
R768sA6	114,9	99,6	95,9	94,5	93,4	92,6	91,9	91,1	90,4	89,8	89,3	87,9	86,1	84,8	87,3	93,0	97,8	111,7	112,2
R768sC6	120,6	105,2	101,0	98,9	98,1	97,5	96,9	96,3	95,6	95,1	94,7	94,4	93,4	92,1	94,8	99,7	101,5	99,8	96,9
R1024sA6	115,0	99,7	96,1	94,7	93,8	92,9	92,3	91,4	90,6	89,9	89,4	87,4	86,1	84,8	87,3	92,8	97,3	106,6	107,9
R1024sC6	120,6	105,3	101,2	99,1	98,5	97,9	97,3	96,7	96,0	95,3	94,7	93,5	93,4	92,1	94,8	99,7	101,4	99,8	96,9
R1280sA6	115,0	99,7	96,1	94,9	93,9	93,2	92,5	91,6	90,8	90,1	89,5	87,2	85,8	84,7	87,2	92,6	96,7	102,9	103,8
R1280sC6	120,6	105,4	101,2	99,2	98,7	98,2	97,7	97,1	96,3	95,5	94,9	93,2	92,8	92,1	94,8	99,6	101,3	99,8	96,9
R1536sA6	115,1	99,8	96,2	94,9	94,1	93,3	92,7	91,8	91,0	90,3	89,6	87,2	85,6	84,6	87,2	92,2	95,8	99,6	100,5
R1536sC6	120,6	105,4	101,3	99,3	98,8	98,4	97,9	97,3	96,5	95,8	95,1	93,2	92,3	91,8	94,7	99,5	101,2	99,7	96,9
R2048sA6	115,4	100,0	96,3	94,9	94,1	93,3	92,7	91,8	91,0	90,3	89,6	87,1	85,4	84,3	86,3	90,0	93,5	96,1	95,8
R2048sC6	120,7	105,4	101,3	99,3	98,8	98,4	98,0	97,4	96,5	95,8	95,1	93,1	91,9	91,0	92,6	96,1	99,9	99,6	96,8
R2304sA6	115,6	100,2	96,4	95,0	94,2	93,4	92,8	91,9	91,1	90,4	89,7	87,1	85,4	84,3	86,0	88,3	90,8	93,8	93,8
R2304sC6	120,7	105,4	101,3	99,3	98,9	98,5	98,1	97,5	96,7	95,9	95,2	93,2	92,0	91,0	92,2	93,8	96,6	99,4	96,7
R384sA7	114,9	99,2	95,3	93,7	92,6	92,1	92,3	92,4	91,8	91,0	90,4	87,9	86,2	84,8	87,3	93,1	98,1	123,1	115,4
R384sB7	120,6	104,6	100,2	98,1	97,3	96,9	97,3	98,2	97,6	96,9	96,2	94,4	93,4	92,1	93,9	98,2	102,0	129,0	121,3
R384sC7	120,6	104,6	100,2	98,1	97,3	96,9	97,3	98,2	97,6	96,9	96,2	94,4	93,4	92,1	94,8	99,7	101,5	99,8	96,9
R384sD7	131,8	104,4	99,5	97,1	95,8	95,3	96,4	100,5	107,0	114,2	121,6	138,0	138,0	138,0	138,0	138,0	138,0	138,0	138,0
R512sA7	114,9	99,4	95,6	94,0	92,9	92,1	91,6	91,0	90,9	90,8	90,4	87,9	86,2	84,8	87,3	93,1	98,1	122,9	115,4
R512sB7	120,6	104,9	100,6	98,4	97,6	96,9	96,5	96,3	96,4	96,5	96,1	94,4	93,4	92,1	93,9	98,2	102,0	129,0	121,3
R512sC7	120,6	104,9	100,6	98,4	97,6	96,9	96,5	96,3	96,4	96,5	96,1	94,4	93,4	92,1	94,8	99,7	101,5	99,8	96,9
R512sD7	132,8	105,6	100,6	98,0	96,4	95,4	94,8	94,8	95,8	98,7	103,2	131,4	138,0	138,0	138,0	138,0	138,0	138,0	138,0
R768sA7	114,9	99,5	95,9	94,5	93,4	92,6	91,9	91,0	90,3	89,8	89,3	87,9	86,1	84,8	87,3	93,1	98,0	120,5	115,3
R768sB7	120,6	105,2	101,0	98,9	98,1	97,5	96,9	96,3	95,6	95,1	94,7	94,4	93,4	92,1	93,9	98,2	102,0	128,8	121,3
R768sC7	120,6	105,2	101,0	98,9	98,1	97,5	96,9	96,3	95,6	95,1	94,7	94,4	93,4	92,1	94,8	99,7	101,5	99,8	96,9

**Tableau IV.3/G.991.2 – Côté de l'unité STU-R/densités PSD symétriques**

Profil de bruit	Amplitude du bruit en dBm par Hz (signe toujours négatif) en fonction de la fréquence en kHz																		
	1	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	150	200	250	300	350	400	600	800
R768sD7	134,1	107,2	102,1	99,5	97,7	96,5	95,5	94,8	94,3	93,9	93,8	102,6	120,9	138,0	138,0	138,0	138,0	138,0	138,0
R1024sA7	114,9	99,6	96,0	94,7	93,7	92,9	92,2	91,3	90,6	89,9	89,3	87,4	86,1	84,8	87,3	93,0	97,9	117,3	114,8
R1024sB7	120,6	105,3	101,2	99,1	98,5	97,9	97,3	96,7	95,9	95,3	94,7	93,5	93,4	92,1	93,9	98,2	102,0	128,3	121,3
R1024sC7	120,6	105,3	101,2	99,1	98,5	97,9	97,3	96,7	95,9	95,3	94,7	93,5	93,4	92,1	94,8	99,7	101,5	99,8	96,9
R1024sD7	135,0	108,4	103,3	100,6	98,8	97,4	96,4	95,5	94,9	94,3	93,9	93,6	102,1	115,8	130,8	138,0	138,0	138,0	138,0
R1280sA7	114,9	99,6	96,1	94,8	93,9	93,1	92,5	91,5	90,8	90,1	89,5	87,2	85,9	84,8	87,3	92,9	97,7	113,2	113,3
R1280sB7	120,6	105,3	101,2	99,2	98,7	98,1	97,7	97,1	96,2	95,5	94,9	93,2	92,8	92,1	93,9	98,2	101,9	127,0	121,2
R1280sC7	120,6	105,3	101,2	99,2	98,7	98,1	97,7	97,1	96,2	95,5	94,9	93,2	92,8	92,1	94,8	99,7	101,5	99,8	96,9
R1280sD7	135,7	109,4	104,2	101,5	99,7	98,3	97,2	96,3	95,5	94,9	94,3	92,8	94,0	101,7	112,6	124,2	136,9	138,0	138,0
R1536sA7	115,0	99,7	96,1	94,8	93,9	93,2	92,6	91,7	90,9	90,2	89,6	87,2	85,6	84,6	87,2	92,8	97,3	108,8	110,3
R1536sB7	120,6	105,3	101,3	99,3	98,8	98,3	97,9	97,3	96,5	95,7	95,1	93,2	92,4	91,8	93,9	98,2	101,9	124,9	121,0
R1536sC7	120,6	105,3	101,3	99,3	98,8	98,3	97,9	97,3	96,5	95,7	95,1	93,2	92,4	91,8	94,7	99,6	101,4	99,8	96,9
R1536sD7	136,1	110,1	105,0	102,2	100,4	99,0	97,8	96,9	96,1	95,5	94,9	92,9	92,3	94,4	101,4	110,4	119,9	138,0	138,0
R2048sA7	115,0	99,7	96,0	94,7	93,9	93,2	92,6	91,7	90,8	90,1	89,5	87,1	85,4	84,2	86,2	90,6	95,4	104,5	106,2
R2048sB7	120,6	105,3	101,2	99,2	98,8	98,3	97,9	97,3	96,5	95,7	95,1	93,1	92,0	91,0	92,2	95,8	100,4	121,1	120,2
R2048sC7	120,6	105,3	101,2	99,2	98,8	98,3	97,9	97,3	96,5	95,7	95,1	93,1	92,0	91,0	92,6	96,3	100,2	99,8	96,9
R2048sD7	136,3	110,3	105,1	102,4	100,5	99,1	98,0	97,0	96,2	95,5	94,8	92,6	91,3	90,7	91,2	94,1	99,8	128,9	138,0
R2304sA7	115,1	99,7	96,1	94,8	93,9	93,2	92,6	91,7	90,9	90,2	89,6	87,1	85,4	84,2	86,0	88,7	91,8	102,1	103,6
R2304sB7	120,6	105,3	101,2	99,2	98,8	98,4	98,0	97,5	96,6	95,9	95,2	93,2	92,0	91,0	91,8	93,7	96,9	116,6	118,9
R2304sC7	120,6	105,3	101,2	99,2	98,8	98,4	98,0	97,5	96,6	95,9	95,2	93,2	92,0	91,0	92,2	93,9	96,8	99,8	96,9
R2304sD7	136,6	110,8	105,6	102,9	101,0	99,5	98,4	97,4	96,6	95,9	95,3	92,9	91,5	90,7	90,4	91,3	94,4	118,1	138,0

**Tableau IV.4/G.991.2 – Côté de l'unité STU-R/densités PSD asymétriques**

Profil de bruit	Amplitude du bruit en dBm par Hz (signe toujours négatif) en fonction de la fréquence en kHz																		
	1	20	40	60	80	100	150	200	250	300	350	400	500	600	700	800	1000	1200	1400
R2048aA2	115,0	96,0	93,6	92,0	90,3	88,9	86,5	84,9	83,8	85,4	89,5	94,8	100,7	103,2	104,0	105,0	107,4	113,3	121,7
R2048aC2	120,6	101,1	98,4	97,2	95,6	94,2	92,2	91,0	90,1	91,2	94,8	99,8	101,7	99,8	98,0	96,9	95,5	97,3	99,6
R2048aD2	135,1	103,3	98,6	96,0	94,2	92,9	90,6	89,3	88,7	89,0	92,2	98,9	113,0	124,8	134,6	137,6	138,0	138,0	138,0
R2304aA2	115,0	96,1	93,9	92,6	90,8	89,4	87,0	85,3	84,1	85,6	87,9	91,2	97,7	99,6	100,2	101,0	102,6	108,2	116,8
R2304aC2	120,6	101,3	98,8	97,8	96,4	95,0	93,0	91,8	90,7	91,6	93,1	96,4	101,5	99,7	98,0	96,9	95,5	97,3	99,6
R2304aD2	136,2	105,0	100,4	97,8	95,9	94,6	92,2	90,8	89,9	89,6	90,4	93,8	106,4	118,0	129,7	136,4	138,0	138,0	138,0
R2048aD3	135,1	103,3	98,6	96,0	94,2	92,9	90,6	89,3	88,7	89,0	92,2	98,9	113,1	125,2	135,0	137,7	138,0	138,0	138,0
R2304aD3	136,2	105,0	100,3	97,7	95,9	94,5	92,2	90,8	89,9	89,6	90,4	93,8	106,4	118,2	130,1	136,6	138,0	138,0	138,0
R2048aA4	114,9	95,9	93,5	92,0	90,2	88,9	86,5	84,9	83,8	85,4	89,4	94,7	100,6	103,3	104,2	105,4	107,9	113,9	122,2
R2048aC4	120,6	101,1	98,4	97,1	95,6	94,2	92,2	91,0	90,1	91,2	94,8	99,8	101,7	99,8	98,0	96,9	95,5	97,3	99,6
R2304aA4	115,0	96,0	93,8	92,5	90,7	89,4	86,9	85,2	84,0	85,6	87,9	91,0	97,5	99,4	100,2	101,0	102,8	108,4	117,1
R2304aC4	120,6	101,2	98,7	97,8	96,4	94,9	92,9	91,7	90,7	91,6	93,1	96,4	101,5	99,7	98,0	96,9	95,5	97,3	99,6
R2048aB5	120,4	100,8	98,1	96,9	95,5	94,1	92,1	90,9	90,0	90,9	94,5	99,9	109,9	117,5	117,8	119,3	124,5	128,9	132,5
R2304aB5	120,4	100,9	98,4	97,6	96,2	94,8	92,8	91,7	90,6	91,3	92,9	96,3	106,7	113,3	115,1	116,9	121,1	126,2	131,8
R2048aA6	115,2	96,0	93,7	92,1	90,4	89,0	86,5	84,9	83,8	85,5	89,3	94,0	100,2	99,1	100,6	99,6	100,0	105,0	112,9
R2048aC6	120,6	101,1	98,4	97,2	95,6	94,3	92,2	91,0	90,1	91,2	94,7	99,6	101,7	99,7	98,0	96,8	95,5	97,3	99,6
R2304aA6	115,4	96,3	94,0	92,7	90,9	89,6	87,0	85,3	84,1	85,7	87,7	90,6	96,6	95,4	97,3	95,4	94,9	99,4	106,7
R2304aC6	120,7	101,3	98,8	97,9	96,4	95,0	93,0	91,7	90,7	91,7	93,1	96,3	101,4	99,6	98,0	96,8	95,5	97,3	99,6
R2048aA7	115,0	95,9	93,5	92,0	90,3	88,9	86,5	84,9	83,8	85,5	89,6	95,2	102,5	106,9	107,0	108,3	110,8	116,4	124,1
R2048aB7	120,6	101,1	98,4	97,1	95,6	94,2	92,2	91,0	90,1	91,0	94,5	100,1	111,2	122,3	119,5	120,5	125,9	129,7	132,6
R2048aC7	120,6	101,1	98,4	97,1	95,6	94,2	92,2	91,0	90,1	91,2	94,8	99,8	101,8	99,8	98,1	96,9	95,5	97,3	99,6
R2048aD7	135,1	103,3	98,6	96,0	94,2	92,9	90,6	89,3	88,7	89,0	92,2	98,9	113,6	127,0	135,9	137,8	138,0	138,0	138,0
R2304aA7	115,1	96,0	93,8	92,5	90,8	89,4	87,0	85,3	84,1	85,7	88,1	91,4	99,8	102,7	103,2	104,5	105,8	111,3	119,7
R2304aB7	120,6	101,2	98,7	97,8	96,4	95,0	92,9	91,7	90,7	91,4	93,0	96,5	108,3	118,2	118,3	119,4	124,0	128,5	132,3

**Tableau IV.4/G.991.2 – Côté de l'unité STU-R/densités PSD asymétriques**

Profil de bruit	Amplitude du bruit en dBm par Hz (signe toujours négatif) en fonction de la fréquence en kHz																		
	1	20	40	60	80	100	150	200	250	300	350	400	500	600	700	800	1000	1200	1400
R2304aC7	120,6	101,2	98,7	97,8	96,4	95,0	92,9	91,7	90,7	91,7	93,1	96,4	101,6	99,8	98,0	96,9	95,5	97,3	99,6
R2304aD7	136,2	105,0	100,3	97,7	95,9	94,6	92,2	90,8	89,9	89,6	90,4	93,9	106,7	119,4	131,9	137,2	138,0	138,0	138,0

## Bibliographie

- [B1] Recommandation UIT-T G.961 (1993), *Système de transmission numérique en lignes locales métalliques pour accès RNIS au débit de base.*
- [B2] Recommandation UIT-T G.995.1 (2001), *Aperçu général des Recommandations relatives aux lignes d'abonné numérique.*
- [B3] ANSI X3,4-1986 (R1997), *Information Systems – Coded Character Sets – 7-Bit American National Standard Code for Information Interchange (7-Bit ASCII)* (Code national américain normalisé à 7 bits pour les échanges d'informations).
- [B4] Recommandation UIT-T K.50 (2000), *Limites de sécurité des tensions et courants de fonctionnement des systèmes de télécommunication alimentés à travers le réseau.*
- [B5] Telcordia Technologies, GR-1089-CORE: *Electromagnetic Compatibility and Electrical Safety* (Compatibilité électromagnétique et sécurité électrique, février 1999).
- [B6] Recommandation UIT-T G.704 (1998), *Structures de trame synchrone utilisées aux niveaux hiérarchiques de 1544, 6312, 2048, 8448 et 44 736 kbit/s.*
- [B7] ANSI/IEEE Std 455-1985: *IEEE Standard Test Procedure for Measuring Longitudinal Balance of Telephone Equipment Operating in the Voice Band* (Procédure IEEE d'essai normalisée de mesure de la symétrie longitudinale pour des équipements téléphoniques fonctionnant dans la bande vocale).
- [B8] Recommandation UIT-T O.9 (1999), *Montages pour la mesure du degré de dissymétrie par rapport à la terre.*
- [B9] IETF RFC 2495 (1999), *Definitions of Managed Objects for the DS1, E1, DS2 and E2 Interface Types* (Définitions d'objets gérés pour les interfaces de type DS1, E1, DS2 et E2).
- [B10] Recommandation UIT-T I.431 (1993), *Interface à débit primaire usager-réseau – Spécification de la couche 1.*
- [B11] Recommandation UIT-T G.996.1 (2001), *Procédures de test pour les émetteurs-récepteurs de ligne d'abonné numérique.*
- [B12] The ATM Technical Forum Committee, af-phy-0086,001: *Inverse Multiplexing for ATM (IMA) Specification, Version 1,1*, mars 1999,
- [B13] ISO/CEI 13239:2002, *Technologies de l'information – Télécommunications et échange d'information entre systèmes – Procédures de commande de liaison de données à haut niveau (HDLC).*
- [B14] Telcordia, GR-303-CORE Issue 4 – *Integrated Digital Loop Carrier System Generic Requirements, Objectives and Interface*, décembre 2000.
- [B15] The ATM Forum af-vmoa-0145,000: *Voice and Multimedia over ATM – Loop Emulation service Using AAL2*, juillet 2000.
- [B16] ETSI ETS 300 347-1: *V interfaces at the digital Local Exchange (LE); V5,2 interface for the support of Access Network (AN); Part 1: V5,2 Interface specification*, septembre 1994.





## SÉRIES 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
<b>Série G</b>	<b>Systèmes et supports de transmission, systèmes et réseaux numériques</b>
Série H	Systèmes audiovisuels et multimédias
Série I	Réseau numérique à intégration de services
Série J	Réseaux câblés et 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, circuits téléphoniques, télégraphie, télécopie 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 de données et communication entre systèmes ouverts
Série Y	Infrastructure mondiale de l'information, protocole Internet et réseaux de nouvelle génération
Série Z	Langages et aspects généraux logiciels des systèmes de télécommunication