



UNION INTERNATIONALE DES TÉLÉCOMMUNICATIONS

**UIT-T**

SECTEUR DE LA NORMALISATION  
DES TÉLÉCOMMUNICATIONS  
DE L'UIT

**G.991.2**

(02/2001)

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 haute vitesse 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 RADIODÉLÉPHONIE ET DE LA TÉLÉPHONIE SUR LIGNES EQUIPEMENTS DE TEST	G.450–G.499 G.500–G.599
CARACTÉRISTIQUES DES SUPPORTS DE TRANSMISSION EQUIPEMENTS TERMINAUX NUMÉRIQUES	G.600–G.699 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>

*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 haute vitesse 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 à quatre fils est prise en charge pour des applications impliquant une portée accrue. La Recommandation spécifie également des régénérateurs de signal optionnels pour un fonctionnement sur une paire unique ou une paire double. 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'impulsion en amplitude et codage par treillis (TCPAM, *trellis coded pulse amplitude modulation*). Ils 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 IV de la Rec. UIT-T G.961 [B1]).

#### Source

La Recommandation G.991.2 de l'UIT-T, élaborée par la Commission d'études 15 (2001-2004) de l'UIT-T, a été approuvée le 9 février 2001 selon la procédure définie dans la Résolution 1 de l'AMNT.

## 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.

## 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 2002

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

## TABLE DES MATIÈRES

	<b>Page</b>
1	1
2	1
3	2
3.1	2
3.2	3
4	6
4.1	6
4.2	7
4.3	8
5	8
6	8
6.1	8
6.1.1	8
6.1.2	9
6.1.3	11
6.1.4	12
6.1.5	12
6.2	13
6.2.1	13
6.2.2	13
6.2.3	18
6.2.4	18
6.2.5	18
6.2.6	18
6.3	19
6.3.1	19
6.3.2	20
6.3.3	21
6.3.4	22
6.3.5	22
6.3.6	22
6.4	22
6.4.1	23
6.4.2	24
6.4.3	24
6.4.4	25

7	Caractéristiques fonctionnelles de la couche PMS-TC.....	25
7.1	Fonctionnement en mode "données" .....	25
7.1.1	Structure de trame.....	25
7.1.2	Définition des bits de la trame.....	27
7.1.3	Génération du contrôle CRC ( <i>crc1 ... crc6</i> ) .....	29
7.1.4	Synchronisation de trame .....	30
7.1.5	Embrouilleur.....	30
7.1.6	Tampon de différence de délai .....	31
7.2	Activation de la couche PMS-TC .....	31
7.2.1	Trame d'activation .....	31
7.2.2	Embrouilleur d'activation .....	33
8	Caractéristiques fonctionnelles de la couche TPS-TC.....	33
8.1	Structure de données du bloc de charge utile .....	33
8.2	Entrelacement des données dans le mode avec quatre fils .....	34
9	Gestion.....	35
9.1	Modèle de référence de gestion .....	35
9.2	Primitives de performance SHDSL .....	36
9.2.1	Anomalie de contrôle de redondance cyclique (anomalie CRC) .....	36
9.2.2	Anomalie de segment (SEGA, <i>segment anomaly</i> ) .....	36
9.2.3	Défaut de perte de synchronisation (défaut LOSW, <i>loss of sync defect</i> ) .....	36
9.2.4	Défaut de segment (SEGD, <i>segment defect</i> ) .....	36
9.2.5	Défaut d'affaiblissement de boucle.....	37
9.2.6	Défaut de marge du rapport S/B.....	37
9.2.7	Défaut de perte de mot de synchronisation (défaillance LOSW, <i>loss of sync word failure</i> ).....	37
9.3	Paramètres de performances liés à la ligne SHDSL .....	37
9.3.1	Violation de code (CV, <i>code violation</i> ).....	37
9.3.2	Seconde erronée (ES, <i>errored second</i> ).....	37
9.3.3	Seconde gravement erronée (SES, <i>severely errored second</i> ).....	37
9.3.4	Seconde avec défaillance LOSW (LOSWS, <i>LOSW second</i> ).....	37
9.3.5	Seconde indisponible (UAS, <i>unavailable second</i> ) .....	37
9.3.6	Règles d'inhibition.....	38
9.4	Stockage des données relatives aux performances .....	38
9.5	Canal d'exploitation incorporé.....	38
9.5.1	Modèle de référence de gestion.....	38
9.5.2	Aperçu général et modèle de référence du canal EOC .....	39
9.5.3	Démarrage du canal EOC .....	40
9.5.4	Accès de gestion à distance .....	42

	<b>Page</b>
9.5.5	Transport du canal EOC ..... 43
9.5.6	Exemples de fonctions de commande de terminal virtuel..... 61
10	Architecture d'horloge..... 62
10.1	Architecture d'horloge de référence..... 62
10.2	Précision de l'horloge..... 63
10.3	Définition des sources d'horloge..... 63
10.4	Synchronisation avec les sources d'horloges ..... 63
11	Caractéristiques électriques ..... 64
11.1	Symétrie longitudinale..... 64
11.2	Tension de sortie longitudinale..... 65
11.3	Affaiblissement d'adaptation ..... 66
11.4	Essais de puissance émise..... 68
	11.4.1 Circuit d'essai..... 68
	11.4.2 Etalonnage du circuit d'essai ..... 69
	11.4.3 Prescriptions de puissance totale émise..... 69
11.5	Délai de transfert du signal ..... 69
12	Essais de conformité ..... 70
12.1	Micro-interruptions ..... 70
Annexe A	– Prescriptions régionales – Région 1 ..... 71
A.1	Domaine d'application ..... 71
A.2	Boucles d'essai ..... 71
A.3	Essais de performances ..... 72
	A.3.1 Essais de diaphonie..... 73
	A.3.2 Essais de bruit impulsionnel..... 79
	A.3.3 Densité de puissance spectrale des signaux de diaphonie perturbateurs ..... 81
A.4	Masques de densité PSD..... 87
	A.4.1 Masques de densité PSD symétrique..... 87
	A.4.2 Masques de densité PSD asymétrique pour des débits de 1,536 ou 1,544 Mbit/s..... 89
	A.4.3 Masques de densité PSD asymétrique pour des débits de données de 768 ou 776 kbit/s ..... 92
A.5	Caractéristiques fonctionnelles propres à la région ..... 95
	A.5.1 Débit de données ..... 95
	A.5.2 Affaiblissement d'adaptation ..... 95
	A.5.3 Alimentation par l'arc ..... 96
	A.5.4 Symétrie longitudinale..... 102
	A.5.5 Tension de sortie longitudinale..... 103

	<b>Page</b>
A.5.6 Marge cible en mode PMMS.....	103
Annexe B – Prescriptions régionales – Région 2.....	103
B.1 Domaine d'application .....	103
B.2 Boucles d'essai .....	103
B.2.1 Description fonctionnelle .....	103
B.2.2 Topologie de la boucle d'essai.....	104
B.2.3 Longueur de la boucle d'essai.....	105
B.3 Essais de performance .....	107
B.3.1 Procédure d'essai .....	107
B.3.2 Définition du dispositif d'essai .....	108
B.3.3 Définition des niveaux de signal et de bruit .....	110
B.3.4 Procédure d'essai de performances.....	111
B.3.5 Générateur de perturbation .....	112
B.4 Masques de densité PSD.....	123
B.4.1 Masques de densité PSD symétrique.....	124
B.4.2 Masques de densité PSD asymétrique pour des débits de 2,048 Mbit/s et 2,304 Mbit/s.....	126
B.5 Caractéristiques fonctionnelles propres à la région .....	129
B.5.1 Débit de données .....	129
B.5.2 Affaiblissement d'adaptation .....	129
B.5.3 Alimentation par l'arc .....	130
B.5.4 Symétrie longitudinale.....	131
B.5.5 Tension de sortie longitudinale.....	131
B.5.6 Marge cible en mode PMMS.....	131
Annexe C – Prescriptions régionales – Région 3.....	131
Annexe D – Fonctionnement du régénérateur de signal .....	132
D.1 Diagramme de référence.....	132
D.2 Procédures de démarrage .....	132
D.2.1 Unité SRU-C.....	132
D.2.2 Unité SRU-R.....	134
D.2.3 Unité STU-C.....	137
D.2.4 Unité STU-R.....	137
D.2.5 Défaillances et reconditionnements de segments .....	137
D.3 Débits de symbole.....	137
D.4 Masques de densité PSD.....	137
Annexe E – Trame de couche TPS-TC propre à l'application .....	137
E.1 Couche TPS-TC pour des données de canal libre.....	138
E.2 TPS-TC pour des données de canal libre en mode octet .....	138

	<b>Page</b>	
E.3	Couche TPS-TC pour le transport DS1 non aligné.....	140
E.4	Couche TPS-TC pour le transport DS1 aligné/DS1 fractionnaire.....	140
E.5	Couche TPS-TC pour ligne louée numérique européenne non structurée à 2048 kbit/s (D2048U).....	142
E.6	Couche TPS-TC pour ligne louée numérique européenne structurée à 2048 kbit/s (D2048S).....	142
E.7	Couche TPS-TC pour ligne louée numérique européenne structurée à 2048 kbit/s (D2048S) et fractionnaire.....	143
E.8	Couche TPS-TC pour accès RNIS au débit de base synchrone.....	144
E.8.1	Accès BRA RNIS utilisant les trames SHDSL.....	144
E.8.2	Mappage des canaux B et D du RNIS vers des canaux de charge utile SHDSL.....	145
E.8.3	Accès multiples RNIS au débit de base.....	146
E.8.4	Accès BRA RNIS pour le service de survie de ligne.....	147
E.8.5	Position des intervalles temporels des canaux B et D <sub>16</sub> du RNIS (signalisation EOC).....	147
E.8.6	Position des intervalles temporels des canaux B et D <sub>16</sub> du RNIS et du canal optionnel de signalisation rapide.....	149
E.8.7	Signalisation sur le canal EOC du système SHDSL ou sur le canal de signalisation rapide.....	153
E.8.8	Commande de bus S.....	156
E.8.9	Réinitialisation de la terminaison BRA.....	157
E.8.10	Transport de messages EOC du RNIS sur le canal EOC du système SHDSL.....	157
E.9	Couche TPS-TC pour le transport ATM.....	158
E.9.1	Définitions.....	158
E.9.2	Modèle de référence pour le transport ATM.....	158
E.9.3	Capacité de transport et contrôle de flux.....	161
E.9.4	Exploitation et maintenance.....	162
E.10	Mode de la couche TPS-TC avec support dual.....	165
E.10.1	Synchronisation d'horloge pour le support dual.....	167
E.10.2	Types de mode avec support dual.....	167
Appendice I – Exemples de circuit d'essai.....		168
I.1	Exemple de circuit d'essai d'injection de diaphonie.....	168
I.2	Exemple de circuits de couplage pour la symétrie longitudinale et la tension de sortie longitudinale.....	168
I.3	Circuit d'essai d'affaiblissement d'adaptation.....	169
I.4	Circuit d'essai pour mesures de puissance totale ou de densité PSD en émission.....	170
Appendice II – Caractéristiques usuelles des câbles.....		171
II.1	Caractéristiques usuelles pour les câbles de l'Annexe B.....	171

	<b>Page</b>
Appendice III – Description du démarrage du régénérateur de signal .....	172
III.1 Démarrage initié par l'unité STU-R.....	173
III.2 Démarrage initié par l'unité STU-C.....	175
III.3 Démarrage initié par une unité SRU.....	176
III.4 Collisions et reconditionnements.....	176
III.5 Activation du mode "diagnostic" .....	176
Appendice IV – Bibliographie .....	177

## **Introduction**

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 à quatre fils est prise en charge pour des applications impliquant une portée accrue. La Recommandation spécifie également des régénérateurs de signal optionnels pour un fonctionnement sur une paire unique ou une paire double. 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'impulsion en amplitude et codage par treillis (TCPAM). Ils 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.



## Recommandation UIT-T G.991.2

### Émetteurs-récepteurs pour ligne d'abonné numérique à haute vitesse 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 haute vitesse 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 [B2] dans l'Appendice IV en ce qui concerne les relations de la présente Recommandation avec d'autres Recommandations 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 ou, de manière optionnelle, à quatre fils;
- spécification des fonctionnalités de la couche Physique, par exemple les codes de ligne et la correction d'erreurs vers l'avant;
- 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.

- [1] UIT-T G.992.1 (1999), *Émetteurs-récepteurs de ligne d'abonné numérique asymétrique*.
- [2] UIT-T G.994.1 (2001), *Procédures de prise de contact pour les émetteurs-récepteurs de ligne d'abonné numérique*.
- [3] UIT-T G.997.1 (1999), *Gestion de la couche physique pour les émetteurs-récepteurs de ligne d'abonné numérique*.

- [4] Norme IETF RFC 1662 (1994), *PPP in HDLC-like Framing (Protocole PPP pour une trame du type HDLC)*.
- [5] ISO 8601:2000, *Éléments de données et formats d'échange – Echanges d'information – Représentation de la date et de l'heure*.
- [6] UIT-T G.996.1 (2001), *Procédures de test pour les émetteurs-récepteurs de ligne d'abonné numérique*.
- [7] Publication de la CEI 60950 (1999), *Sécurité des équipements de technologie de l'information. Matériels de traitement de l'information*.
- [8] UIT-T I.432.1 (1999), *Interface usager-réseau du RNIS-LB – Spécification de la couche physique: Caractéristiques générales*.

### 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:

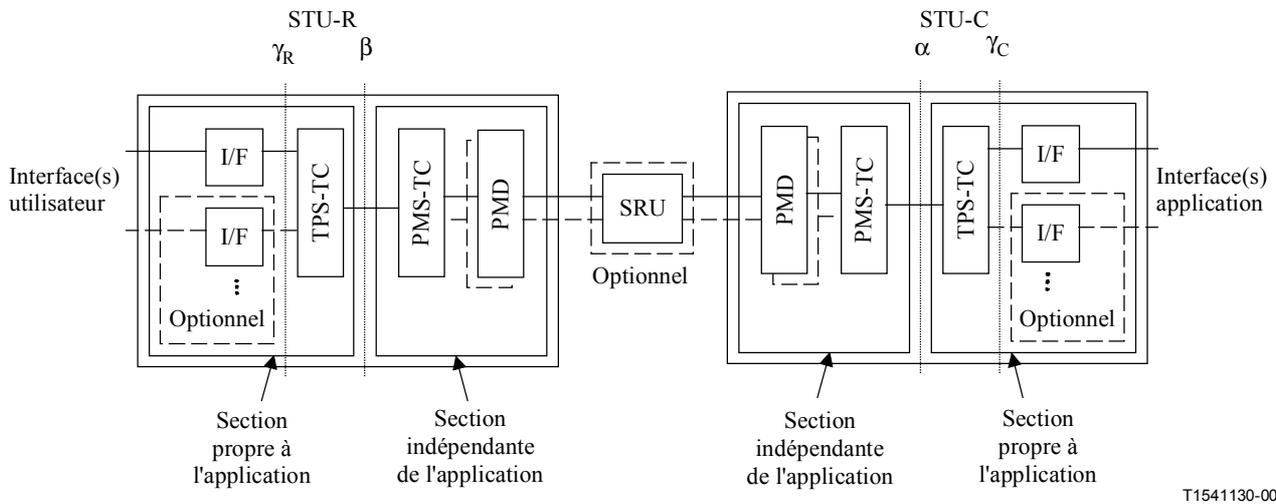
$\alpha$	interface entre les couches PMS-TC et TPS-TC dans une unité STU-C
$\beta$	interface entre les couches PMS-TC et TPS-TC dans une unité STU-R
$\gamma_C$	interface entre la couche TPS-TC et la section propre à l'application dans une unité STU-C
$\gamma_R$	interface entre la couche TPS-TC et la 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
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> )
DS	aval ( <i>downstream</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

$f_{\text{sym}}$	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	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> )
<i>losd</i>	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	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'impulsions en amplitude ( <i>pulse amplitude modulation</i> )
2-PAM	modulation PAM à deux niveaux (utilisée au démarrage)
PBO	réduction de puissance ( <i>power backoff</i> )
PL-OAM	gestion, exploitation et maintenance de la couche Physique ( <i>physical layer – OAM</i> )
PMD	dépendant du média physique ( <i>physical media 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 média physique ( <i>physical media-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> ]
REG	régénérateur de signal
rms	valeur quadratique moyenne ( <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>sbid</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 deficit 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 IV de la Rec. UIT-T G.961 [B1]) ( <i>time-compression multiplexed</i> )
TCPAM	modulation PAM 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



T1541130-00

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-C et STU-R. 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 paragraphe 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 constituer d'une unique paire torsadée en cuivre, ou de manière optionnelle de deux de ces paires. Dans ce dernier cas, chaque unité STU contient deux 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 paragraphe 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 paragraphe 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 paragraphe 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

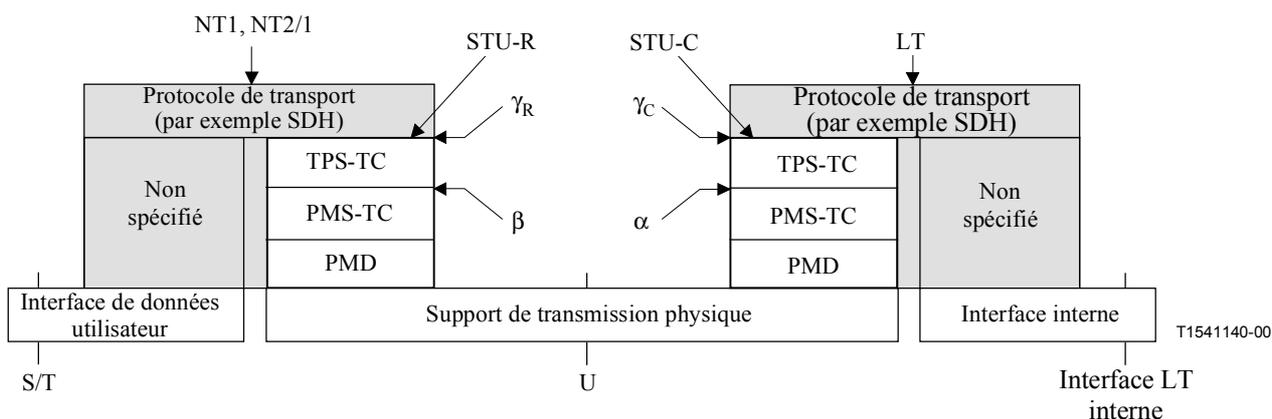


Figure 4-2/G.991.2 – Modèle de référence de protocole dans le plan utilisateur

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] dans l'Appendice IV.

### 4.3 Modèles d'application

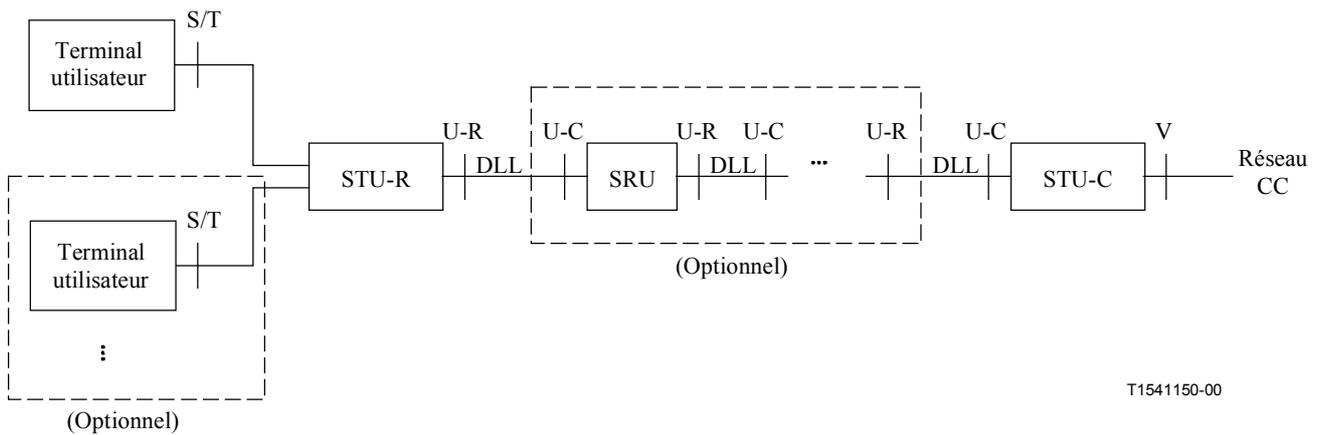


Figure 4-3/G.991.2 – Modèle d'application

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 des 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.

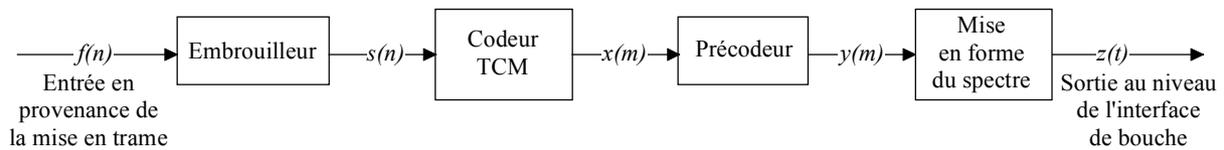
La présente Recommandation spécifie également un mode de fonctionnement optionnel à quatre fils pouvant prendre en charge des débits de données utilisateur (charge utile) allant de 384 kbit/s à 4,624 Mbit/s par incréments de 16 kbit/s; se référer également aux Annexes A et B pour plus de détails concernant des prescriptions régionales spécifiques.

## 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.



T1541160-00

**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  $\{mK + 0, mK + 1, \dots, mK + K - 1\}$ .

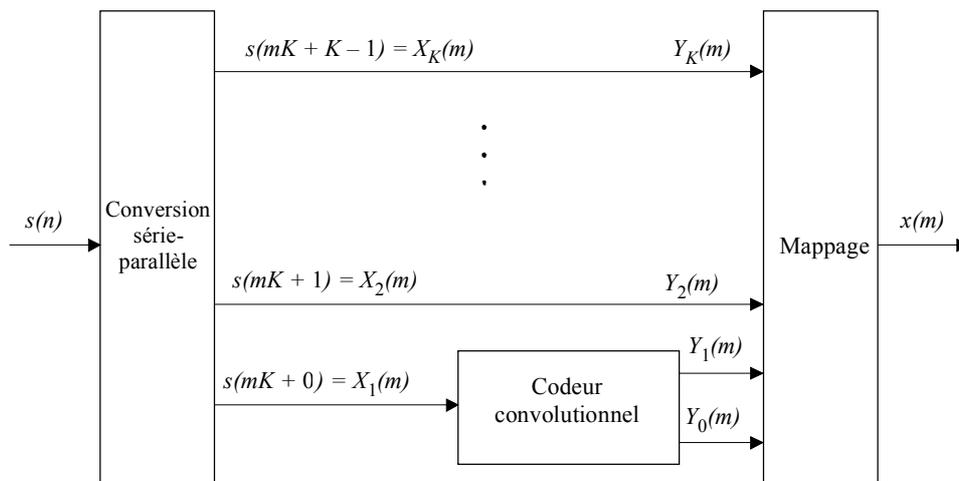
Deux sous-couches PMD distinctes sont actives dans le mode optionnel à quatre fils, à savoir une pour chaque paire de fils. La valeur de  $n$  représente dans ce cas le temps de bit pour chaque paire de fils et non le débit de ligne du système global.

### 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 et B.5.1.

### 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  $x(m)$ .



T1541170-00

**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.

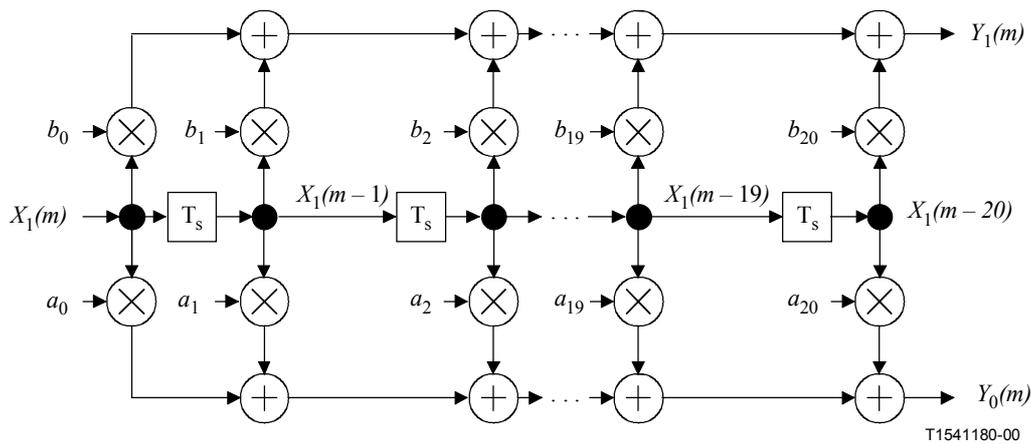


Figure 6-3/G.991.2 – Schéma de principe du codeur convolutionnel

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:

$$A = a_{20} \cdot 2^{20} + a_{19} \cdot 2^{19} + a_{18} \cdot 2^{18} + \dots + a_0 \cdot 2^0, \text{ and } B = b_{20} \cdot 2^{20} + b_{19} \cdot 2^{19} + b_{18} \cdot 2^{18} + \dots + b_0 \cdot 2^0$$

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  $Y_K(m), \dots, Y_1(m)$  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.

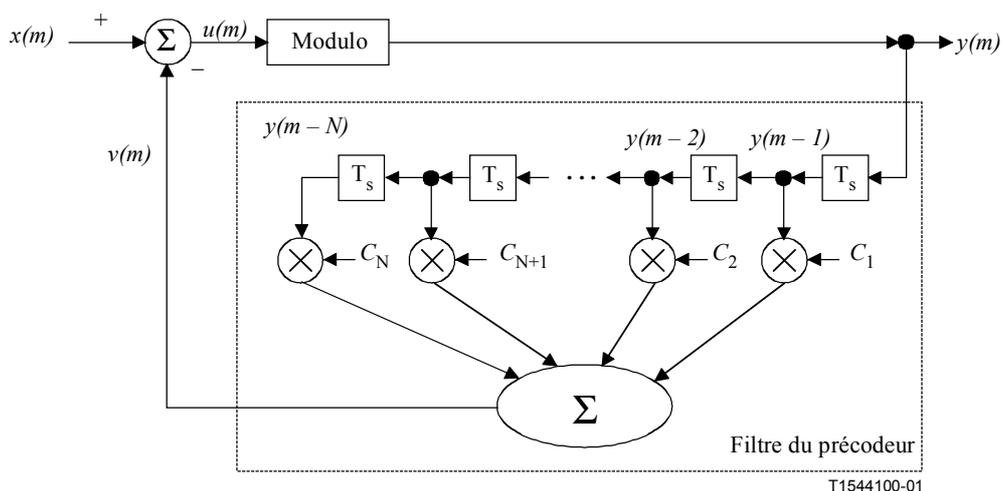


Figure 6-4/G.991.2 – Schéma de principe du précodeur de canal

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.3.3.8 et B.4 donnent les détails des densités PSD pour les régions A et B.

#### 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 paragraphe 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.

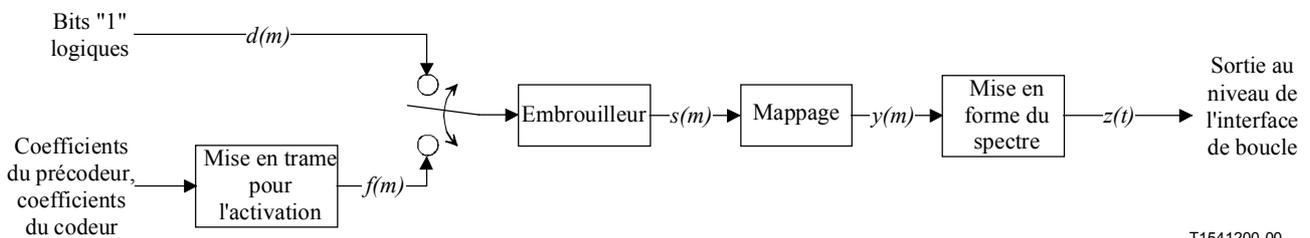


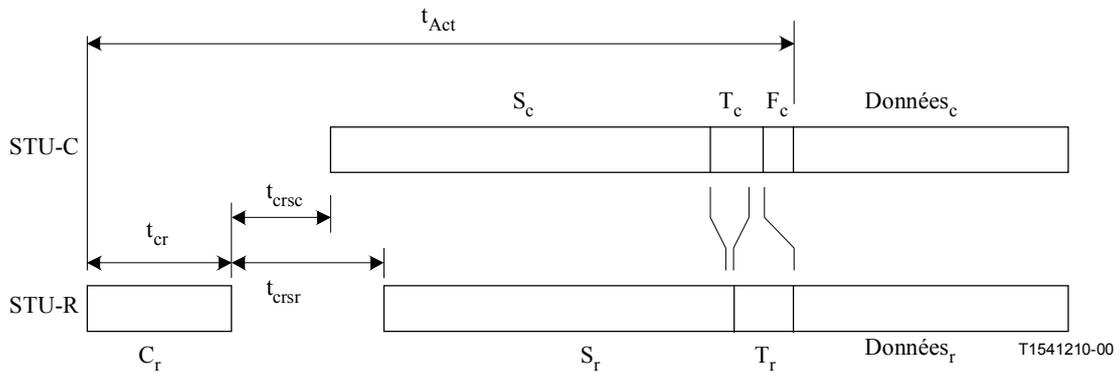
Figure 6-5/G.991.2 – Modèle de référence de l'activation

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 procédure d'activation est indépendante pour chaque paire dans le cas d'équipements prenant en charge le mode optionnel avec 4 fils. De tels équipements seront en mesure de détecter l'aboutissement de l'activation pour les deux paires et d'initier ensuite la transmission de données utilisateur sur les deux paires.

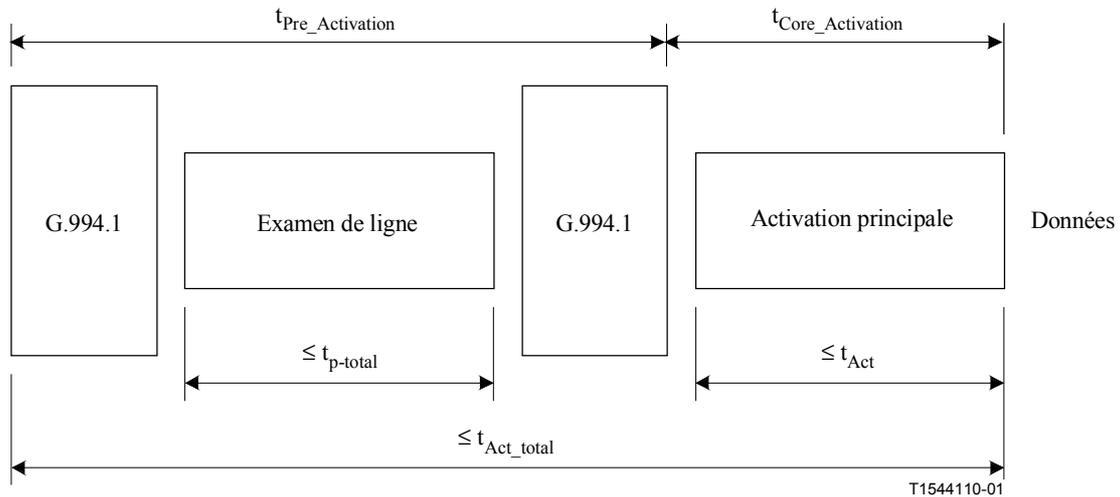
### 6.2.2 Description de la séquence d'activation de la densité PMD

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**

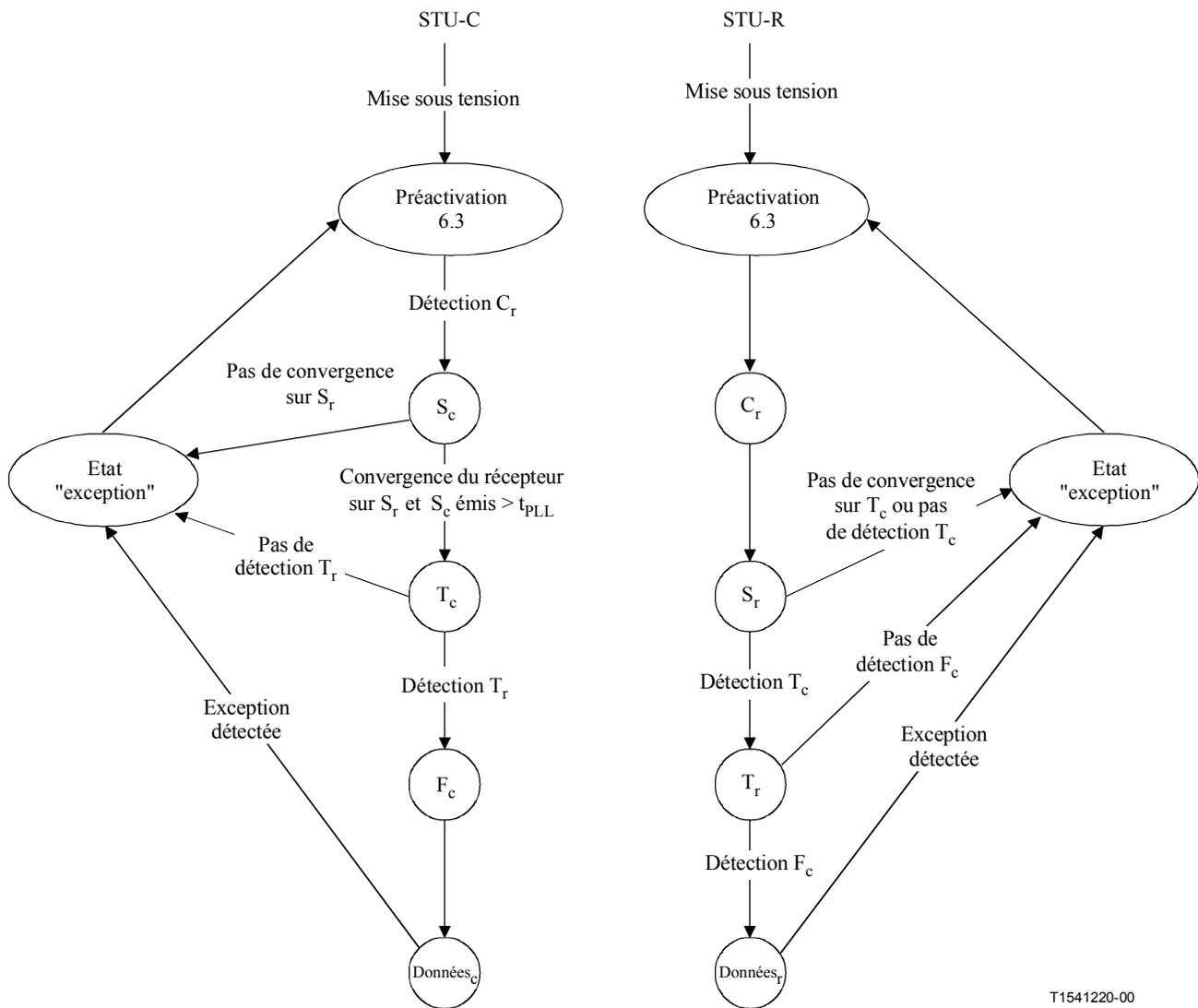
Le temps d'activation total est la somme des temps de préactivation et d'activation principale. Pour cette raison on obtient, à partir de la Figure 6-6a:

$$t_{\text{Pre-Activation}} + t_{\text{Core-Activation}} \leq t_{\text{Act\_Global}}$$

où  $t_{\text{Pre-Activation}}$  est la durée combinée des séquences G.994.1 (voir 6.4) et de l'examen de ligne (voir 6.3), et où  $t_{\text{Core-Activation}}$  est la durée d'activation principale (voir 6.2). Les valeurs de  $t_{\text{Act}}$  et de  $t_{\text{Act\_Global}}$  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**

<b>Durée</b>	<b>Paramètre</b>	<b>Référence</b>	<b>Valeur nominale</b>	<b>Tolérance</b>
$t_{cr}$	durée du signal $C_r$	Voir 6.2.2.1	$1 \times \beta$ s *	$\pm 20$ ms
$t_{crsc}$	durée entre la fin de $C_r$ et le début de $S_c$	Voir 6.2.2.2	500 ms	$\pm 20$ ms
$t_{crsr}$	durée entre la fin de $C_r$ et le début de $S_r$	Voir 6.2.2.3	$1,5 \times \beta$ s *	$\pm 20$ ms
$t_{act}$	durée maximale entre le début de $C_r$ et $Data_r$		$15 \times \beta$ s *	
$t_{payloadValid}$	durée maximale entre le début de $Data_c$ ou $Data_r$ et l'existence de données valides dans la charge utile SHDSL		1 s	
$t_{silence}$	durée minimale de silence entre une condition d'exception et le début du conditionnement		2 s	
$t_{PLL}$	durée maximale entre le début de $S_c$ et le verrouillage PLL de l'unité STU-R		5 s	
$t_{act\_global}$	Durée maximale entre le début de la séquence de préactivation (6.3) et $Data_r$		30 s	
* $\beta$ dépend du débit. $\beta = 1$ pour $n > 12$ et $\beta = 2$ pour $n \leq 12$ , $n$ étant défini au paragraphe 5.				



T1541220-00

**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.

### 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  $t_{\text{CSR}}$  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  $t_{\text{PLL}}$  (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 Données<sub>c</sub> et Données<sub>r</sub>

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 Données<sub>r</sub> et Données<sub>c</sub> sera conforme aux prescriptions du A.4 ou 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 la préactivation et l'activation ne sont pas terminées dans le laps de temps  $t_{\text{act\_global}}$  (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 paragraphe 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 B.4.

### 6.2.6 Temporisations

Le Tableau 6-3 indique les temporisations système et leurs valeurs. La temporisation  $t_{\text{act}}$  sera égale au délai maximal entre le démarrage du signal  $C_r$  et le démarrage du signal Données<sub>r</sub>. Elle gère la durée globale du conditionnement. La temporisation  $t_{\text{payloadValid}}$  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  $t_{\text{silence}}$  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  $t_{\text{PLL}}$  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  $t_{\text{PLL}}$ .

### 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 avec 4 fils se fera lors de la séquence de préactivation. La paire 1 sera définie comme étant celle qui prend en charge la transaction G.994.1 finale.

#### 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.

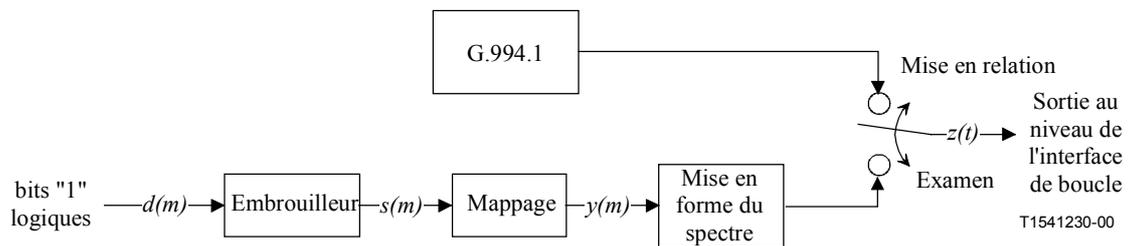


Figure 6-8/G.991.2 – Modèle de référence de la préactivation

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 avec 4 fils, 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 les deux 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.

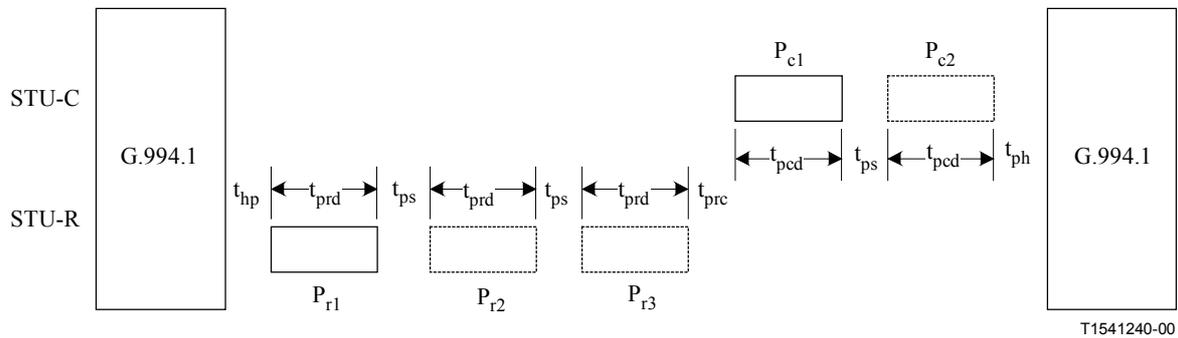


Figure 6-9/G.991.2 – Diagramme temporel usuel de la séquence de préactivation

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. Le signal  $P_{ri}$  correspond au signal d'examen de rang  $i$  (rang du débit de symbole négocié). 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 2 304 kbit/s par incréments de 64 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 les deux paires de fils dans le mode optionnel avec 4 fils.

### 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. La forme d'onde du signal  $P_{ci}$  (correspondant au débit de symbole négocié de rang  $i$ ) 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 2 304 kbit/s par incréments de 64 kbit/s. Il est possible, en variante, de choisir la forme d'onde  $P_{ri}$  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 les deux paires de fils dans le mode optionnel avec 4 fils.

### 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 réactivation**

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.

## 6.4 Séquence de réactivation 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 réactivation. Une deuxième séquence G.994.1 fera suite à l'examen de ligne de la réactivation, comme décrit dans le paragraphe 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 paragraphe 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:

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

**6.4.1.2 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.

**6.4.1.3 4 fils:** positionné pour indiquer le mode de fonctionnement avec quatre fils.

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

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

**6.4.1.6 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.

**6.4.1.7 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 ( $n \times 64$  kbit/s). Les bits "sous-débit de données" indiquent des incréments supplémentaires de 8 kbit/s ( $i \times 8$  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.

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

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

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

**6.4.1.11 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 (bits 5-1  $\times$  1,0 dB) – 10 dB. Par exemple, 101111<sub>2</sub> dans l'octet de marge cible PMMS la plus défavorable correspond à une marge cible de 15 dB – 10 dB = 5 dB relative au cas de bruit le plus défavorable de référence.

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.

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

**6.4.1.13 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.

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

**6.4.1.15 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.

**6.4.1.16 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.

**6.4.1.17 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.

#### **6.4.2 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 paragraphe 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  $k = 12(i + n \times 8)$  [bits]. 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  $n = 36$ . 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.

Deux sous-couches PMS-TC distinctes sont actives dans le mode optionnel avec 4 fils, 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. Chaque paire fonctionnera avec le même débit de charge utile et les émetteurs des deux 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 → <i>k + 16</i>	-----	<i>b1</i>	Bloc de charge utile n° 1	
	<i>k + 17</i>	17	<i>eoc01</i>	Bit EOC n° 1	
	<i>k + 18</i>	18	<i>eoc02</i>	Bit EOC n° 2	
	<i>k + 19</i>	19	<i>eoc03</i>	Bit EOC n° 3	
	<i>k + 20</i>	20	<i>eoc04</i>	Bit EOC n° 4	
	<i>k + 21</i>	21	<i>crc1</i>	Contrôle de redondance cyclique n° 1	CRC-6
	<i>k + 22</i>	22	<i>crc2</i>	Contrôle de redondance cyclique n° 2	CRC-6
	<i>k + 23</i>	23	<i>fbit3/ps</i>	Bit d'indicateur fixe n° 3 (statut de l'alimentation)	
	<i>k + 24</i>	24	<i>sbit1</i>	Identificateur de bit de remplissage n° 1	Réservé en mode synchrone
	<i>k + 25</i>	25	<i>eoc05</i>	Bit EOC n° 5	
	<i>k + 26</i>	26	<i>eoc06</i>	Bit EOC n° 6	
	<i>k + 27</i> → <i>2k + 26</i>	-----	<i>b2</i>	Bloc de charge utile n° 2	
	<i>2k + 27</i>	27	<i>eoc07</i>	Bit EOC n° 7	
	<i>2k + 28</i>	28	<i>eoc08</i>	Bit EOC n° 8	
	<i>2k + 29</i>	29	<i>eoc09</i>	Bit EOC n° 9	
	<i>2k + 30</i>	30	<i>eoc10</i>	Bit EOC n° 10	
	<i>2k + 31</i>	31	<i>crc3</i>	Contrôle de redondance cyclique n° 3	CRC-6
	<i>2k + 32</i>	32	<i>crc4</i>	Contrôle de redondance cyclique n° 4	CRC-6
	<i>2k + 33</i>	33	<i>fbit4/segd</i>	Bit d'indicateur fixe n° 4 (défaut de segment)	
	<i>2k + 34</i>	34	<i>eoc11</i>	Bit EOC n° 11	
	<i>2k + 35</i>	35	<i>eoc12</i>	Bit EOC n° 12	
	<i>2k + 36</i>	36	<i>sbit2</i>	Identificateur de bit de remplissage n° 2	Réservé en mode synchrone
	<i>2k + 37</i> → <i>3k + 36</i>	-----	<i>b3</i>	Bloc de charge utile n° 3	

**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	$3k + 37$	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	$3k + 47 \rightarrow 4k + 46$	-----	<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 paragraphe 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 avec quatre fils, les bits *eoc01-eoc20* véhiculeront les données EOC primaires sur la paire 1. Les bits *eoc* correspondants sur la paire 2 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 avec quatre fils, le bit *losd* sur la paire 1 véhiculera l'indication primaire *losd*. Le bit *losd* sur la paire 2 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 trois messages "perte d'alimentation". Les régénérateurs transféreront ce bit d'une manière transparente. Dans le mode avec quatre fils, le bit *ps* sur la paire 1 véhiculera l'indication primaire de statut d'alimentation. Le bit *ps* sur la paire 2 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 et

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

représentant le polynôme générateur.

Le polynôme de contrôle CRC est donné par la formule suivante:

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

dans laquelle  $\oplus$  représente l'addition modulo 2 (OU exclusif) et  $D$  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 4 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 4 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, 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.

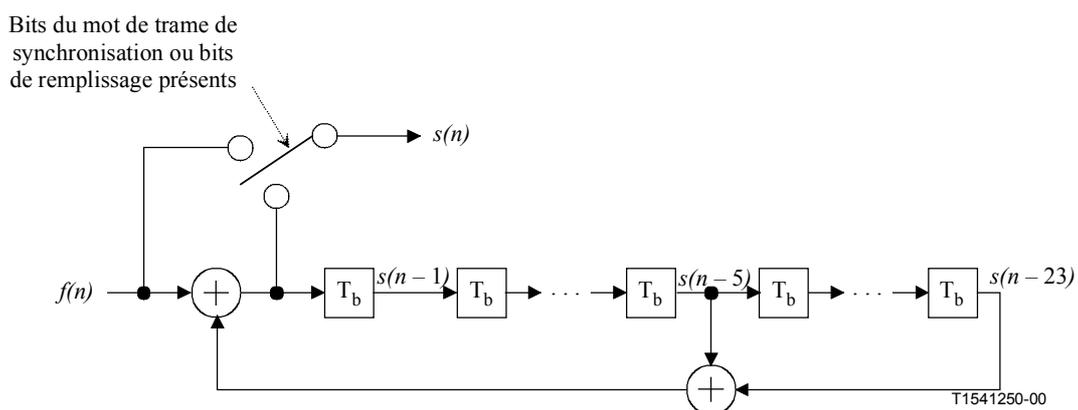


Figure 7-1/G.991.2 – Schéma de principe de l'embrouilleur de l'unité STU-C

### 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.

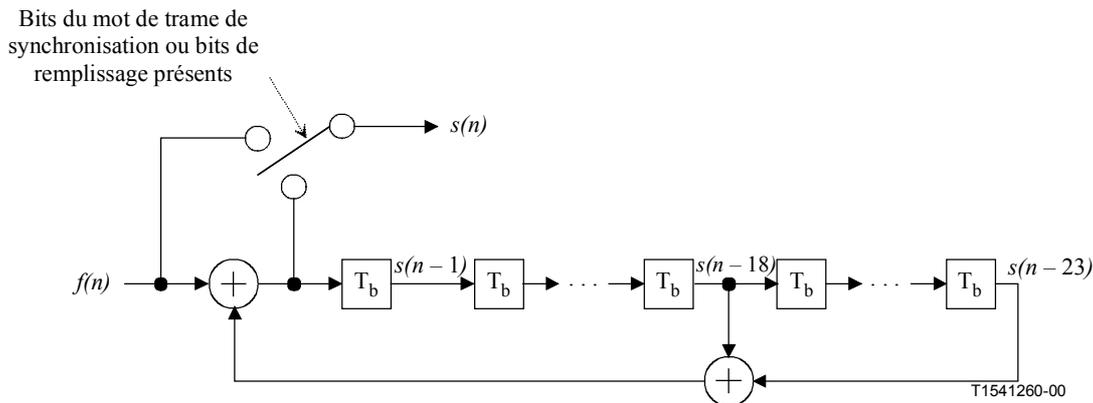


Figure 7-2/G.991.2 – Schéma de principe de l'embrouilleur de l'unité STU-R

### 7.1.6 Tampon de différence de délai

Il est compréhensible que les caractéristiques des deux paires de fils puissent différer dans le mode optionnel avec quatre fils. 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  $\mu$ s à 150 kHz la valeur de telles différences de délai de transfert entre les deux paires, ce qui correspond à une différence d'environ 10 km pour la longueur des lignes entre les unités STU-R et STU-C.

Les émetteurs-récepteurs prenant en charge le mode avec quatre fils 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  $\mu$ 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 deux paires de fils dans le mode optionnel avec quatre fils.

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

<b>Bits de trame d'activation LSB:MSB</b>	<b>Définition</b>
1:14	Synchronisation de trame 11111001101011 <sub>2</sub> pour les signaux T <sub>c</sub> et T <sub>r</sub> , le bit le plus à gauche est émis en tête
	Synchronisation de trame 11010110011111 <sub>2</sub> pour les signaux F <sub>c</sub> , 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
4145:4211	Réservé: 67 bits positionnés sur des valeurs "0" logiques
4212:4227	Contrôle CRC: c <sub>1</sub> est émis en tête, c <sub>16</sub> en dernier

### 7.2.1.1 Synchronisation de trame

La synchronisation de trame pour les signaux T<sub>c</sub> et T<sub>r</sub> 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<sub>c</sub> sera égale à 11010110011111, ce qui correspond à une inversion de la synchronisation de trame entre T<sub>c</sub> et T<sub>r</sub>.

### 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<sub>1</sub> et en terminant par le coefficient C<sub>N</sub> (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<sub>0</sub> sera émis en tête, suivi des coefficients a<sub>1</sub>, a<sub>2</sub>, ..., et le coefficient b<sub>20</sub> 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 Réservé

Ces 67 bits sont réservés pour une utilisation future et seront positionnés sur des zéros logiques.

### 7.2.1.6 Contrôle CRC

Les 16 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 et

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

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.

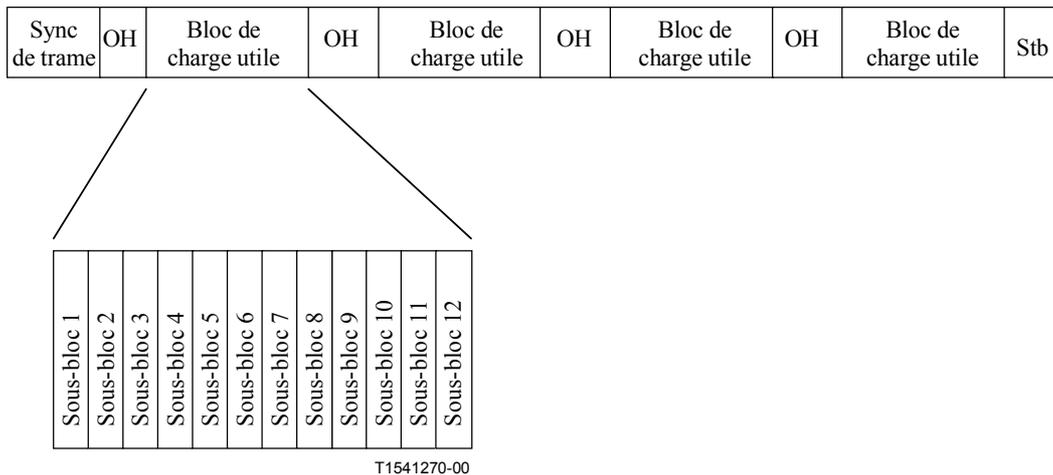
### 7.2.2 Embrouilleur d'activation

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, 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 paragraphe 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  $n = 36$ . 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 avec quatre fils

Il est nécessaire de procéder à un entrelacement entre paires pour les données de charge utile dans le mode optionnel avec quatre fils. Ceci s'effectuera par l'entrelacement des sous-blocs de charge utile entre la paire 1 et la paire 2. 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 la paire 2, comme indiqué par la Figure 8-2. La taille de chaque sous-bloc de charge utile est égale à  $2k_s$ , avec  $k_s = i + n \times 8$  [bits]. Comme l'indique le paragraphe 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  $n = 36$ . 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).

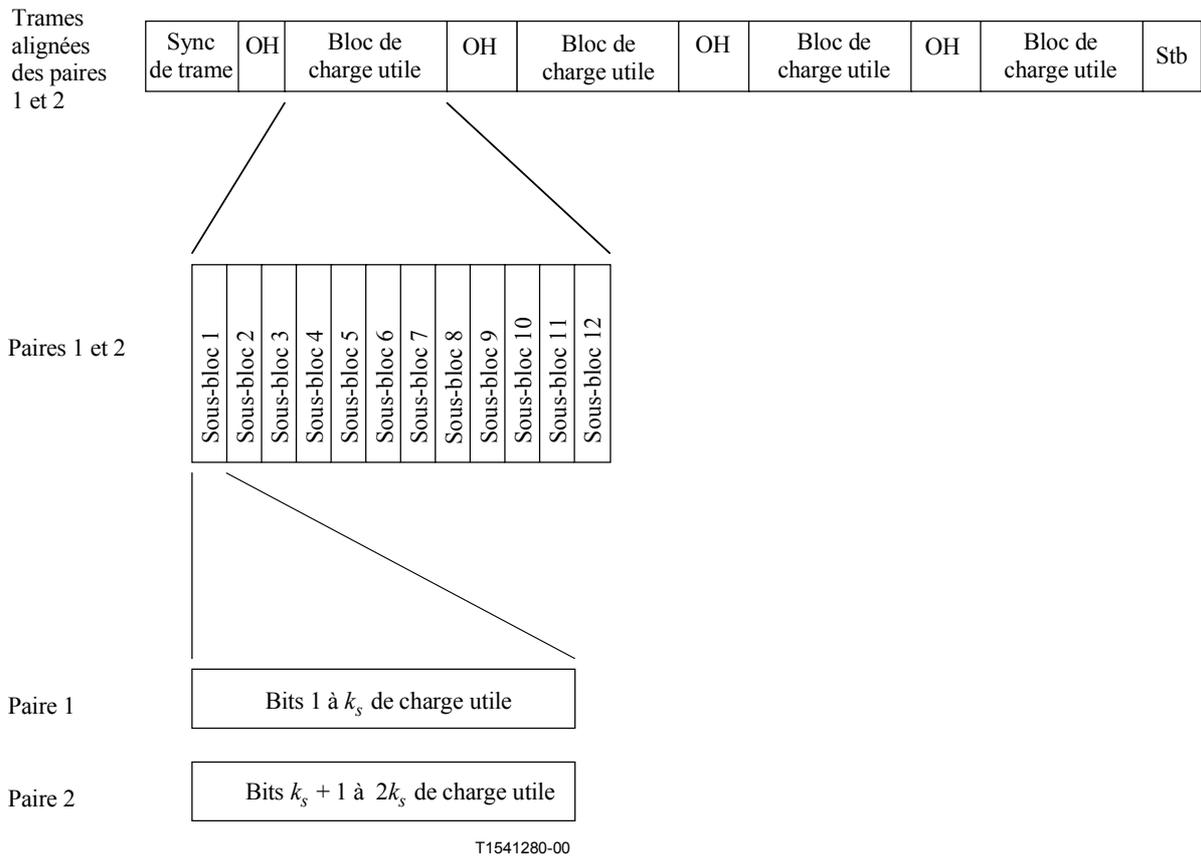


Figure 8-2/G.991.2 – Entrelacement des données au sein des blocs de charge utile

## 9 Gestion

### 9.1 Modèle de référence de gestion

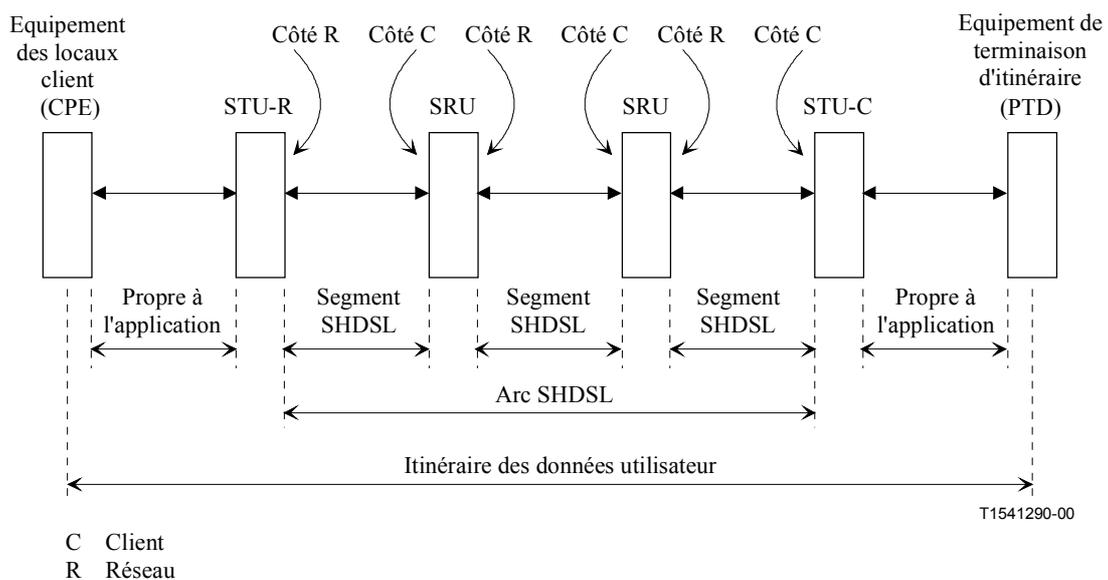


Figure 9-1/G.991.2 – Modèle de référence de gestion

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 inférieure ou égale à 20 s (c'est-à-dire, une suppression dans un délai de 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] dans l'Appendice IV (*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 modulaire pour chaque paramètre de performances spécifié par les 9.5.5.7.14 et 9.5.5.7.15. Une initialisation de ces compteurs modulaires n'est ni spécifiée, ni nécessaire. La comparaison entre la valeur actuelle du compteur modulaire et la valeur précédente stockée en mémoire permet au gestionnaire de données de l'unité STU-C de déterminer le nombre d'incrément qu'il est nécessaire d'ajouter au stockage de l'historique de performances adéquat (il convient de noter que le nombre d'incrément à ajouter peut être négatif dans certains cas; se référer au 9.3 pour plus d'informations). La valeur des compteurs modulaires 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 modulaires. 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 8 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 →	
DP examen de découverte ( <i>discovery probe</i> ) DR réponse de découverte ( <i>discovery response</i> ) h comptage de bonds ( <i>hop count</i> )			

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
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 une boucle double, de sorte que des messages identiques et redondants seront émis sur les deux 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 6.2/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 Contenu	LSB
	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: le bit 1 du premier octet est le bit MSB et le bit 8 du deuxième octet est le bit LSB, ce qui signifie que les bits de la séquence FCS sont transmis dans l'ordre inverse de l'ordre usuel.

### 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)		

**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>
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
19	Réservé demande de transport vocal (utilisation future)	Non définie	
20	Demande RNIS	STU-C, STU-R	E.8.7.1
21-63	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
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	Réservé réponse de transport vocal (utilisation future)	Non définie	
148	Réponse RNIS	STU-C, STU-R	E.8.7.1
149-191	Réservé (utilisation future)		

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

Id. de message (décimal)	Type de message	Unité initiatrice	Référence
192-216	Réponse de gestion de segment (réservé)	Non définie	9.5.5.7.22
217-239	Réservé (utilisation future)		
240-247	Réponse à un message propre au fournisseur	Non définie	9.5.5.7.23
248-252	Réservé		
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. Voir Tableau 9-7.

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

N° d'octet	Contenu	Type de données	Référence
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 d'un fonctionnement avec deux boucles, ceci signifie que les deux 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. Voir Tableau 9-8.

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

N° d'octet [bit]	Contenu	Type de données	Référence
1	129	Identificateur de message	
2	Comptage de bonds	Caractère sans signe	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 sans signe	
13	N° de version SHDSL	Caractère sans signe	
14 [7..1]	Réservé		
14 [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. Voir Tableau 9-9.

**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". Voir Tableau 9-10.

**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:

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

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. Voir Tableau 9-11.

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

N° d'octet [bit]	Contenu	Type de données	Référence
1	3	Identificateur de message	
2 [7]	Type de configuration	Bit	0 = normal, 1 = lecture seulement
2 [6..0]	Seuil d'affaiblissement de boucle SHDSL (dB)	Enuméré	0 = hors service, 1 à 127
3 [7..4]	Seuil de marge du rapport S/B de la ligne SHDSL (dB)	Enuméré	0 = hors service, 1 à 15
3 [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. Voir Tableau 9-12.

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

N° d'octet [bit]	Contenu	Type de données	Référence
1	5	Identificateur de message	
2 [7]	Type de configuration	Bit	0 = normal, 1 = lecture seulement
2 [6..4]	Réservé		
2 [3..0]-3	Temporisation de rebouclage	Entier de 12 bits sans signe	En minutes, 0 = aucune temporisation
4-13	YYYY-MM-DD	Date, chaîne de 10 octets	ISO 8601 [5]
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". Voir Tableau 9-13.

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

N° d'octet [bit]	Contenu	Type de données	Référence
1	131	Identificateur de message	
2 [7..1]	Réservé		
2 [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 [7..4]	Seuil de marge du rapport S/B de la ligne SHDSL (dB)	Enuméré	0 = hors service, 1 à 15
4 [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. Voir Tableau 9-14.

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

N° d'octet [bit]	Champ d'informations	Type de données	Référence
1	133	Identificateur de message	
2 [7..1]	Réservé		
2 [0]	UTC (impossibilité de se conformer)	Bit	0 = OK, 1 = UTC
3 [7..4]	Réservé		
3 [3..0]-4	Temporisation de rebouclage	Entier de 12 bits sans signe	En minutes, 0 = aucune temporisation
5-14	YYYY-MM-DD	Date, chaîne de 10 octets	ISO 8601 [5]
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. Voir Tableau 9-14a.

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

N° d'octet [bit]	Contenu	Type de données	Référence
1	Identificateur de message n° 18	Identificateur de message	
2 [7]	Type de configuration	Bit	0 = normal, 1 = lecture seulement
2 [6..1]	Réservé		
2 [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". Voir Tableau 9-14b.

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

N° d'octet [bit]	Contenu	Type de données	Référence
1	Identificateur de message n° 146	Identificateur de message	
2 [7..1]	Réservé		
2 [0]	UTC (impossibilité de se conformer)	Bit	0 = OK, 1 = UTC
3 [7..1]	Réservé		
3 [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 avec deux 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 deux messages des types 139, 140 et 141 (un pour chaque paire) en réponse au message "demande de statut".

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). Voir Tableau 9-15.

**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 avec deux 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;
- 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;
- statut de maintenance (9.5.5.7.20).

Voir Tableau 9-16.

**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). Voir Tableau 9-17.

**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 avec signe (127 = non disponible)
3	Marge S/B du côté client (dB)	Caractère avec signe (127 = non disponible)
4	Identificateur de boucle	Caractère sans signe (1 = boucle 1, 2 = boucle 2)

#### 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. Voir Tableau 9-18.

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

N° d'octet [bit]	Contenu	Type de données	Référence
1	Identificateur de message n° 140	Identificateur de message	
2 [7]	Réservé		
[6]	N – Statut de réduction de puissance	Bit	0 = défaut, 1 = sélectionné
[5]	Défaut d'équipement	Bit	0 = OK, 1 = faute
[4]	N – Défaut de continuité métallique	Bit	0 = OK, 1 = faute
[3]	N – Alarme de marge du rapport S/B	Bit	0 = OK, 1 = alarme
[2]	N – Alarme d'affaiblissement de boucle	Bit	0 = OK, 1 = alarme
[1]	N – Alarme de défaillance LOSW SHDSL	Bit	0 = OK, 1 = alarme
[0]	Réservé		Positionné sur 0
3	N – Marge du rapport S/B (dB) SHDSL	Caractère avec signe (127 = non disponible)	
4	N – Affaiblissement de boucle (dB) SHDSL	Caractère avec signe (-128 = non disponible)	
5	N – Comptage secondes ES SHDSL modulo 256	Caractère sans signe	
6	N – Comptage secondes SES SHDSL modulo 256	Caractère sans signe	
7-8	N – Comptage d'anomalie de CRC SHDSL modulo 65536	Entier sans signe	
9	N – Comptage secondes avec défaut LOSW SHDSL modulo 256	Caractère sans signe	
10	N – Comptage secondes UAS SHDSL modulo 256	Caractère sans signe	
11 [7]	N – Indication de débordement de compteur vers l'unité STU-C		0 = OK 1 = débordement
11 [6]	N – Indication de réinitialisation de compteur vers l'unité STU-C		0 = OK 1 = réinitialisation
11 [5]	N – Indication de débordement de compteur vers l'unité STU-R		0 = OK 1 = débordement
11 [4]	N – Indication de réinitialisation de compteur vers l'unité STU-R		0 = OK 1 = réinitialisation
11 [3..0]	N – Valeur de base de réduction de puissance (dB)	Caractère sans signe	0..15
12 [7]	N – Extension de réduction de puissance (dB)	Bit	0 → PBO = valeur de base + 0 dB 1 → PBO = valeur de base + 16 dB
12 [6..2]	Réservé		
12 [1..0]	Identificateur de boucle	Caractère sans signe	1 = boucle 1 2 = boucle 2

### 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. Voir Tableau 9-19.

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

N° d'octet [bit]	Contenu	Type de données	Référence
1	Identificateur de message n° 141	Identificateur de message	
2 [7]	Réservé		
[6]	C – Statut de réduction de puissance	Bit	0 = défaut, 1 = sélectionné
[5]	Défaut d'équipement	Bit	0 = OK, 1 = faute
[4]	C – Défaut de continuité métallique	Bit	0 = OK, 1 = faute
[3]	C – Alarme de marge du rapport S/B	Bit	0 = OK, 1 = alarme
[2]	C – Alarme d'affaiblissement de boucle	Bit	0 = OK, 1 = alarme
[1]	C – Alarme de défaillance LOSW SHDSL	Bit	0 = OK, 1 = alarme
[0]	Réservé		Positionné sur 0
3	C – Marge du rapport S/B (dB) SHDSL	Caractère avec signe (127 = non disponible)	
4	C – Affaiblissement de boucle (dB) SHDSL	Caractère avec signe (128 = non disponible)	
5	C – Comptage secondes ES SHDSL modulo 256	Caractère sans signe	
6	C – Comptage secondes SES SHDSL modulo 256	Caractère sans signe	
7-8	C – Comptage d'anomalie de CRC SHDSL modulo 65536	Entier sans signe	
9	C – Comptage secondes avec défaut LOSW modulo 256	Caractère sans signe	
10	C – Comptage secondes UAS SDHL modulo 256	Caractère sans signe	

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

N° d'octet [bit]	Contenu	Type de données	Référence
11 [7]	C – Indication de débordement de compteur vers l'unité STU-C		0 = OK 1 = débordement
11 [6]	C – Indication de réinitialisation de compteur vers l'unité STU-C		0 = OK 1 = réinitialisation
11 [5]	C – Indication de débordement de compteur vers l'unité STU-R		0 = OK 1 = débordement
11 [4]	C – Indication de réinitialisation de compteur vers l'unité STU-R		0 = OK 1 = réinitialisation
11 [3..0]	C – Valeur de base de réduction de puissance (dB)	Caractère sans signe	0..15
12 [7]	C – Extension de réduction de puissance (dB)	Bit	0 → PBO = valeur de base + 0 dB 1 → PBO = valeur de base + 16 dB
12 [6..2]	Réservé		
12 [1..0]	Identificateur de boucle	Caractère sans signe	1 = boucle 1 2 = boucle 2

**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. Voir Tableaux 9-20 à 9-22.

**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. Voir Tableaux 9-23 et 9-24.

**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 "reboilage système": identificateur de message n° 9**

Le message "demande de maintenance – reboilage système" contient des commandes de reboilage 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 "reboilage d'élément": identificateur de message n° 10

Le message "demande de maintenance – reboilage d'élément" contient des commandes de reboilage 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 reboilage d'élément, l'unité adressée effectuera les commandes de reboilage et renverra un message "réponse de statut de maintenance".

**Tableau 9-27/G.991.2 – Champ d'informations "demande de maintenance – Reboilage 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 reboilage	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 – reboilage système", "demande de maintenance – reboilage d'élément", "demande de statut" et "demande de statut complet". Le "reboilage spécial" défini pour l'unité STU-R est un reboilage de l'unité de terminaison de maintenance (MTU, *maintenance termination unit*); il n'est pas défini pour d'autres unités. Voir Tableau 9-28.

**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 reboilage	Identificateur de message	
2 [7]	Statut de la temporisation de reboilage	Bit	0 = non modifié, 1 = modifié
2 [6]	Etat de maintenance fournisseur actif	Bit	0 = hors service, 1 = en service
2 [5]	Reboilage spécial actif	Bit	0 = hors service, 1 = en service
2 [4]	Reboilage actif vers l'unité STU-R	Bit	0 = hors service, 1 = en service
2 [3]	Reboilage actif vers l'unité STU-C	Bit	0 = hors service, 1 = en service
2 [2]	Alimentation de l'unité locale ou par l'arc	Bit	0 = alim. par l'arc 1 = alim. locale
2 [1]	Inversion des conducteurs pointe/nuque du côté client	Bit	0 = normale 1 = inversée
2 [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. Voir Tableau 9-29.

**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 [7..2]	Réservé		
2 [1]	Positionnement de la réduction de puissance du côté réseau	Bit	0 = défaut 1 = sélectionné
2 [0]	Redémarrage en douceur du côté réseau (après 5 s)	Bit	0 = sans redémarrage 1 = avec redémarrage
3 [7..2]	Réservé		
3 [1]	Positionnement de la réduction de puissance du côté client	Bit	0 = défaut 1 = sélectionné
3 [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°s 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°s 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. Voir Tableau 9-30.

**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 sans signe	
Octet .. $N + 2$	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 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 6.3/G.997.1. Les paquets SNMP peuvent être transmis au moyen d'un ou de plusieurs de ces messages. Voir Tableau 9-31.

**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 sans signe	
Octet 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. Voir Tableau 9-32.

**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 sans signe	

**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] dans l'Appendice IV.

**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 ; CC H	(Note)
Positionnement du curseur (en colonne 1)	ESC [ RR H	Sous-ensemble du positionnement du curseur
Curseur en début d'écran	ESC [ H	Sous-ensemble du positionnement du curseur

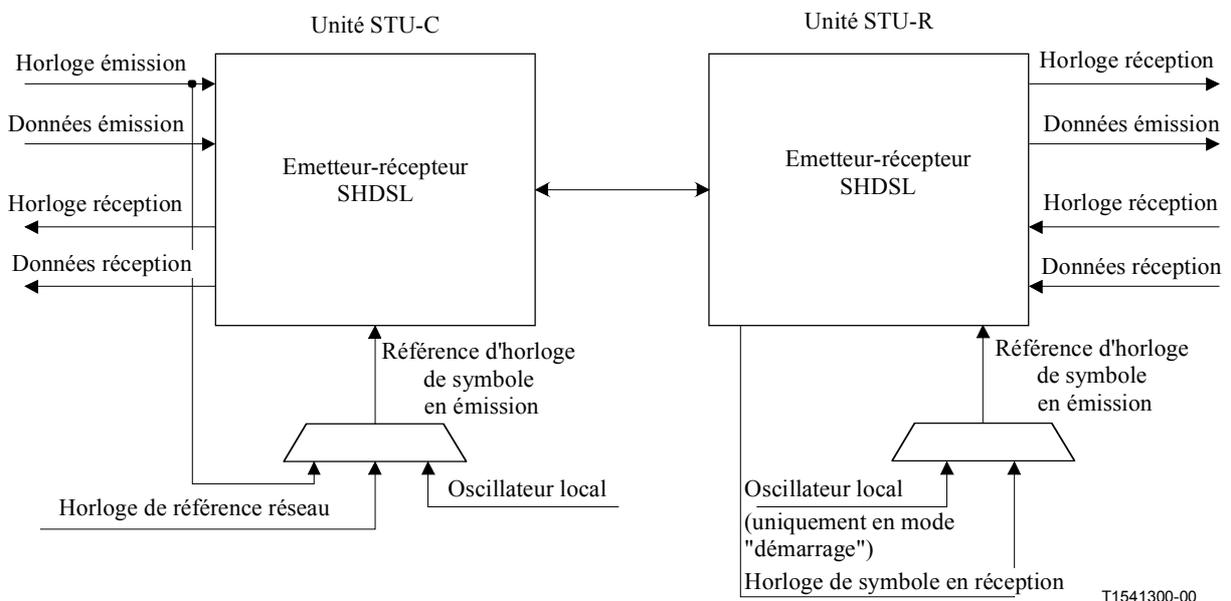
NOTE – La valeur du code ESC est égale à  $1B_{16}$ . RR représente le rang de la ligne et CC le rang de la colonne, exprimés sous la forme de chiffres ASCII. Le codage de la ligne 4 et de la colonne 12 sera, par exemple, égal à ESC [ 4;12H. Ce codage équivaut à la séquence hexadécimale  $1B_{16} 5B_{16}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

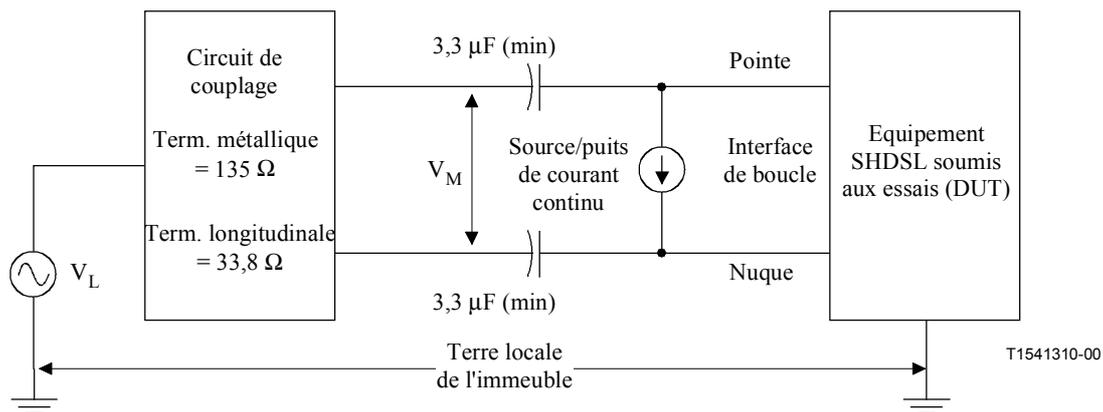
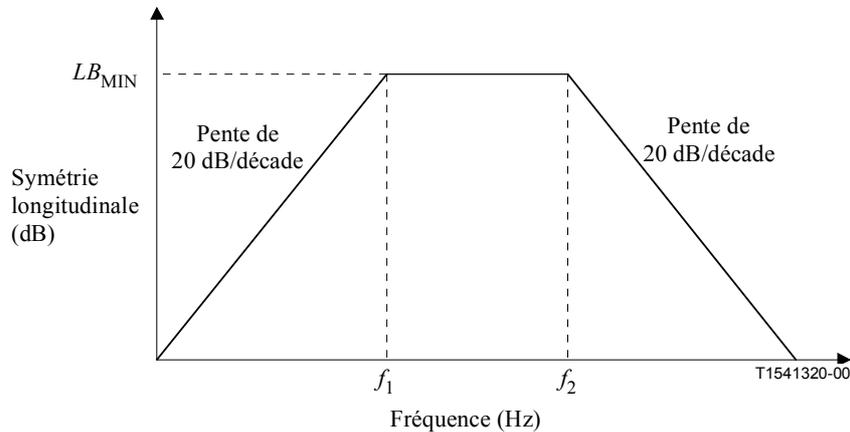


Figure 11-1/G.991.2 – Mesure de la symétrie longitudinale

<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 ( $i = 0..7$  et  $n = 3..36$ ). 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.

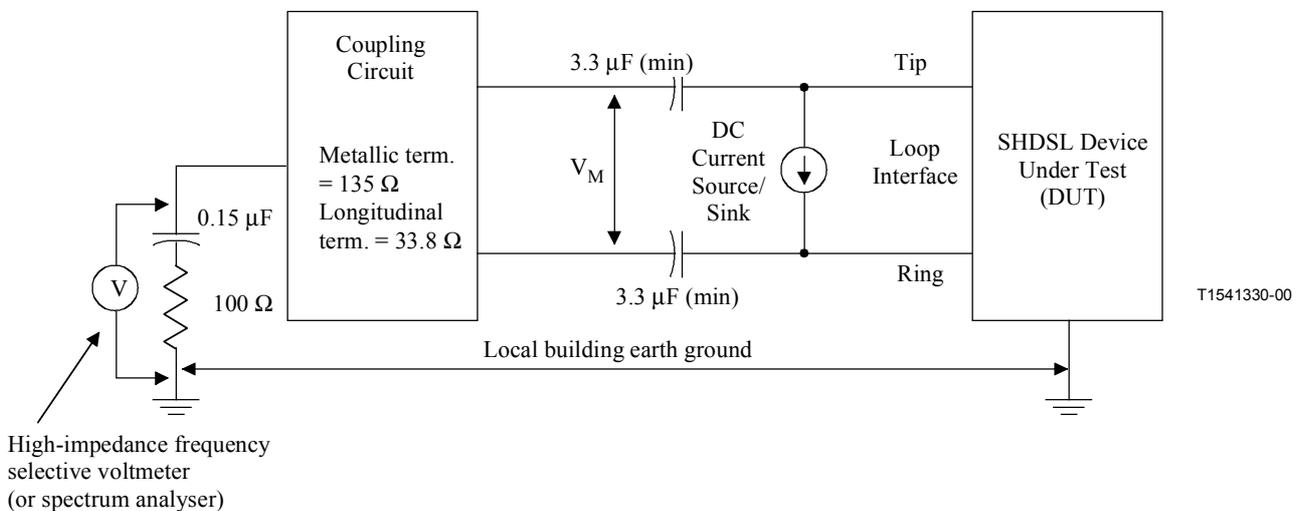
Les valeurs mesurées pour la symétrie au niveau de l'interface de la boucle SHDSL seront situées au-dessus du masque de limite spécifié par la Figure 11-2. Les valeurs des paramètres de cette figure sont propres à la région; leurs spécifications sont données aux A.5.4 et B.5.4. Le circuit d'essai longitudinal 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 continue 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 le domaine 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.



**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

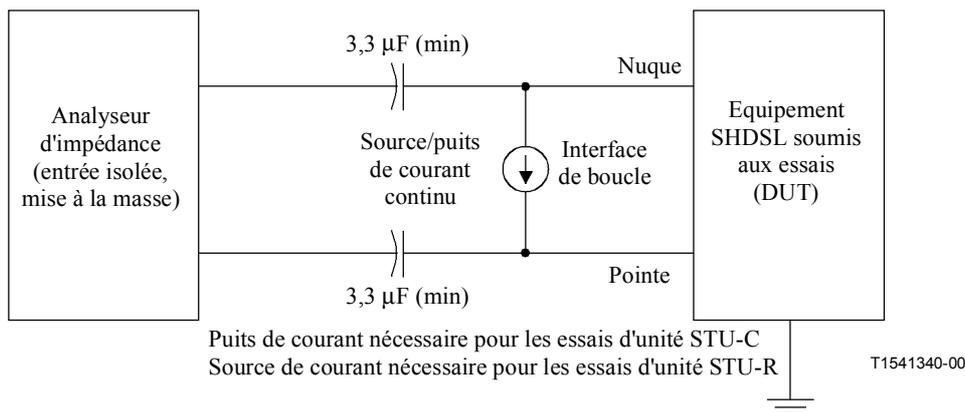
Ces essais mesurent l'affaiblissement d'adaptation au niveau de l'interface de la boucle SHDSL sur une impédance (de ligne) de référence égale à  $135 \Omega$ . L'affaiblissement d'adaptation est en général utilisé, dans des applications SHDSL, comme mesure de la divergence de l'impédance de terminaison (déviation 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 et

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

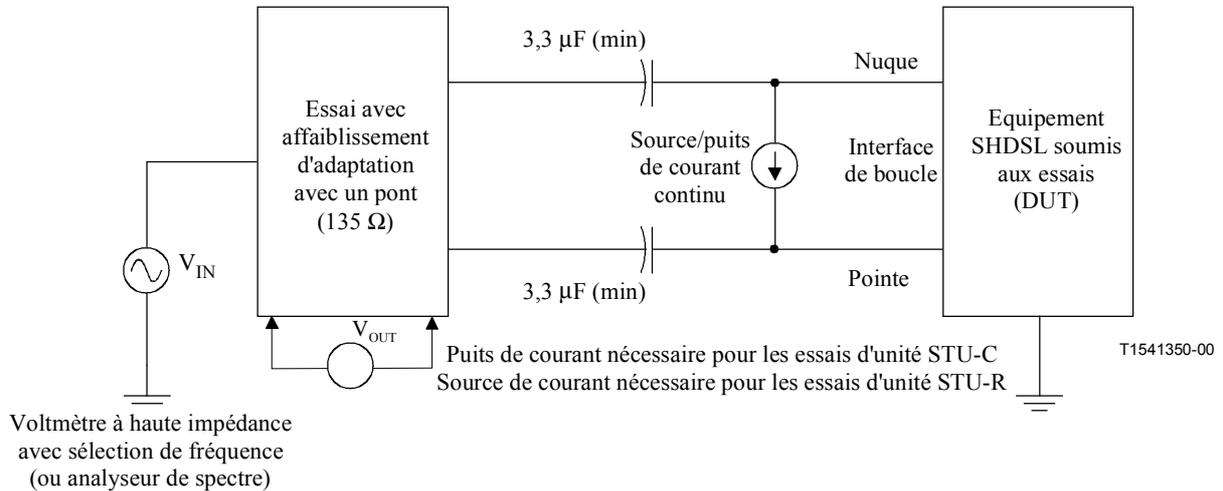


**Figure 11-4/G.991.2 – Méthode d'essai d'affaiblissement d'adaptation avec un analyseur d'impédance**

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

$$\text{Return Loss}(f) = 20 \log \left| \frac{V_{IN}(f)}{V_{OUT}(f)} \right| R$$

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 Ω 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 Ω 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 le domaine de fréquences de 1 kHz à 2 MHz.

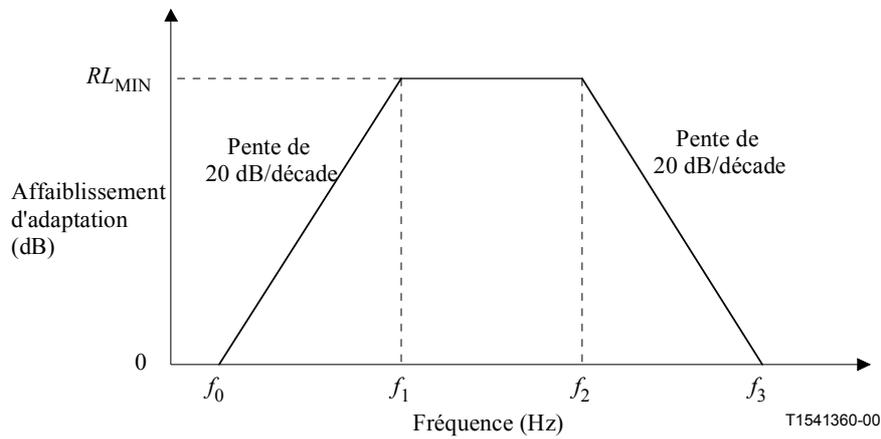


Figure 11-6/G.991.2 – Masque de limite d'affaiblissement d'adaptation

#### 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. Voir Figure 11-7.

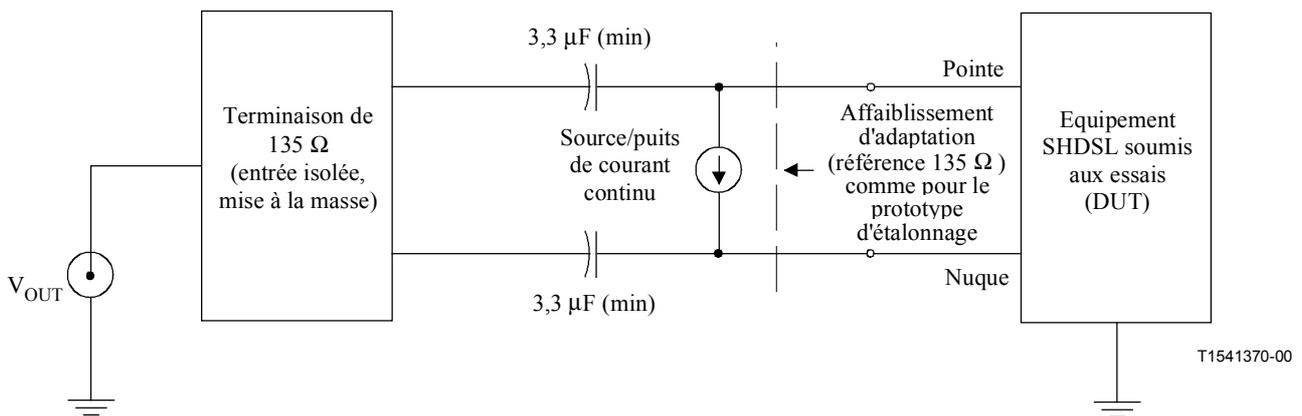


Figure 11-7/G.991.2 – Dispositif de mesure de la puissance PSD totale

##### 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 1 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 de puissance totale émise**

La mesure de la puissance moyenne totale émise par l'unité STU-C se fera en émettant de manière continue un signal  $S_c$  (6.2.2.2) avec une densité PSD adéquate, comme spécifié par le A.3.3.8 ou B.4. La mesure de la puissance moyenne totale émise par l'unité STU-R se fera en émettant de manière continue un signal  $S_r$  (6.2.2.3) avec une densité PSD adéquate, comme spécifié par le A.3.3.8 ou B.4. La puissance totale mesurée satisfera aux prescriptions du A.3.3.8 ou B.4 susceptibles de s'appliquer. 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.

##### **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 le domaine 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.3.3.8 ou B.4. Le signal émis par l'unité STU-R sera conforme aux prescriptions de densité PSD du A.3.3.8 ou 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  $500 \mu\text{s}$  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.

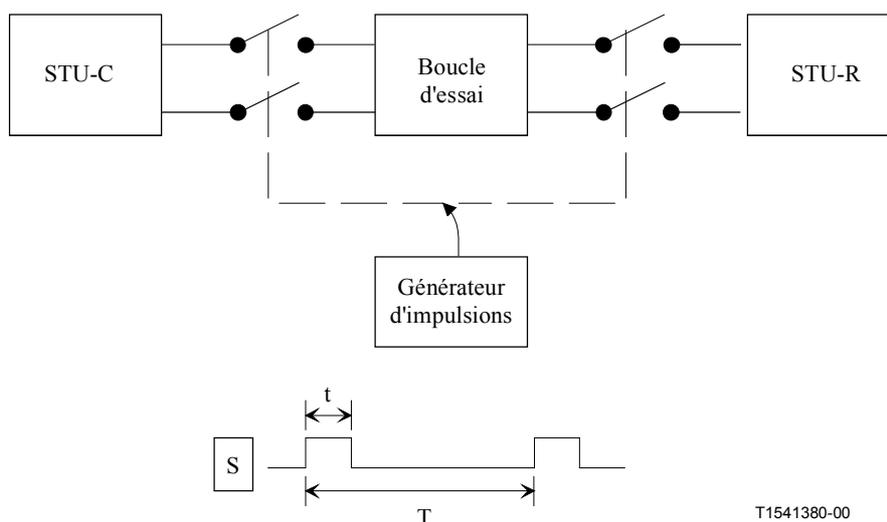


Figure 12-1/G.991.2 – Circuits d'essai de micro-interruption

## ANNEXE A

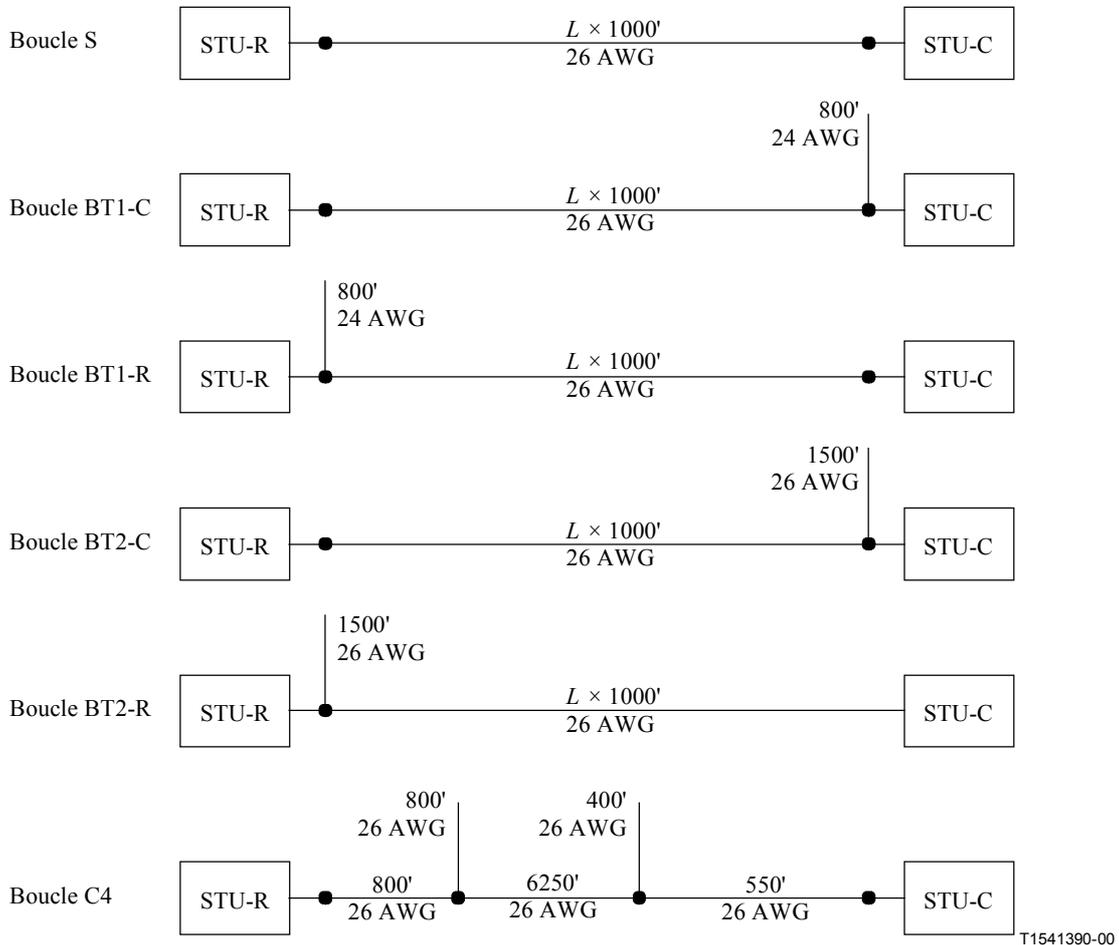
### Prescriptions régionales – Région 1

#### 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 cette 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 en pieds ('): 1000' = 0,3048 km.

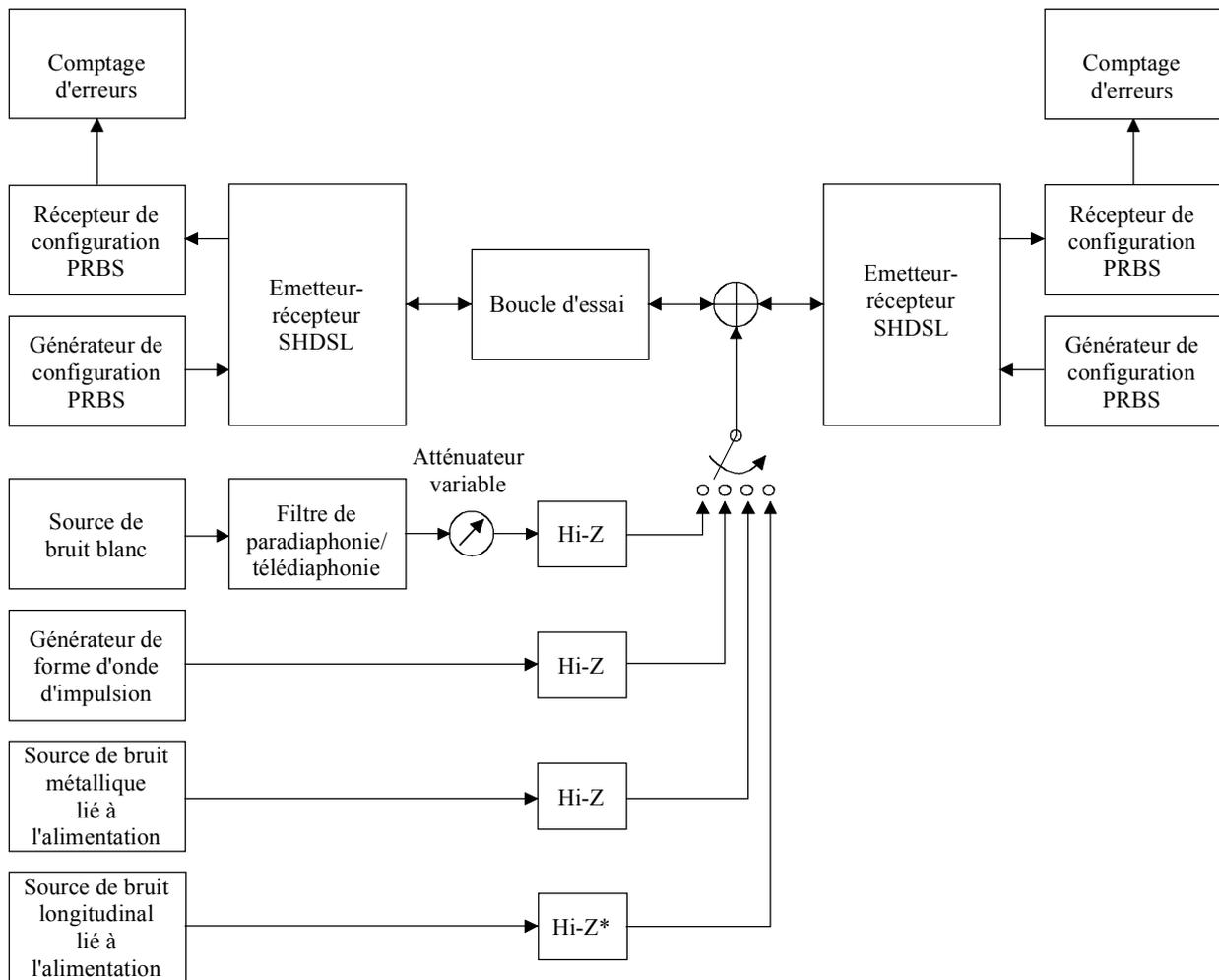
**Figure A.1/G.991.2 – Boucles d'essai**

### 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.



T1541400-00

\* 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 kΩ. 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.

### 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:

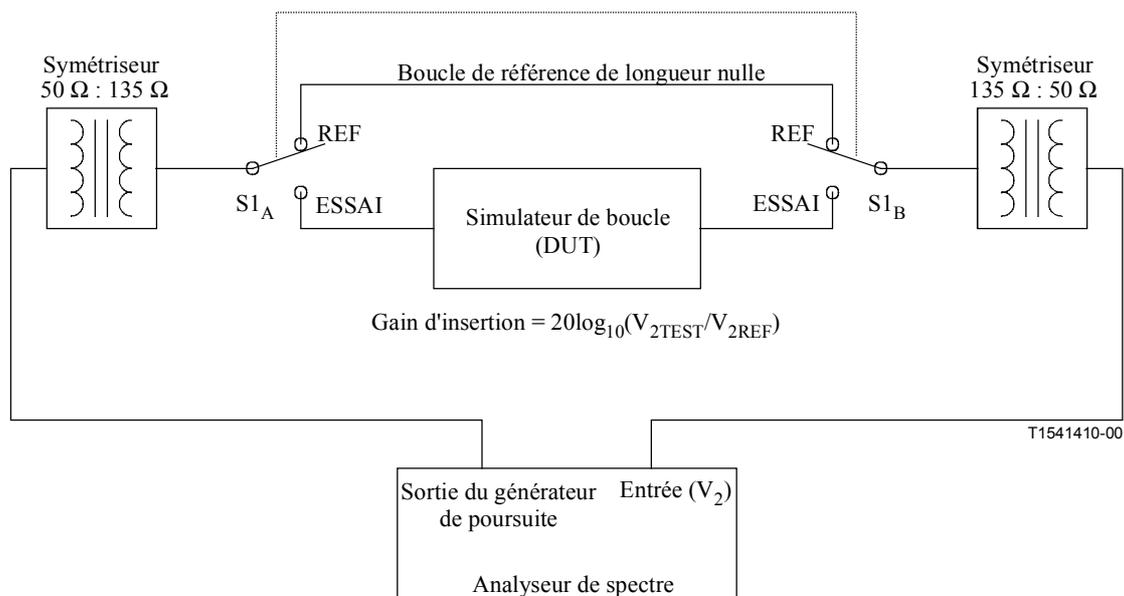
- 1) utiliser, pour le calcul de la valeur  $SNRI$  du rapport signal sur bruit idéal sur une base DFE, le résultat du calcul de  $SNR_{dB}$  au moyen de la formule suivante:

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

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  $f_{sym}$ .



**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 SNR2 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  $\Delta = (SNR2 - SNR1)$  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 (×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 + $\Delta$ *

**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)
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	$5 + \Delta^*$
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	$5 + \Delta^*$

**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)
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 + $\Delta$ *
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 + $\Delta$ *
<p>* 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 <math>\Delta</math> est défini au A.3.1.4.</p> <p>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.</p>							

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 si, par exemple, les débits restants sont les débits de 256, 384, 768 et 2048 kbit/s symétrique, alors.

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 réalisé 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:

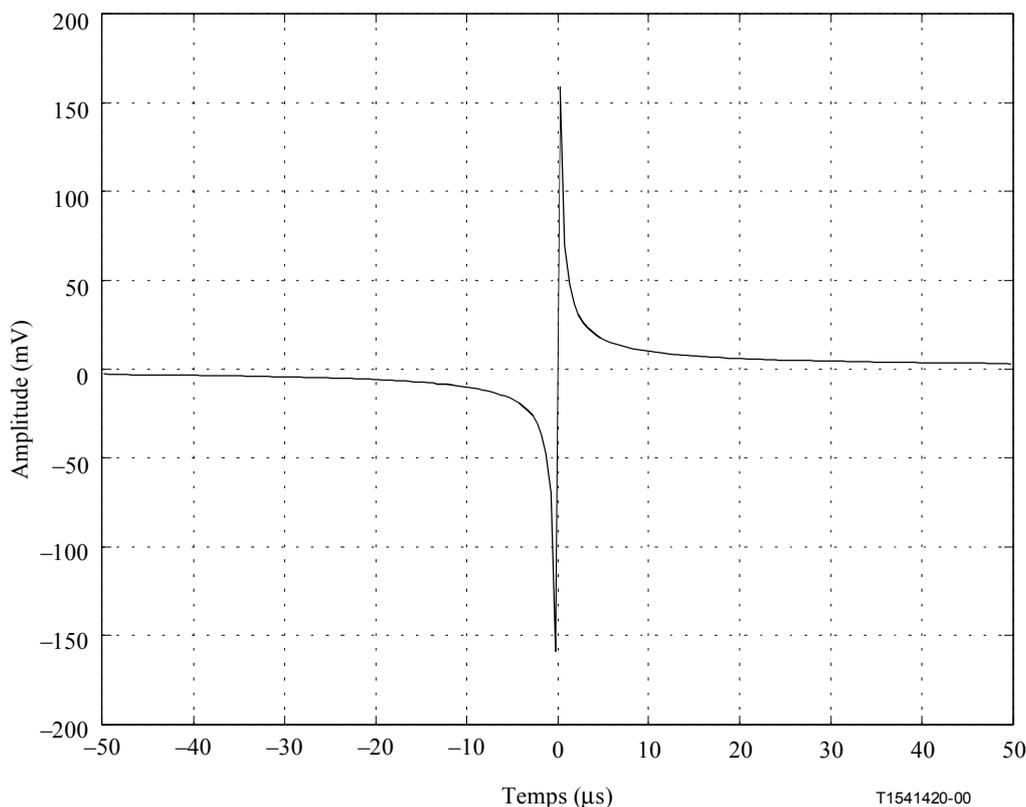
$t = (2n-1)\frac{T}{2}$ , dans laquelle  $T$  représente la période d'échantillonnage et  $(1/T)$  doit être supérieur ou égal au débit de symbole du système soumis aux essais. L'amplitude de crête à crête des échantillons variera avec la fréquence d'échantillonnage et peut être calculée au moyen de 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 MHz
$1,775 \times 10^{-6}$	320 mV

Il est nécessaire d'utiliser au moins 8 000 échantillons à une fréquence de 2 MHz 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 MHz**

### 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 d'échantillonnage de 2 MHz/s	Taux de répétition des impulsions d'essai	Limite supérieure du taux d'erreurs de bit
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:

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

avec:

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

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 kilobauds, 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 code bipolaire alternant (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:

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

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 de la Rec. UIT-T 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 de la Rec. UIT-T 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 paragraphe 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:

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

avec:

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

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 kilobauds, 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:

$$|H_{NEXT-1-Piece}(f, N)|^2 = 0,8538 \times 10^{-14} \times f^{1,5} \times N^{0,6}$$

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 \\
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 + \\
&\quad 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
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
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 + \\
&\quad 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 + \\
&\quad 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 \\
&\quad + \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 + \\
&\quad 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 + \\
&\quad 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 + \\
&\quad PSD_{ADSL-Up}(f) \times |H_{FEXT}(f, 24, L_{BT1-C10,4}, 10400)|^2
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
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 + \\
&\quad PSD_{SHDSL-768-Asym-Down}(f) \times |H_{FEXT}(f, 24, L_{BT1-R10,4}, 10400)|^2 \\
PSD_{Case-38} &= PSD_{ADSL-Up}(f) \times |H_{NEXT-1-Piece}(f, 39)|^2 + \\
&\quad PSD_{ADSL-Down}(f) \times |H_{FEXT}(f, 39, L_{BT1-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
\end{aligned}$$

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

#### 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 le domaine spécifié par le présent paragraphe ( $P_{SHDSL} \pm 0,5$  dB).

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:

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

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 le domaine 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

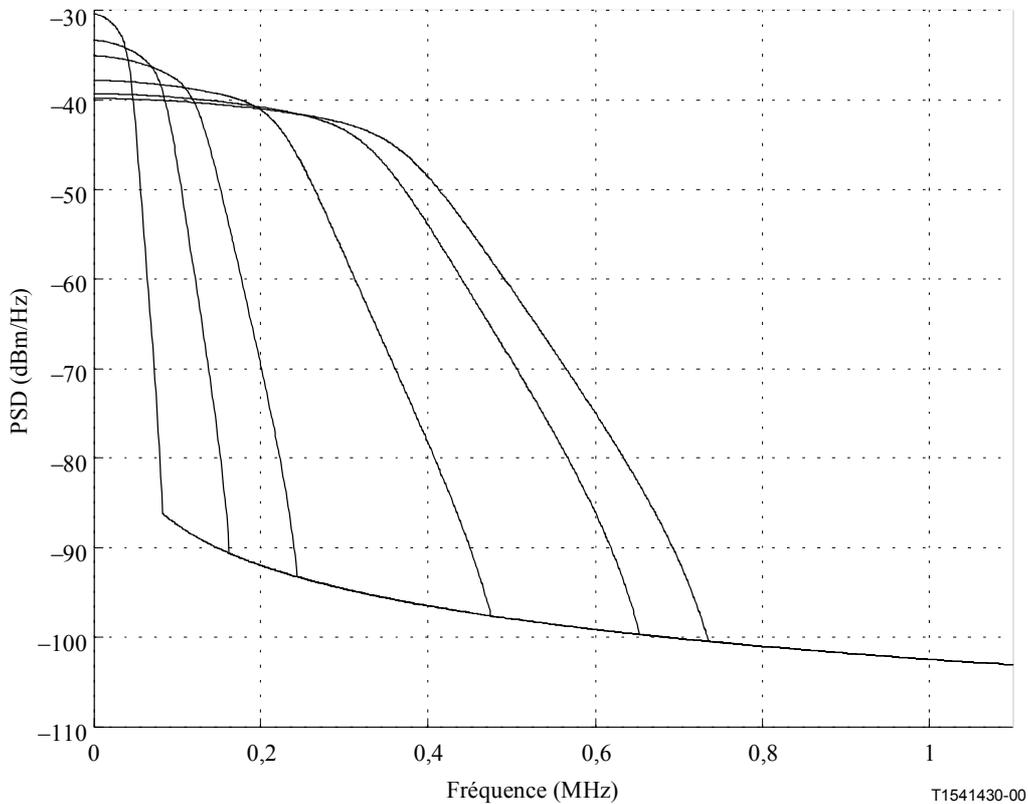
$P1(R)$  est défini comme suit:

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

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 le domaine  $P_{SHDSL} \pm 0,5$  dB. Pour une réduction de puissance

autre que 0 dB, la valeur mesurée pour la puissance en émission sur une impédance de 135 Ω se situera dans le domaine  $P_{SHDSL} \pm 0,5$  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 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.



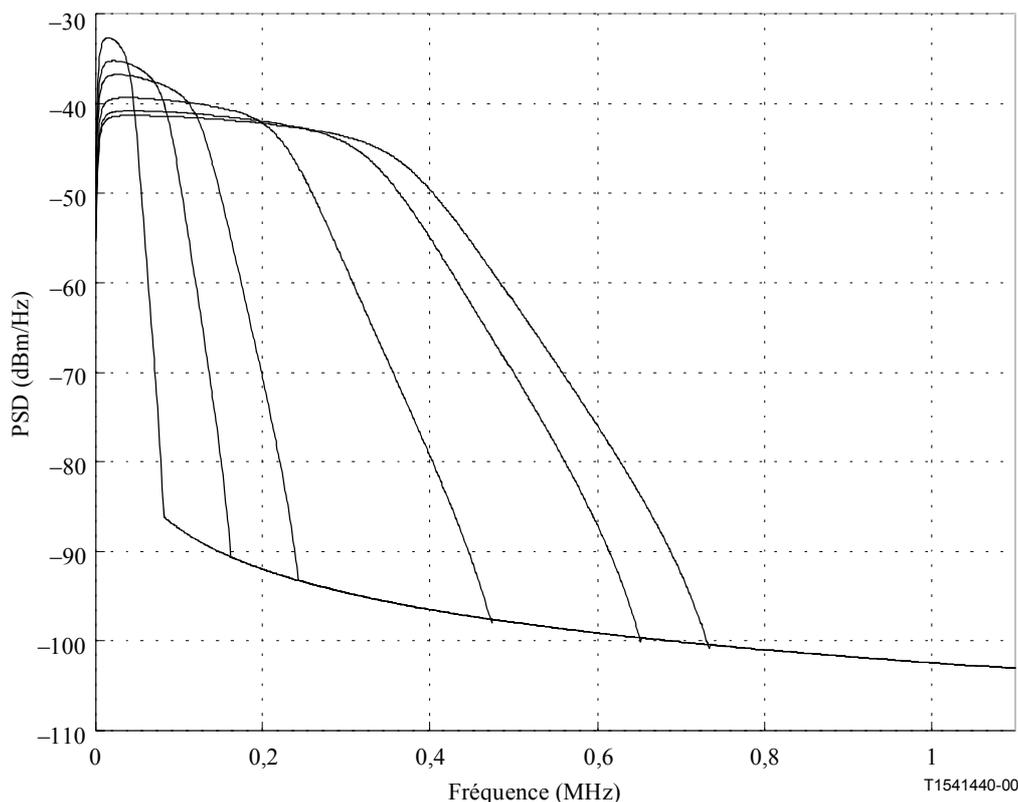
**Figure A.5/G.991.2 – Masques de densité PSD pour une réduction de puissance de 0 dB**

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

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

$f_c$  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**

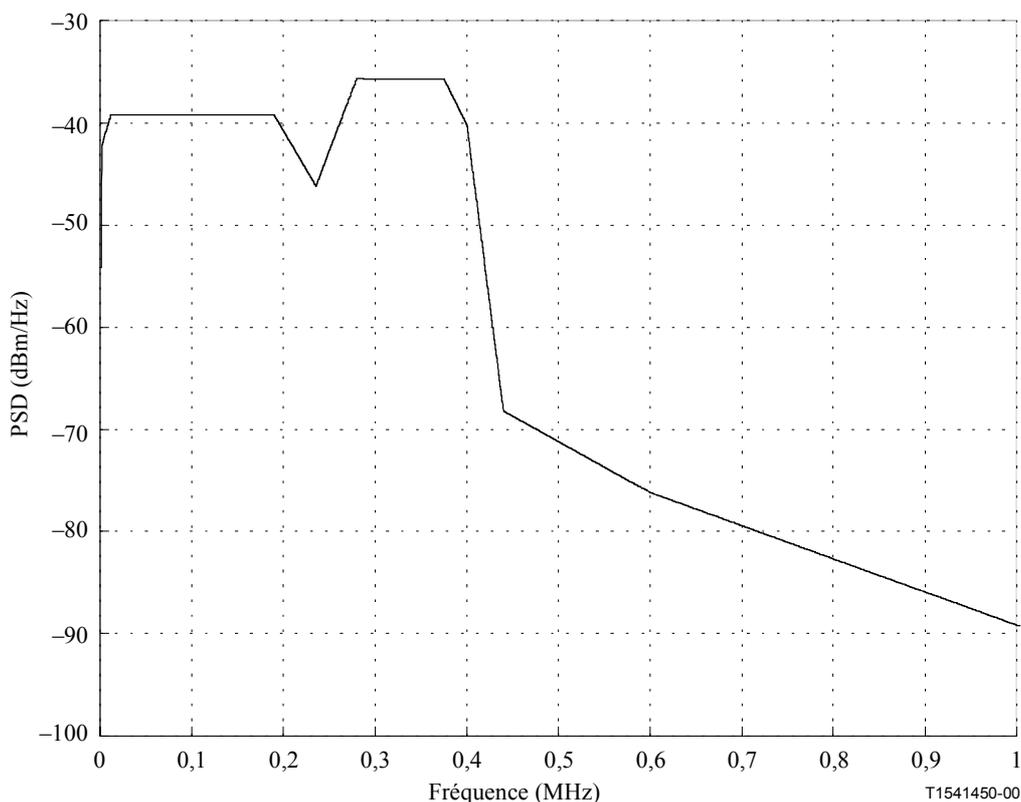
NOTE 2 – Dans le présent paragraphe,  $PSDMASK(f)$  et  $NominalPSD(f)$  sont exprimés en W/Hz et  $f$ , la fréquence, est exprimée en Hz.

#### **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.

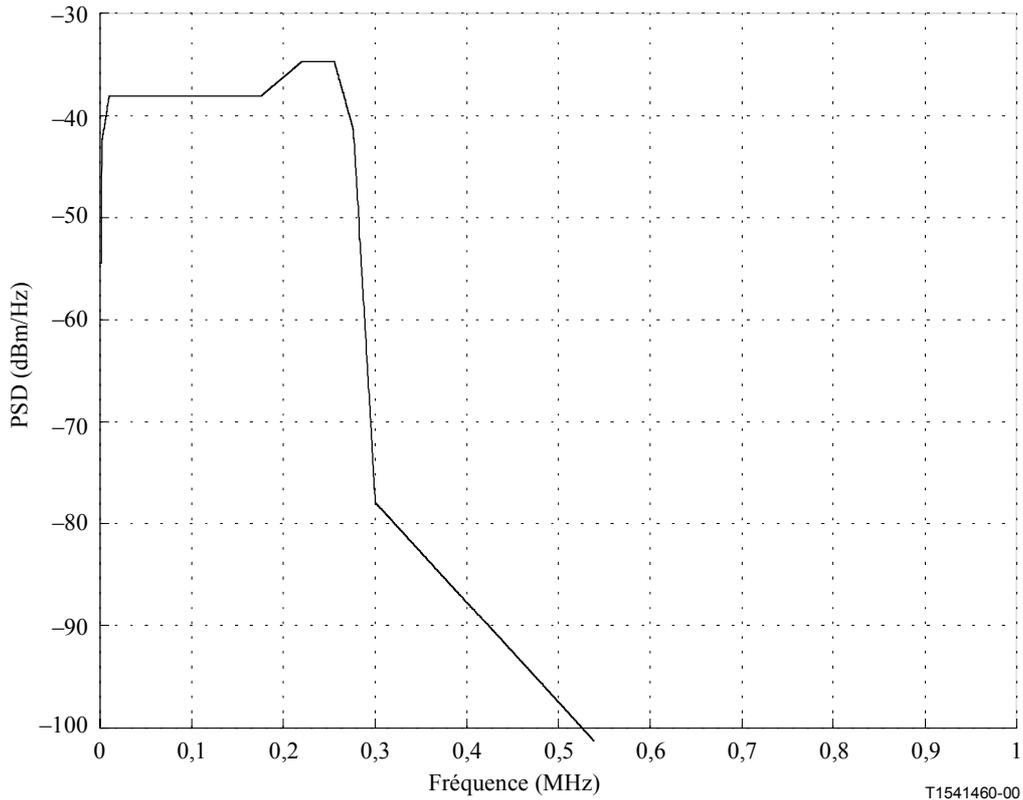


Figure A.8/G.991.2 – Masque de densité PSD de l'unité STU-R pour 1,536 ou 1,544 Mbit/s avec une réduction de puissance de 0 dB

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.

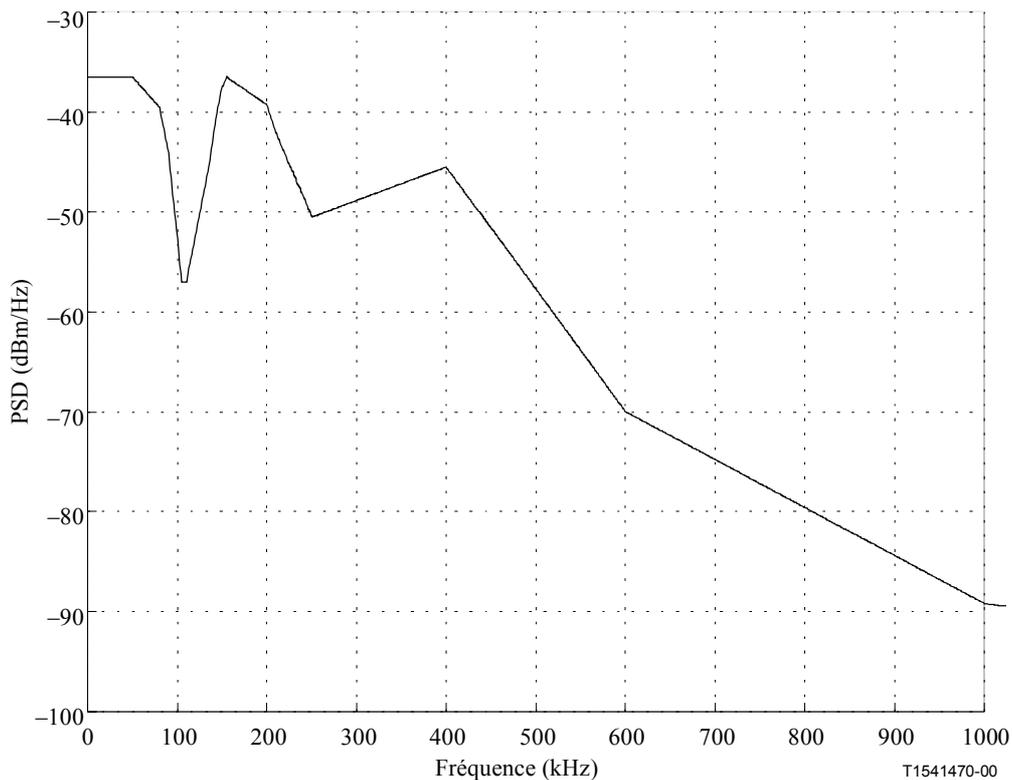
NOTE – La densité PSD nominale est indiquée à titre d'information, mais elle est néanmoins utilisée pour les calculs de diaphonie (se référer aux A.3.3.5 et A.3.3.6), compte tenu du fait qu'elle est représentative pour des implémentations usuelles.

#### **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**

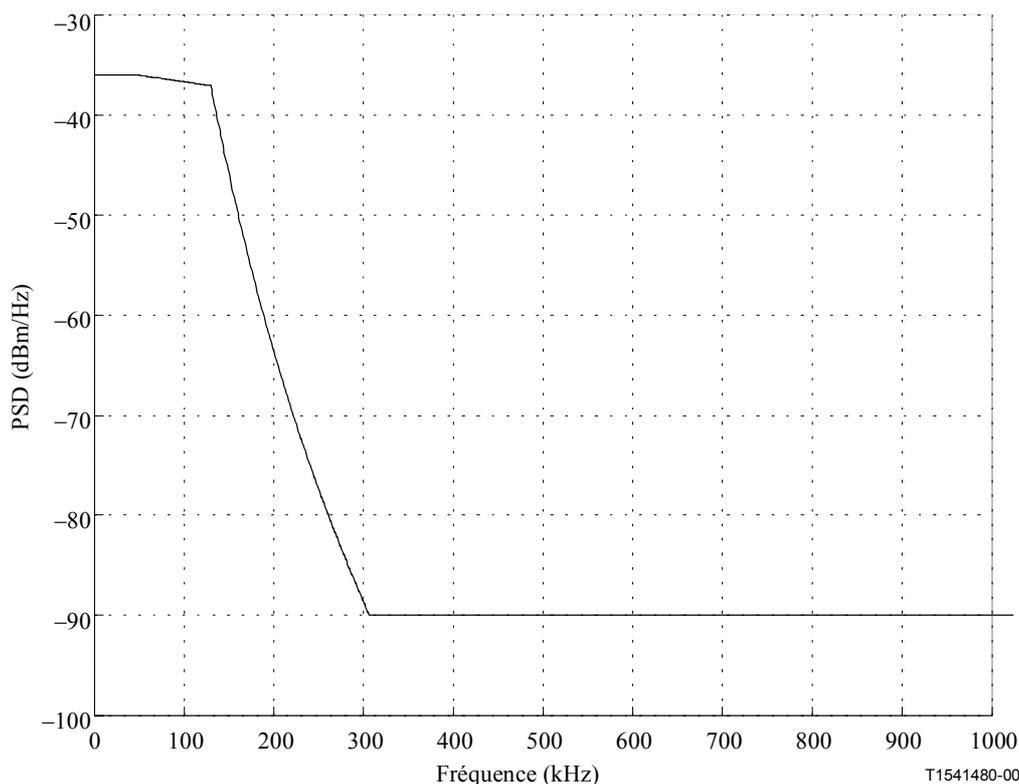
Fréquence (kHz)	Puissance maximale (dBm/Hz)	Fréquence (kHz)	Puissance maximale (dBm/Hz)	Fréquence (kHz)	Puissance maximale (dBm/Hz)
≤50	-36,5 - PBO	135	-45,5 - PBO	250	-50,5 - PBO
80	-39,5 - PBO	145	-39,5 - PBO	400	-45,5 - PBO
90	-44 - PBO	150	-37,5 - PBO	600	-70
105	-57 - PBO	155	-36,5 - PBO	1000	-89,2
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 5 000 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 dans le paragraphe 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:

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

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

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

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

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

$f_{\text{sym}}$  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] dans l'Appendice IV.

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 1 800  $\Omega$ . 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

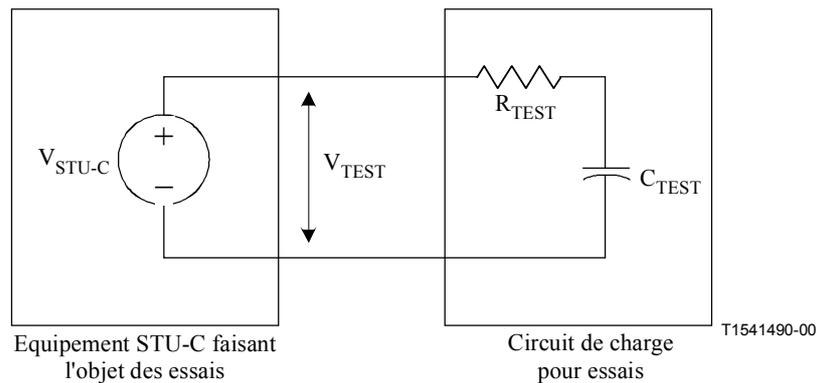
La puissance minimale de sortie en régime permanent sera égale à 15 W.

### 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**

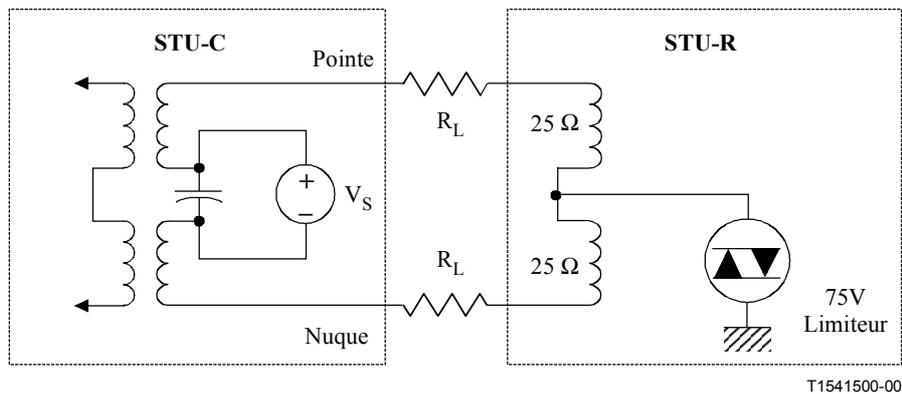
**Tableau A.10/G.991.2 – Conditions d'essai pour le taux de montée de l'unité STU-C**

$C_{TEST}$ ( $\mu F$ )	$R_{TEST}$ ( $\Omega$ )
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.



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] dans l'Appendice IV.

**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).

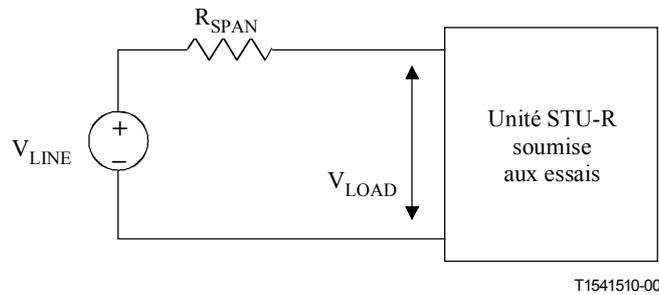
#### A.5.3.2.3 Capacitance

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 fournira une tension nominale de 48 V (mesurée entre nuque et pointe). La tension maximale de la source d'énergie (si cette dernière est fournie) sera limitée à 56,5 V et la tension minimale sera suffisante pour fournir une tension de 32 V au niveau de l'entrée de l'unité STU-R ou SRU-R. La source de courant de mouillage n'appliquera en aucun cas une tension supérieure à 72 V (mesurée entre nuque et pointe). Le potentiel entre le fil de pointe et la terre sera 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  $\mu\text{A}$  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 V<sup>2</sup> 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

---

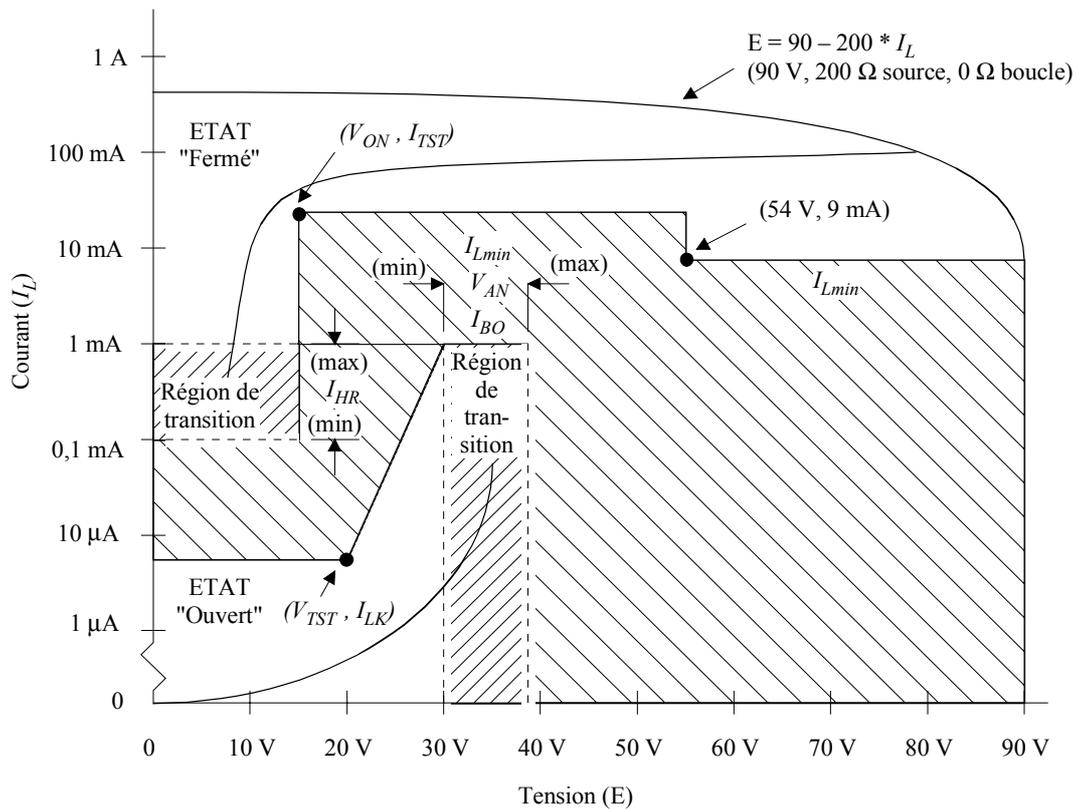
<sup>2</sup> Un système d'essai usuel à l'heure actuelle applique une tension continue de 70 V avec une tension alternative de 10 V<sub>rms</sub> (pic de 84,4 V) à l'un des conducteurs, l'autre conducteur étant à la masse.

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 4 000  $\Omega$  (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 "Ouvverte" en courant continu. "Fermée" par l'application d'une tension métallique. Reste "Fermée" par application du courant de boucle. Redevient "Ouvverte" lorsque le courant de boucle est interrompu.
Courant dans l'état "Fermé" avec une tension de 15 V	$\geq 20$ mA
Réduction de la tension continue (dans l'état "Fermé") avec un courant de 20 mA	$\leq 15$ 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 "Ouvvert")	$\leq 5,0$ $\mu$ A
Tension d'activation/de non-activation	$30,0$ V DC $\leq V_{AN} \leq 39,0$ V DC
Courant d'activation (limiteur) avec la tension $V_{AN}$	$\leq 1,0$ mA
Durée d'activation avec une tension $\geq V_{AN}$	3 ms à 50 ms
Courant de maintien/de libération	$0,1$ mA $\leq I_{HR} \leq 1,0$ 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.	



**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	$30 V \leq V_{AN} \leq 39 V$		
$I_{BO}$	Courant du limiteur	$I_{BO} \leq 1,0 mA$		
$I_{HR}$	Courant de maintien/ de libération	$0,1 mA \leq I_{HR} \leq 1,0 mA$		
$V_{ON}$	Tension dans l'état "Fermé"	$V_{ON} \leq 15 V$	$I_{TST} = 20 V mA$	Courant d'essai
$I_{Lmin}$	Courant minimal dans l'état "Fermé"	9 mA	54 V	T1541520-00

**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.

$$LB_{MIN} = 40 \text{ dB}$$

$$f_1 = 20 \text{ kHz}$$

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

$f_{\text{sym}}$  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)

## 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

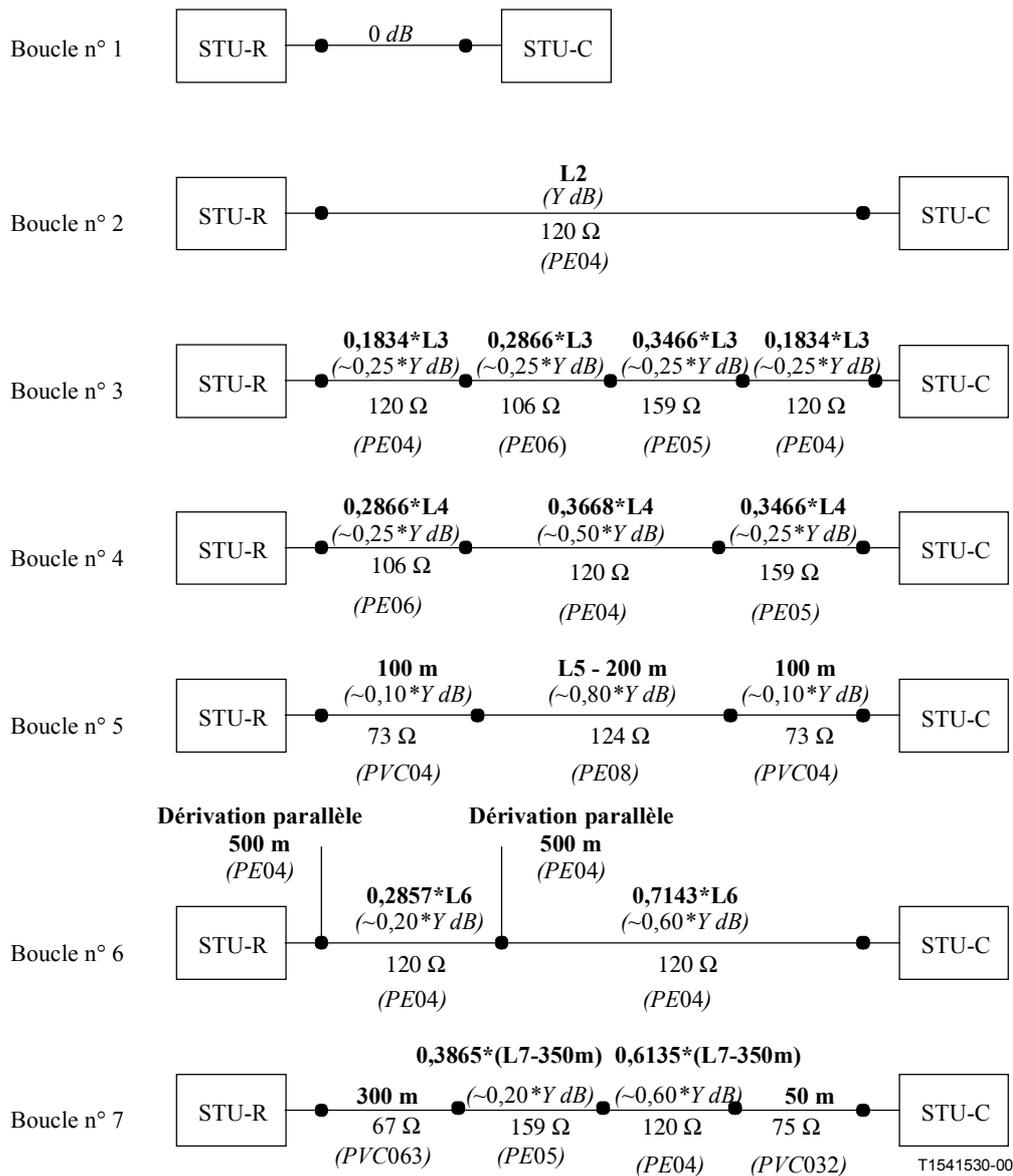
Les boucles d'essai décrites par la Figure B.1 se basent sur des boucles d'essai HDSL existantes. La longueur de chacune des boucles est choisie de manière à ce que les caractéristiques de transmission de toutes les boucles soient comparables. L'objectif est de charger l'égalisateur de l'unité SHDSL 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.



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 SDSL, pour des essais SDSL 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]
512	150	37,0	<3	3535	4787	4789	9 387	3996	115	35,0	2646
768	150	29,0	<3	2773	3747	3753	7 153	3062	275	34,5	1904
1024	150	25,5	<3	2439	3285	3291	6 174	2668	275	30,0	1547
1280	150	22,0	<3	2105	2829	2837	5 193	2266	275	26,0	1284
1536	150	19,0	<3	1820	2453	2455	4 357	1900	250	21,5	1052
2048 (s)	200	17,5	<3	1558	2046	2052	3 285	1550	250	18,5	748
2304 (s)	200	15,5	<3	1381	1815	1820	2 789	1331	250	16,5	583
2048 (a)	250	21,0	<3	1743	2264	2272	3 618	1726	250	21,0	1001
2304 (a)	250	18,0	<3	1494	1927	1937	2 915	1402	250	18,0	702

(s) ces longueurs électriques s'appliquent pour la densité PSD symétrique.

(a) ces longueurs électriques s'appliquent pour la densité PSD asymétrique.

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.

**Tableau B.2/G.991.2 – Valeur de la longueur électrique Y des boucles d'essai de bruit SDSL, pour des essais SDSL 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 02	5508		115	47,5	3859
512	150	44,0	<3	4202	5692	5698	11 34	4814		115	41,5	3261
768	150	35,5	<3	3392	4592	4596	8 97	3815		275	42,0	2536
1024	150	32,0	<3	3058	4135	4141	7 99	3403		275	38,0	2223
1280	150	28,5	<3	2725	3678	3684	7 01	3006		275	33,5	1816
1536	150	25,5	<3	2439	3285	3291	6 17	2673		250	29,0	1680
2048(s)	200	24,0	<3	2135	2812	2820	4 88	2271		250	25,5	1426
2304(s)	200	21,5	<3	1913	2509	2518	4 25	2010		250	23,0	1208
2048(a)	250	28,0	<3	2323	3030	3034	5 18	2389		250	28,0	1607
2304(a)	250	25,0	<3	2075	2699	2705	4 51	2102		250	25,0	1387

(s) ces longueurs électriques s'appliquent pour la densité PSD symétrique.

(a) ces longueurs électriques s'appliquent pour la densité PSD asymétrique.

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.

### 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.

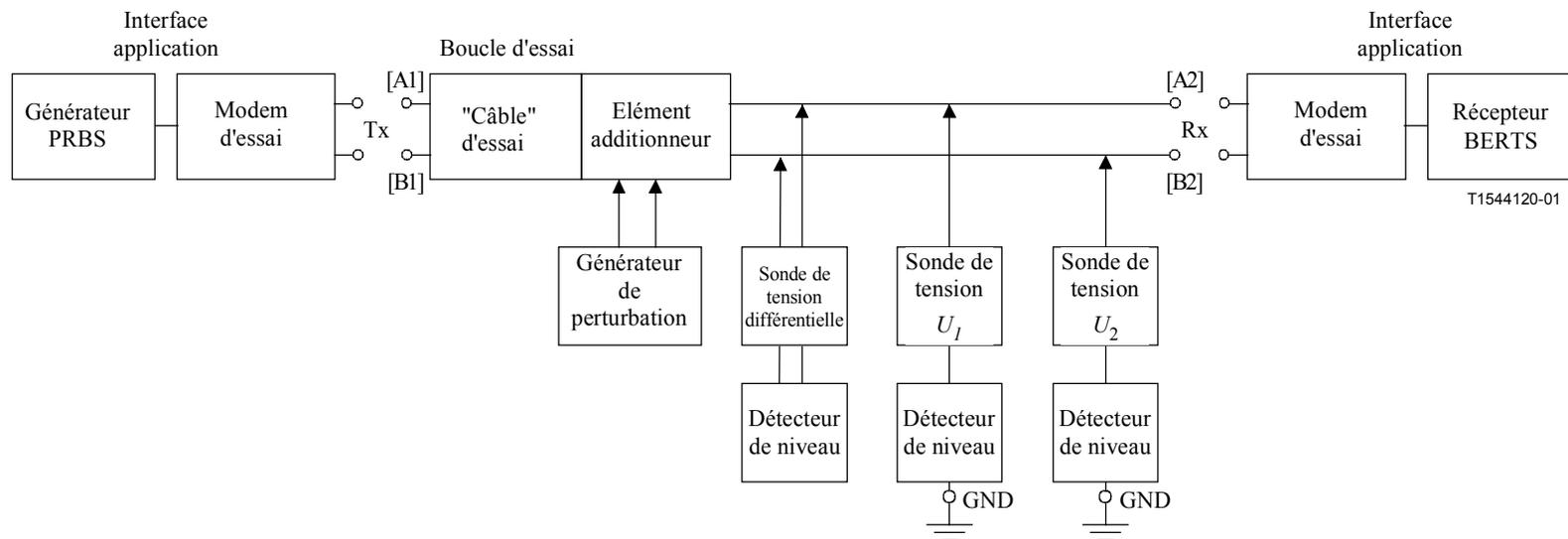
#### B.3.1 Procédure d'essai

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 la valeur quadratique moyenne;
- 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 la valeur quadratique moyenne.



**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 paragraphe B.3.3 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.

### **B.3.3 Définition des niveaux de signal et de bruit**

Les niveaux de signal et de bruit en mode différentiel sont examinés au moyen d'une sonde de tension bien équilibrée ( $U_1 - U_2$ ) et l'impédance différentielle entre les extrémités de cette sonde sera supérieure à celle d'une résistance de 100 k $\Omega$  en parallèle avec une capacitance de 10 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 niveaux de signal et de bruit en mode commun sont examinés au moyen d'une sonde de tension bien équilibrée mesurant la tension entre les nœuds A2 et B2 et la masse. La Figure 10-1 montre la position des deux sondes pendant la mesure du signal en mode commun. La tension en mode commun est définie comme étant  $(U_1 + U_2)/2$ .

NOTE – Les divers niveaux (ou masques spectraux) de signal et de bruit spécifiés dans la présente annexe sont définis du côté d'émission ou de réception du dispositif concerné. Ils sont définis 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  $\Delta f$  identifiant la largeur de bande de bruit du filtre et non la largeur de bande à  $-3$  dB.

### 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.

**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 (Note 7)
3	N° 3	Amont	$Y = Y1$ ; bruit d'essai D (Notes 5, 7)
4	N° 4	Aval	$Y = Y1$ ; bruits d'essai A et C (Notes 5, 7)
5	N° 5	Amont	$Y = Y1$ ; bruit d'essai B (Notes 5, 7)
6	N° 6	Aval	$Y = Y1$ ; bruits d'essai A et C (Notes 5, 7)
7	N° 7	Aval	$Y = Y1$ ; bruits d'essai A, B, C, et D (Notes 5, 7)
8			Essai de rejet du mode commun (Note 4)
9	(Note 3)	(Note 3)	$Y = Y2$ ; le bruit d'essai est celui qui correspond au cas le plus défavorable pour les itinéraires d'essai 1 à 7 avec un taux $BER < 10^{-7}$
10	(Note 3)	(Note 3)	$Y = Y3$ ; sans perturbation, itinéraire d'essai 1 à 7 le plus défavorable avec un taux $BER < 10^{-8}$

**Tableau B.3/G.991.2 – Séquence d'essai de performances**

N°	Itinéraire d'essai	Direction (Note 6)	Commentaires
11	N° 2	Amont	Y = Y1; impulsion d'essai comme décrit par <TBD>
12	As <TBD>	<TBD>	Essais de micro-interruption comme décrit dans <TBD>

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 sont effectués avec la boucle du cas 1 à 7 le plus défavorable. La boucle n° 3 amont est prise par défaut en l'absence d'erreurs.

NOTE 4 – Le dispositif de mesure pour ces essais est spécifié par la Rec. UIT-T O.9.

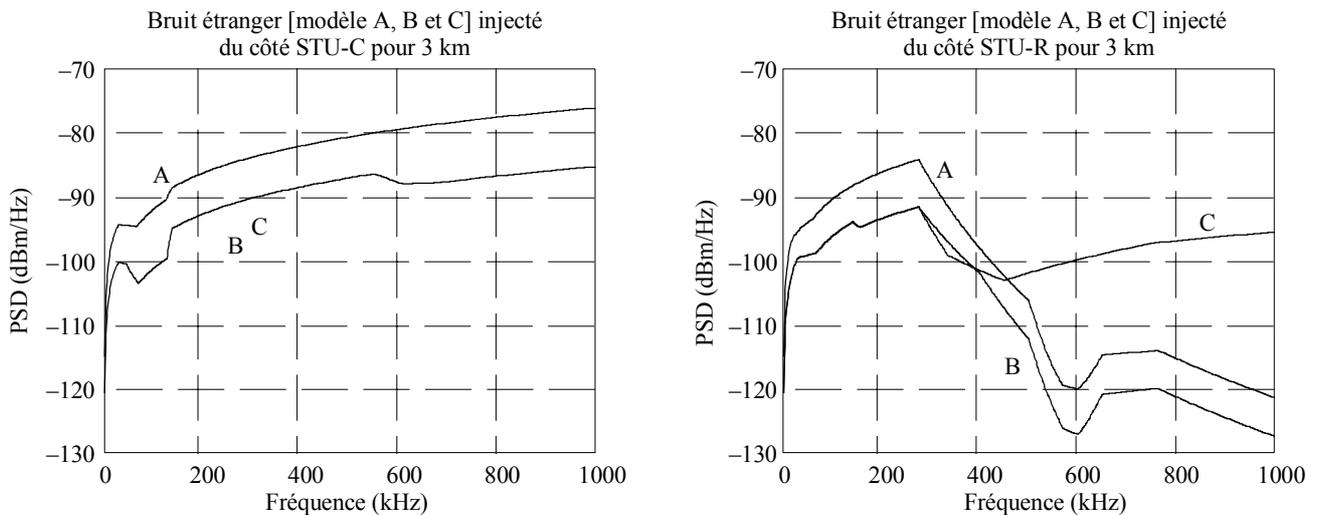
NOTE 5 – Uniquement pour les débits de données le plus faible et le plus élevé du Tableau B.1 ou B.2 (pris en charge par l'équipement) et pour des densités PSD asymétriques lorsqu'elles sont prises en charge.

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.

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).

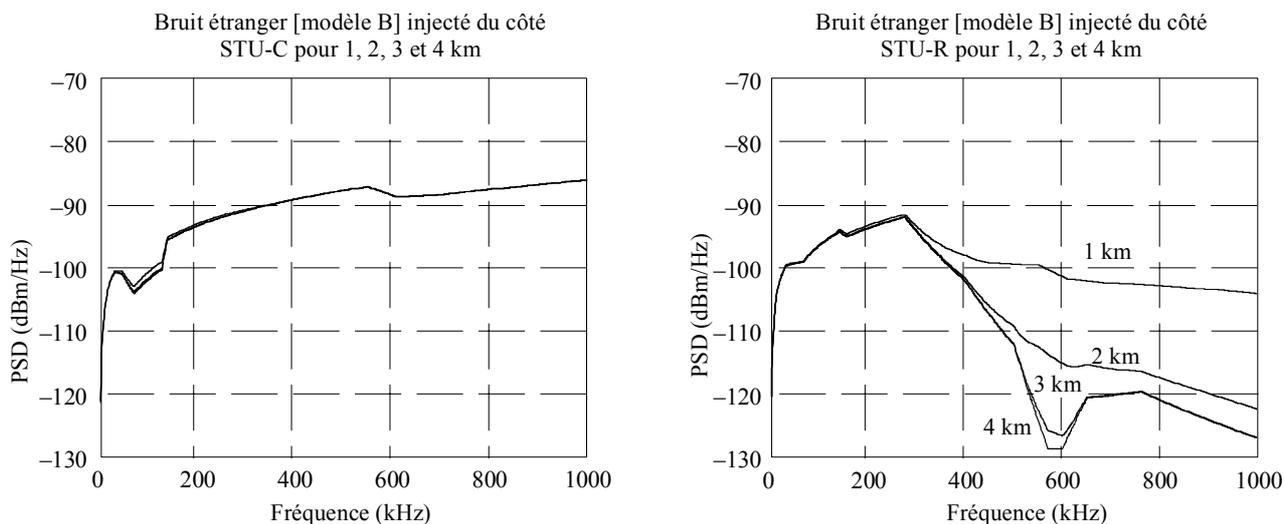
**B.3.5 Générateur de perturbation**

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 <sup>T1541550-00</sup> de la boucle d'essai n° 2 est fixée à 3 km.

**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. T1541560-00

**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 composants du modèle de bruit(s) ainsi qu'une explication succincte.

### B.3.5.1 Description fonctionnelle

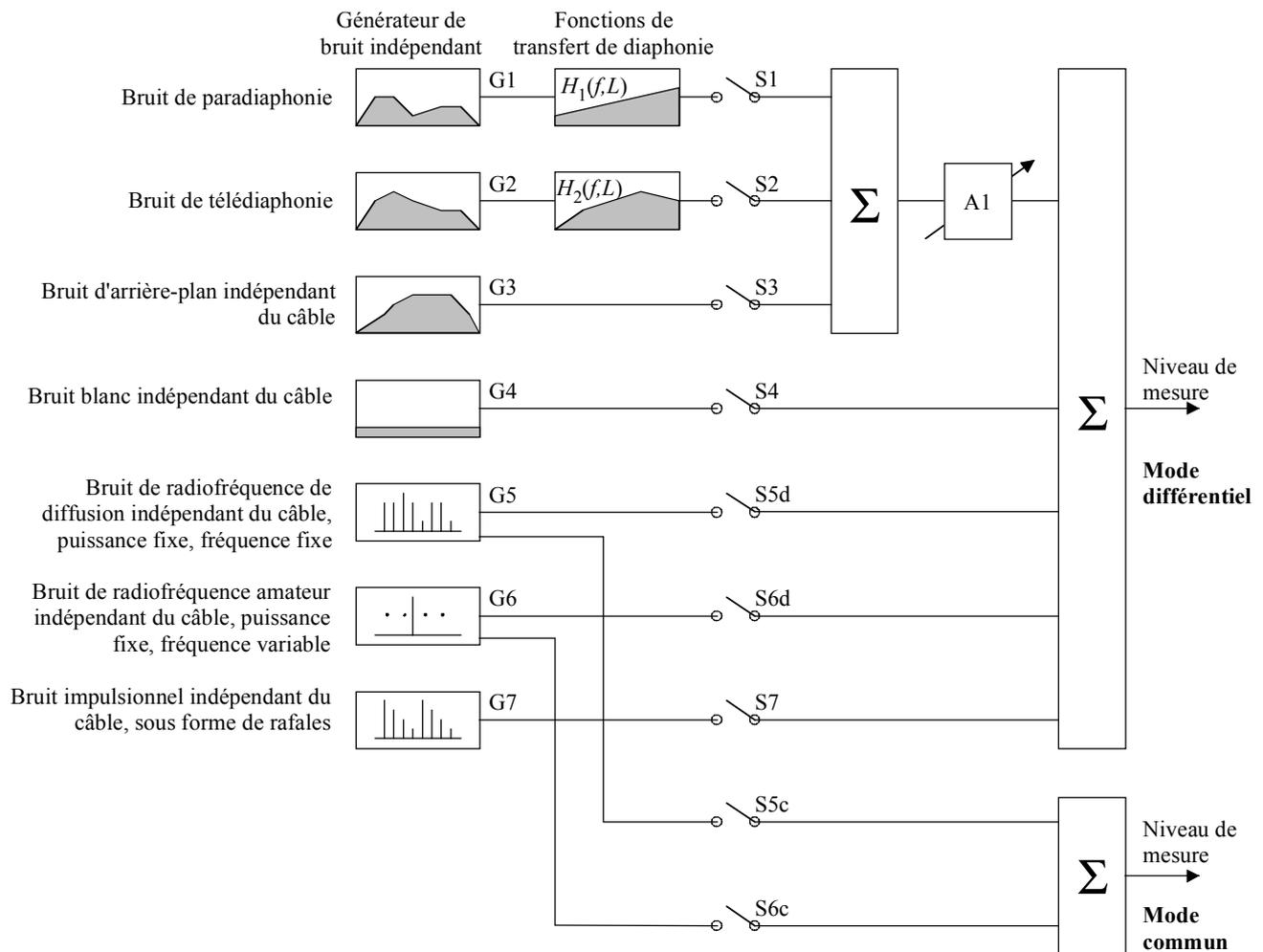
La Figure B.5 représente un diagramme fonctionnel du bruit perturbateur composite. Elle fournit une description fonctionnelle du bruit perturbateur composite tel qu'il doit être observé à l'entrée du récepteur de l'émetteur-récepteur SHDSL soumis aux essais. Le paragraphe B.3.3 décrit le dispositif d'observation.

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.



T1544130-01

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. Chaque modèle de bruit se constitue 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 SHDSL soumise aux essais. La définition de certains des sept "générateurs" G1 à G7 individuels utilise de ce fait plusieurs modèles de bruit.

Chaque essai est caractérisé par une spécification de perturbation particulière. Le bruit perturbateur total sera caractérisé par la somme de composants individuels tels qu'ils sont spécifiés par les paragraphes adéquats. 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).

### 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 une longueur physique moyenne exprimée en mètres. Cette longueur physique est fournie par les modèles de câble de l'Appendice II pour la longueur électrique spécifiée. Le Tableau B.1 donne 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 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.3.5.3.2 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 positionné sur un niveau  $-140$  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]

Le générateur de bruit de radiofréquence de diffusion représente l'interférence discrète (ligne-tone) provoquée par les transmissions de diffusion par modulation d'amplitude dans les bandes d'ondes courtes (SW, *short wave*), d'ondes moyennes (MW, *medium wave*) et d'ondes longues (LW, *long wave*) qui se manifestent au niveau de l'entrée de la paire de conducteurs, en mode différentiel ou en mode de transmission. Ces sources d'interférence ont une plus grande stabilité temporelle que les interférences de fréquences amateur, étant donné qu'elles n'utilisent pas de suppression de porteuse. L'index de modulation (MI, *modulation index*) peut aller en général jusqu'à 80%. Ces signaux peuvent être détectés au moyen d'un analyseur de signal et présentent une ligne spectrale d'amplitude variable dans la bande de fréquences du système SHDSL soumis aux essais. Des niveaux de puissance maximale observables pouvant aller jusqu'à TBD dBm peuvent se manifester sur des lignes téléphoniques dans le voisinage distant d'un émetteur de diffusion en modulation de fréquence. Ce bruit est en général dominé par une dizaine d'émetteurs environ, qui sont les plus proches de la paire affectée.

Le présent paragraphe spécifie plusieurs modèles de bruit. Le Tableau B.5 spécifie la puissance moyenne minimale pour chaque fréquence de porteuse, ces valeurs appelant toutefois une étude ultérieure.

**Tableau B.5/G.991.2 – Puissance moyenne minimale de bruit d'interférence de radiofréquence en fonction de la fréquence**

<b>Fréquence (kHz)</b>	99	207	333	387	531	603	711	801	909	981
<b>Puissance (dBm)</b>	-70	-40	-60	-60	-40	-50	-40	-50	-60	-60

### 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 le domaine des fréquences et dans le domaine temporel.

Les caractéristiques de chaque générateur G1 et G2 dans le domaine 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 le domaine 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.

$$X.C.\# = (XS.C.\# \blacklozenge XA.C.\#)$$

$$X.R.\# = (XS.R.\# \blacklozenge XA.R.\#)$$

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 propres à l'implémentation du système SHDSL soumis aux essais. La détermination de ces niveaux est laissée aux fournisseurs des émetteurs-récepteurs. Ces fournisseurs détermineront, à des fins de conformité avec les prescriptions de la présente Recommandation, le spectre de signal du système SHDSL soumis aux essais, tel qu'il peut être observé au niveau du port du dispositif d'essai décrit par le B.3.2. La largeur de bande pour la mesure de la densité PSD sera inférieure ou égale à 1 kHz.

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)
<b>XS.C.#:</b>	"SHDSL.dn" + 11,7 dB	"SHDSL.dn" + 7,1 dB	"SHDSL.dn" + 7,1 dB	"SHDSL.dn" + 10,1 dB
<b>XS.R.#:</b>	"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 du 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	<i>TOUS</i>	-∞
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		
		1 104 k	-35,4	1 104 k	-35,3		
		4,55 M	-103,0	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 sur 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 sur 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 le domaine 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.

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 la valeur quadratique moyenne).

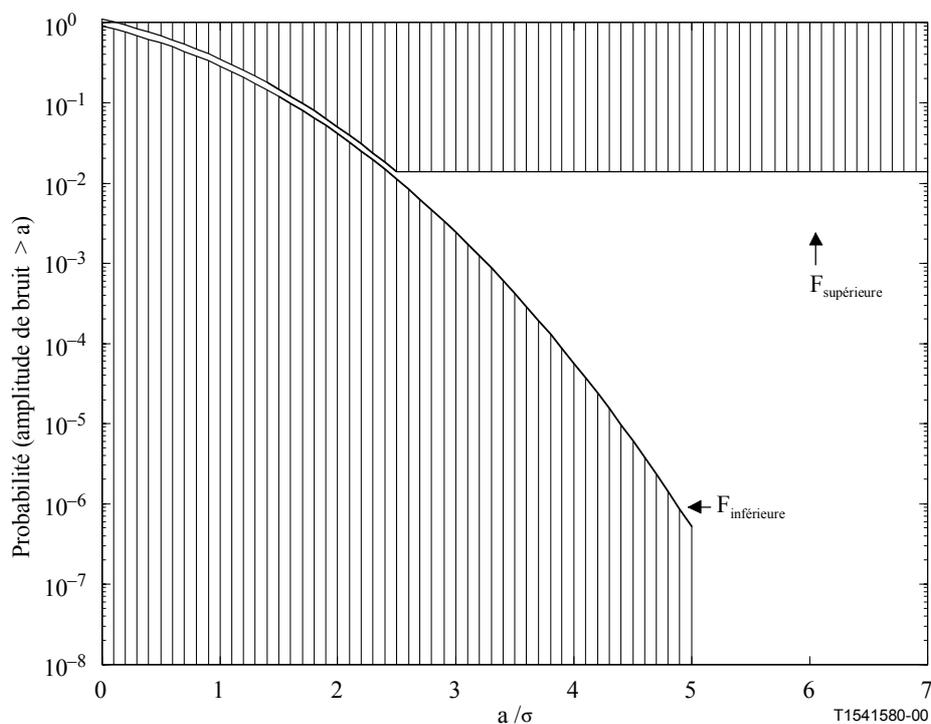


Figure B.6/G.991.2 – Masque de la fonction de répartition de l'amplitude

Tableau B.9/G.991.2 – Limites supérieures et inférieures de la fonction de répartition de l'amplitude du bruit

Limite ( $\sigma =$ valeur rms du bruit)	Intervalle	Paramètre	Valeur
$F_{\text{inférieure}}(a) = (1 - \varepsilon) \cdot \{1 - \text{erf}((a/\sigma)/\sqrt{2})\}$	$0 \leq a/\sigma < CF$	Facteur de crête	$CF = 5$
$F_{\text{inférieure}}(a) = 0$	$CF \leq a/\sigma < \infty$	Ecart de Gauss	$\varepsilon = 0.1$
$F_{\text{supérieure}}(a) = (1 + \varepsilon) \cdot \{1 - \text{erf}((a/\sigma)/\sqrt{2})\}$	$0 \leq a/\sigma < A$		$A = CF/2 = 2,5$
$F_{\text{supérieure}}(a) = (1 + \varepsilon) \cdot \{1 - \text{erf}(A/\sqrt{2})\}$	$A \leq a/\sigma < \infty$		

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 la valeur quadratique moyenne ( $CF = |u_{\text{peak}}|/u_{\text{rms}}$ ).
- $\varepsilon$  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 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 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 les Tableaux B.7 ou B.8 en modifiant le gain de l'amplificateur A1 de la Figure B.2, 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  $\Delta x$  dB. Cette valeur  $x$  est appelée marge de bruit de diaphonie en référence à un modèle de bruit normalisé.

Les marges de bruit seront mesurées dans les directions d'émission amont et aval.

### B.3.5.7 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 symbole et le nombre 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 paragraphe 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  $0 < f < 1,5 \text{ MHz}$  sera mesurée avec une résolution de largeur de bande égale à 10 kHz.

$f_{int}$  représente la fréquence du point d'intersection des deux fonctions définissant  $PSDMASK_{SHDSL}(f)$  dans le domaine de 0 à  $Nf_{sym}$ . PBO représente la valeur de la réduction de puissance exprimée en dB. Le Tableau B.12 définit les valeurs de  $K_{SHDSL}$ ,  $Ordre$ ,  $N$ ,  $f_{sym}$ ,  $f_{3dB}$  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 B.12/G.991.2 – Paramètres de densité PSD symétrique**

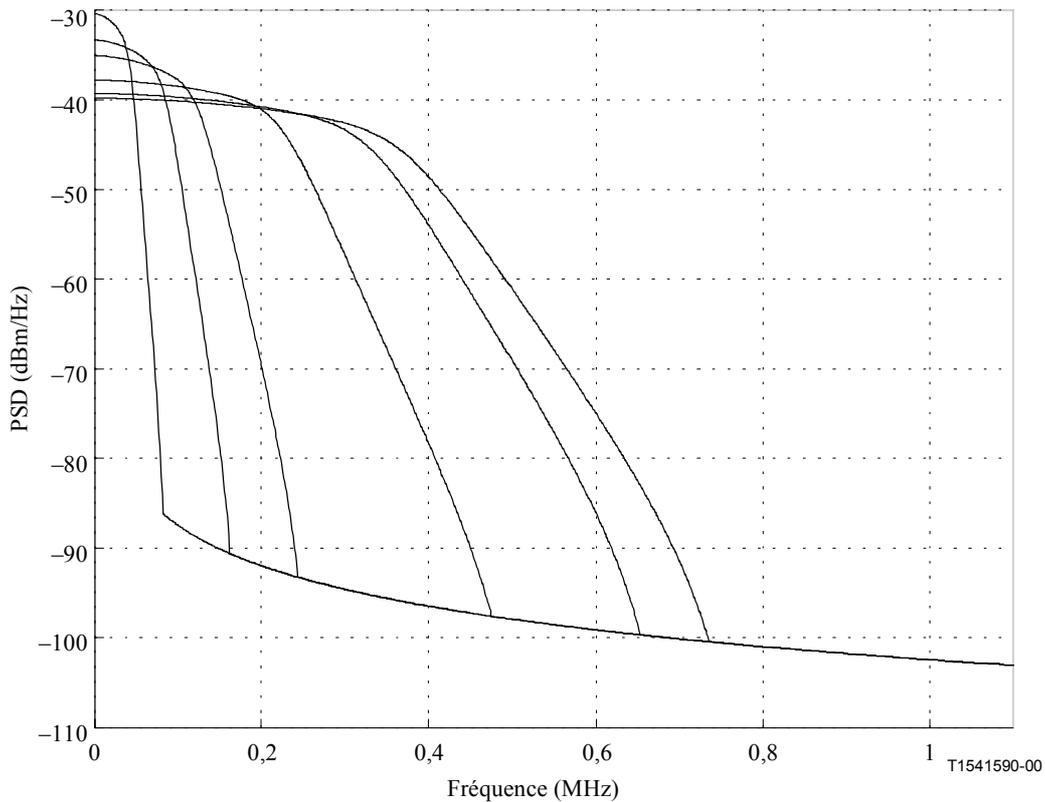
Débit de données de charge utile $R$ (kbit/s)	$K_{SHDSL}$	$Ordre$	$ND$	Débit de symbole $f_{sym}$ (ksymbol/s)	$f_{3dB}$	$P_{SHDSL}$ (dBm)
$R < 2048$	7,86	6	1	$(R+8)/3$	$1,0 \times f_{sym}/2$	$P1(R) \leq P_{SHDSL} \leq 13,5$
$R \geq 2048$	9,90	6	1	$(R+8)/3$	$1,0 \times f_{sym}/2$	14,5

$P1(R)$  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  $\Omega$  se situera dans le domaine  $P_{SHDSL} \pm 0,5 \text{ dB}$ . Pour une réduction différente de 0 dB, la valeur mesurée pour la puissance en émission sur une impédance de 135  $\Omega$  se situera dans le domaine  $P_{SHDSL} \pm 0,5 \text{ dB}$ , 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.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.



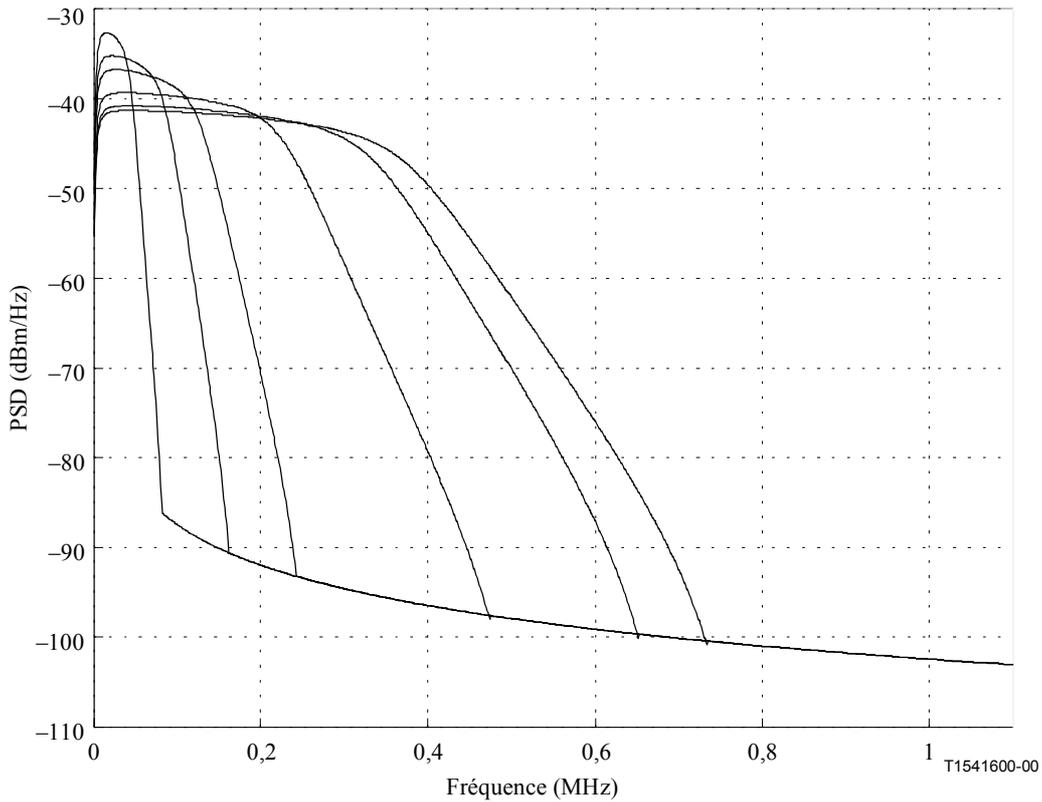
**Figure B.7/G.991.2 – Masques de densité PSD pour une réduction de puissance de 0 dB**

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

$$NominalPSD(f) = \begin{cases} 10^{\frac{-PBO}{10}} \times \frac{K_{SHDSL}}{135} \times \frac{1}{f_{sym}} \times \frac{\left[ \sin\left(\frac{\pi f}{Nf_{sym}}\right) \right]^2}{\left(\frac{\pi f}{Nf_{sym}}\right)^2} \times \frac{1}{1 + \left(\frac{f}{f_{3dB}}\right)^{2 \times Order}} \times \frac{f^2}{f^2 + f_c^2} & , f < f_{int} \\ 0,5683 \times 10^{-4} \times f^{-1,5} & , f_{int} \leq f \leq 1,5 \text{ MHz} \\ -90 \text{ dBm/Hz en crête avec une puissance maximale} \\ \text{de } -50 \text{ dBm dans une fenêtre} \\ \text{pour } [f, f+1 \text{ MHz}] \text{ } 1,5 \text{ MHz} < f \leq 11,04 \text{ MHz} \end{cases}$$

$f_c$  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 1 – 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 2 – 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.

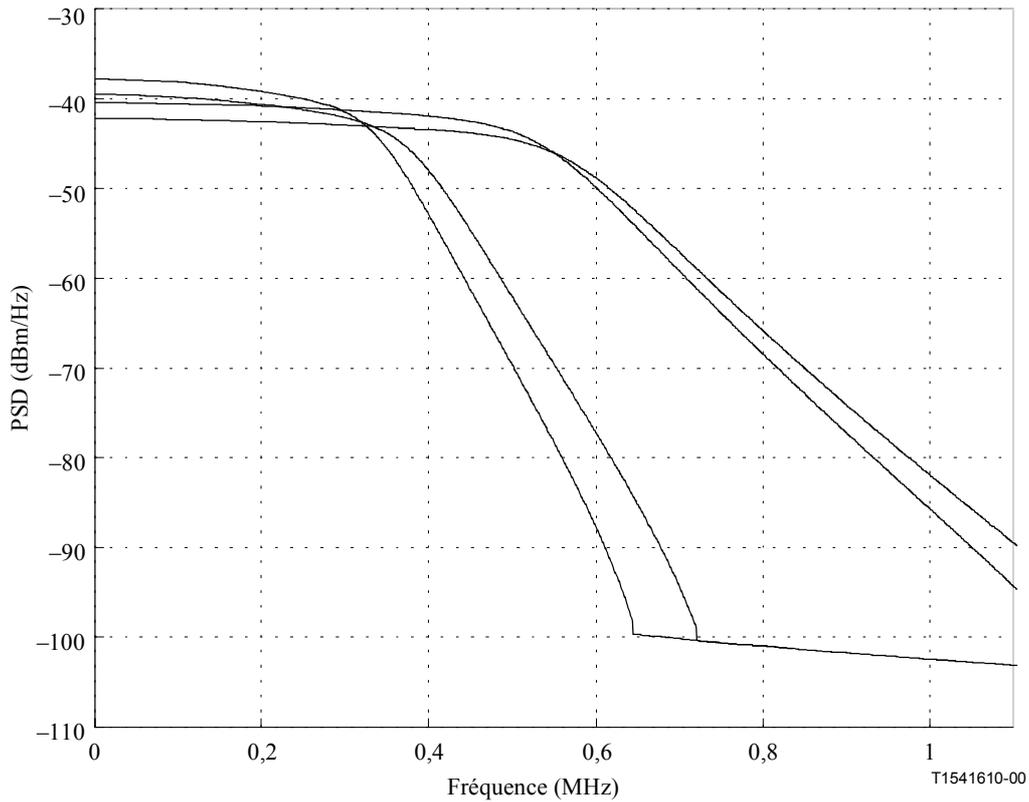
$f_{\text{int}}$  représente la fréquence du point d'intersection des deux fonctions définissant  $PSDMASK_{\text{SHDSL}}(f)$  dans le domaine de 0 à  $f_x$ . PBO représente la valeur de la réduction de puissance exprimée en dB. Le Tableau B.13 définit les valeurs de  $K_{\text{SHDSL}}$ , *Ordre*,  $f_x$ ,  $f_{3\text{dB}}$  et  $P_{\text{SHDSL}}$ .  $P_{\text{SHDSL}}$  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)	Emetteur	$K_{\text{SHDSL}}$	<i>Ordre</i>	$f_x$ (Hz)	$f_{3\text{dB}}$ (Hz)	$P_{\text{SHDSL}}$ (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 le domaine  $P_{\text{SHDSL}} \pm 0,5$  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 le domaine  $P_{\text{SHDSL}} \pm 0,5$  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  $PSDMASK_{\text{SHDSL}}(f)$ .

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.



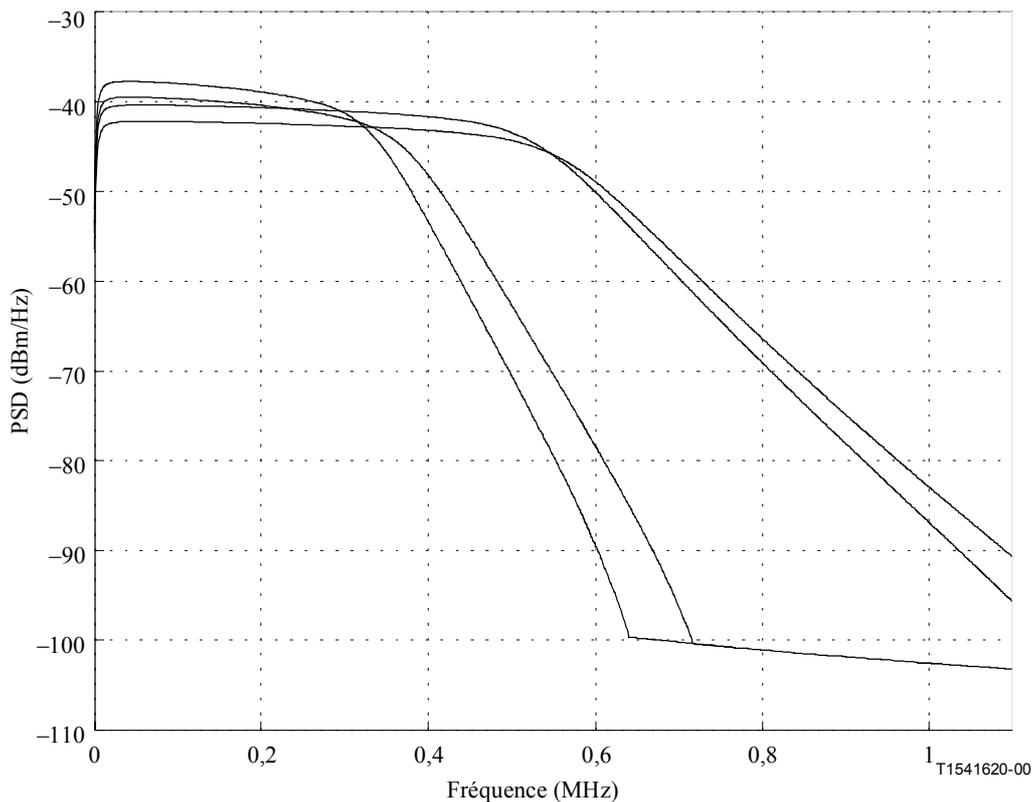
**Figure B.9/G.991.2 – Masques de densité PSD pour une réduction de puissance de 0 dB**

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 1 – 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 2 – 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 paragraphe 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:

$$RL_{MIN} = 14 \text{ dB}$$

$$f_0 = 3,99 \text{ kHz}$$

$$f_1 = 20 \text{ kHz}$$

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

$$f_3 = 2,51f_{sym}$$

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

### **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 Norme 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 consommera, lorsqu'elle utilise son alimentation locale, un courant de mouillage compris entre 200  $\mu\text{A}$  et 3 mA 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 Norme CEI 60950 [7].

#### **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 Norme 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 Énergie 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  $\mu\text{A}$  dans cet état et la capacitance sera supérieure à 2  $\mu\text{F}$ . 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.

$$LB_{\text{MIN}} = 40 \text{ dB}$$

$$f_1 = 5 \text{ kHz}$$

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

$f_{\text{sym}}$  représentant 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
2 048	Asymétrique (US)	49 SHDSL-SYM avec $f_{\text{sym}}=685\ 333 \text{ Hz}$
2 048	Asymétrique (DS)	49 SHDSL-SYM avec $f_{\text{sym}}=685\ 333 \text{ Hz}$
2 304	Asymétrique (US)	49 SHDSL-SYM avec $f_{\text{sym}}=770\ 667 \text{ Hz}$
2 304	Asymétrique (DS)	49 SHDSL-SYM avec $f_{\text{sym}}=770\ 667 \text{ Hz}$

### ANNEXE C

#### Prescriptions régionales – Région 3

Se référer à l'Annexe H [1] G.992.1 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 IV [B1] de la Rec. UIT-T G.961).

## 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 avec deux paires, deux paires de régénérateurs 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.

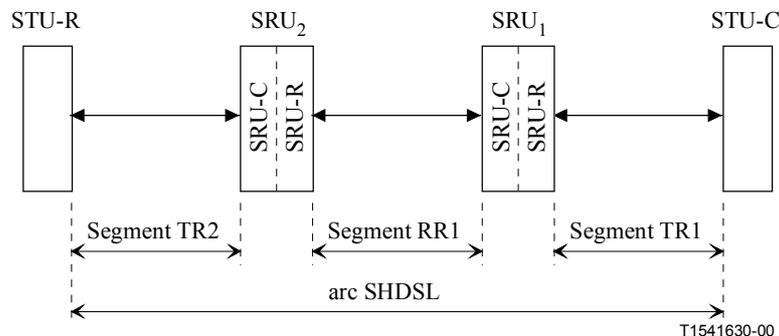


Figure D.1/G.991.2 – Schéma de principe d'un arc SHDSL avec deux régénérateurs de signal

### D.2 Procédures de démarrage

#### D.2.1 Unité SRU-C

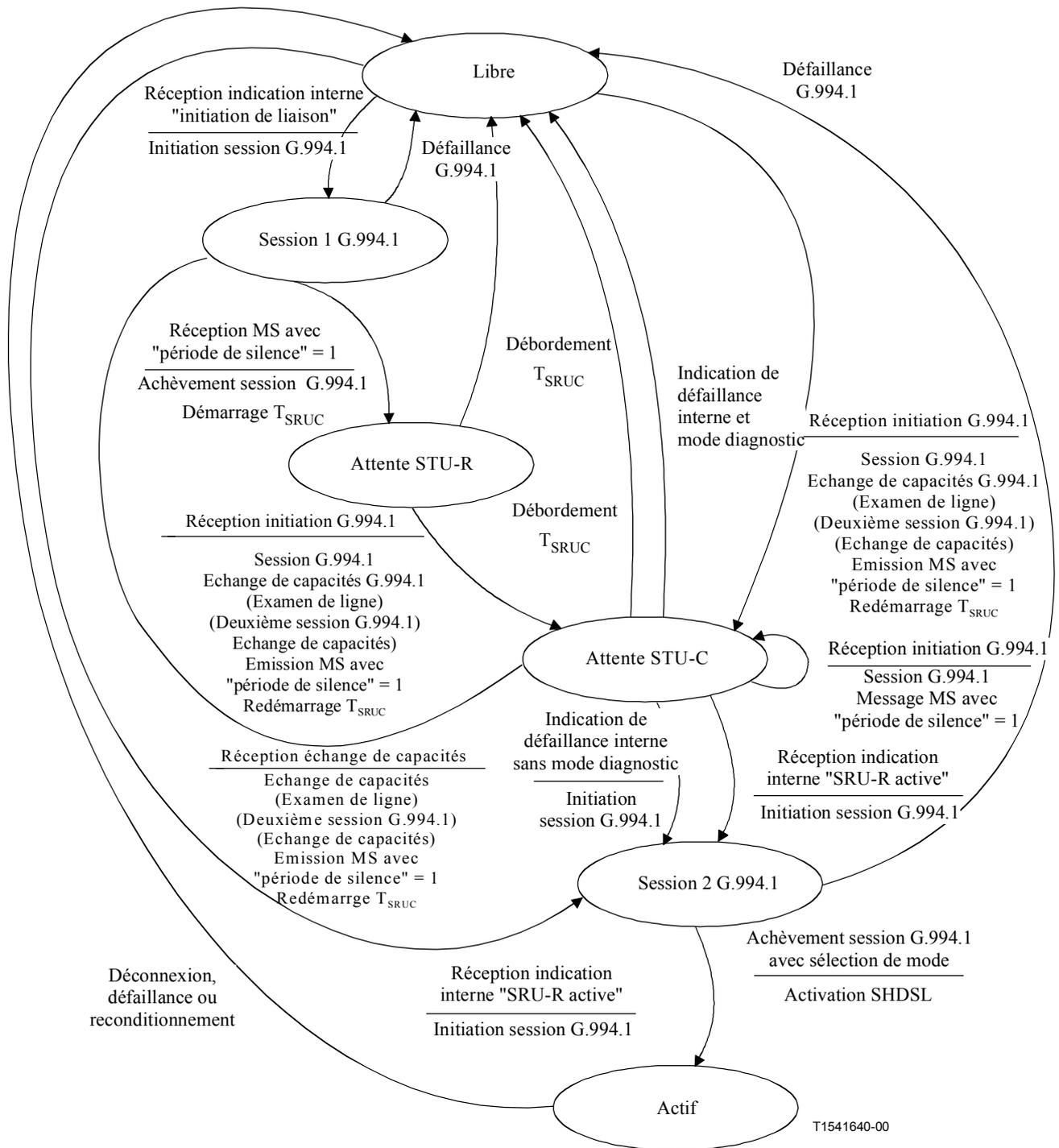
La Figure D.2 représente le diagramme de transitions d'état des phases de démarrage et de fonctionnement normal de l'unité SRU-C. Cette unité se trouve au départ dans l'état "libre" puis passe dans l'état "attente de l'unité STU-C" dans le cas d'un démarrage initié par une unité STU-R. Lorsque le démarrage 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".

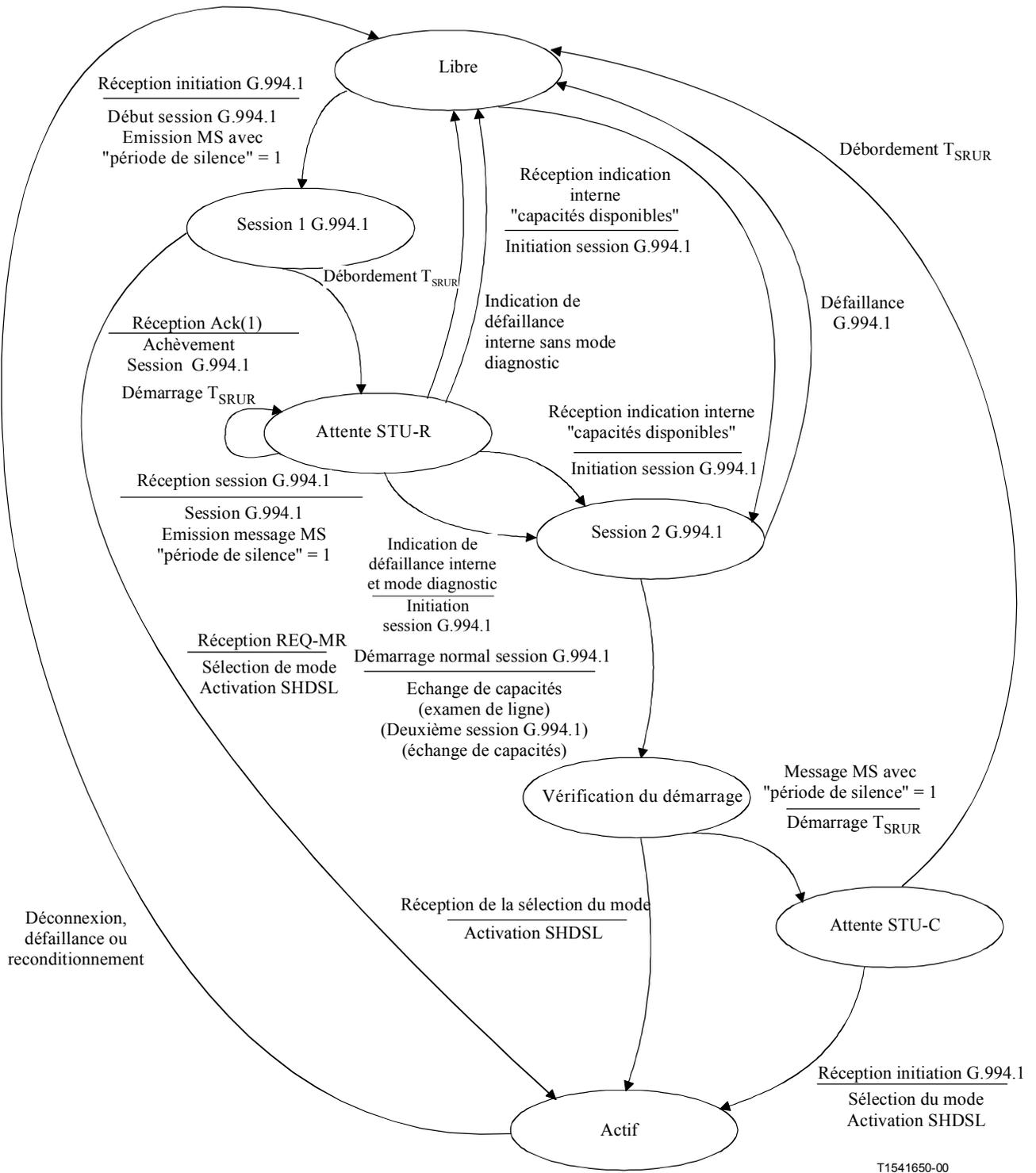
Lorsqu'elle passe dans l'état "attente de l'unité STU-R", l'unité SRU-R indiquera à l'unité SRU-C le statut "initiation de la liaison" par le biais de l'interface interne du régénérateur. Elle indiquera à l'unité SRU-C l'état "unité SRU-R active" lorsqu'elle passe dans l'état "actif". L'unité SRU-R peut 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 paragraphe 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 paragraphe 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 quatre fils. 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 1664 kbit/s dans les modes respectifs à deux et quatre fils. 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 quatre fils. 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 4,096 Mbit/s dans les modes respectifs à deux et quatre fils. 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 aux A.4.1 ou B.4.1. Le choix des densités PSD sera limité par les considérations de débit de symbole 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 avec 4 fils, les données de canal libre seront véhiculées sur les deux paires en utilisant l'entrelacement décrit au 8.2. Un nombre  $k_s$  de bits de données utilisateur contiguës sera contenu dans un sous-bloc de la paire 1 et les  $k_s$  bits suivants de données utilisateur contiguës seront contenus dans le sous-bloc correspondant de la paire 2. 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 temporels de 8 bits. Chaque octet du flux de données en entrée est introduit dans l'intervalle temporel disponible suivant avec le bit le moins significatif en tête. Le premier intervalle temporel débute dans la première position de bit au sein du sous-bloc de charge utile, suivi de l'intervalle temporel 2, de l'intervalle temporel 3, ... , et de l'intervalle temporel  $n$ . Un nombre  $k_s$  de bits (ou  $n$  octets) de données contiguës sera contenu au sein de chaque sous-bloc, comme spécifié au 8.1. La valeur  $k_s$  est donnée par l'égalité  $k_s = i + n \times 8$  avec, pour ce mode,  $i = 0$  et  $3 \leq n < 36$ . Se référer à la Figure E.1 pour plus de détails.

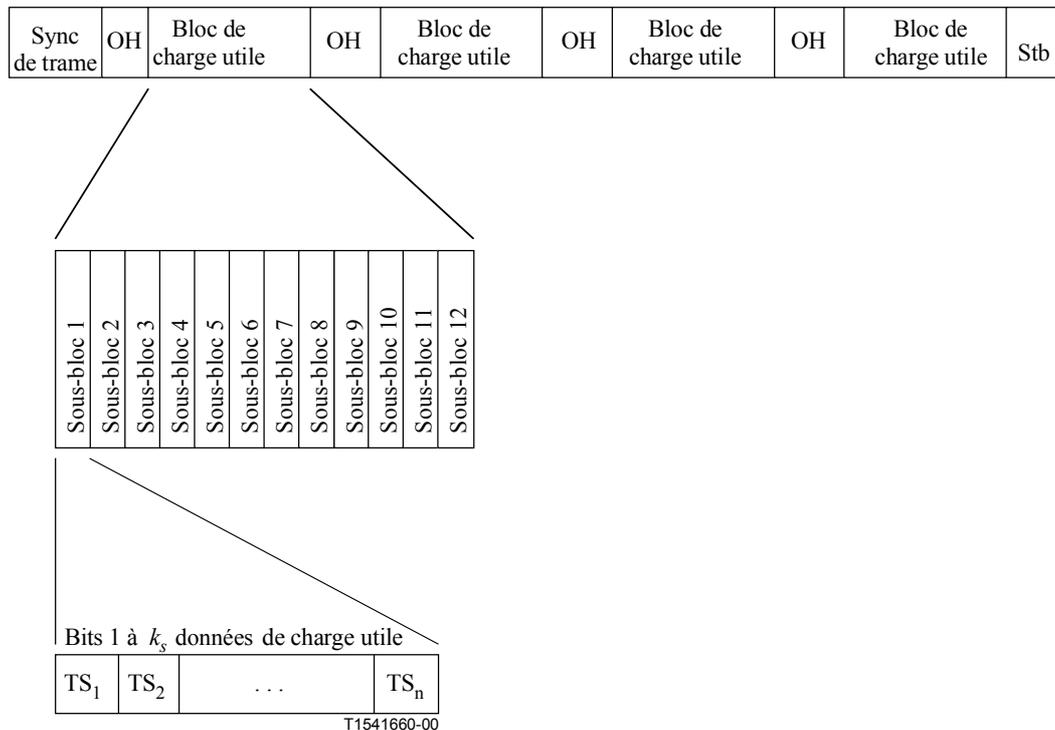
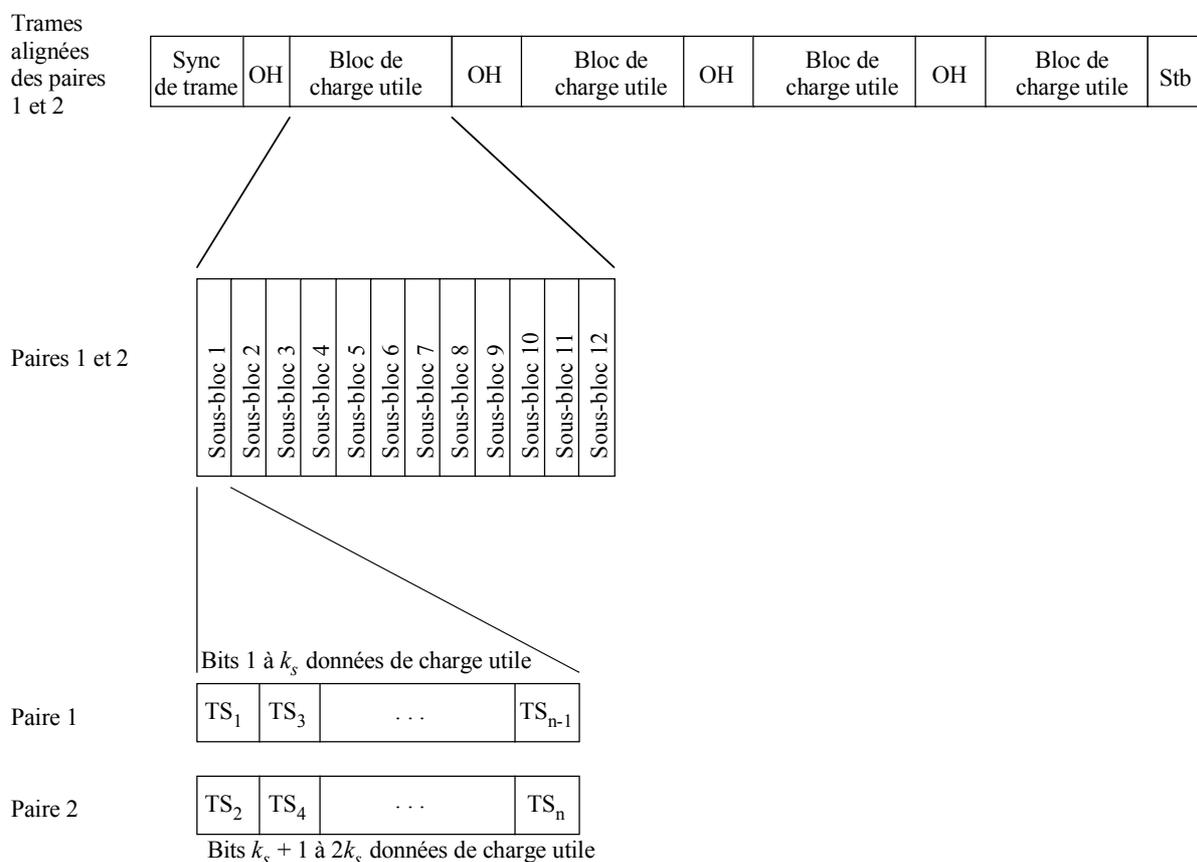


Figure E.1/G.991.2 – Trame de canal libre en mode octet

Dans le mode optionnel avec 4 fils, les données en mode octet sont véhiculées sur les deux paires de fils comme décrit au 8.2. Un total de  $2k_s$  bits ( $2n$  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 est uniquement possible de prendre en charge un nombre pair d'intervalles temporels dans le mode avec 4 fils. 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  $2n$  intervalles temporels de 8 bits. Chaque octet du flux de données en entrée est introduit dans l'intervalle temporel disponible suivant avec le bit le moins significatif en tête. Le premier intervalle temporel débute dans la première position de bit au sein du sous-bloc de charge utile, suivi de l'intervalle temporel 2, de l'intervalle temporel 3, ... , et de l'intervalle temporel  $n$ . Un nombre  $2k_s$  de bits (ou  $2n$  octets) de données contiguës sera contenu au sein de chaque sous-bloc, comme spécifié au 8.1. La valeur  $k_s$  est donnée par l'égalité  $k_s = i + n \times 8$  avec, pour ce mode,  $i = 0$  et  $3 \leq n < 36$ . Les octets du flux de données en entrée seront entrelacés entre la paire 1 et la paire 2, de sorte que les octets de rang impair sont véhiculés sur la paire 1 et les octets de rang pair, sur la paire 2. Se référer à la Figure E.2 pour plus de détails.



T1541670-00

**Figure E.2/G.991.2 – Trame de canal libre en mode octet dans le cas de 4 fils**

### **E.3 Couche TPS-TC pour le transport DS1 non aligné**

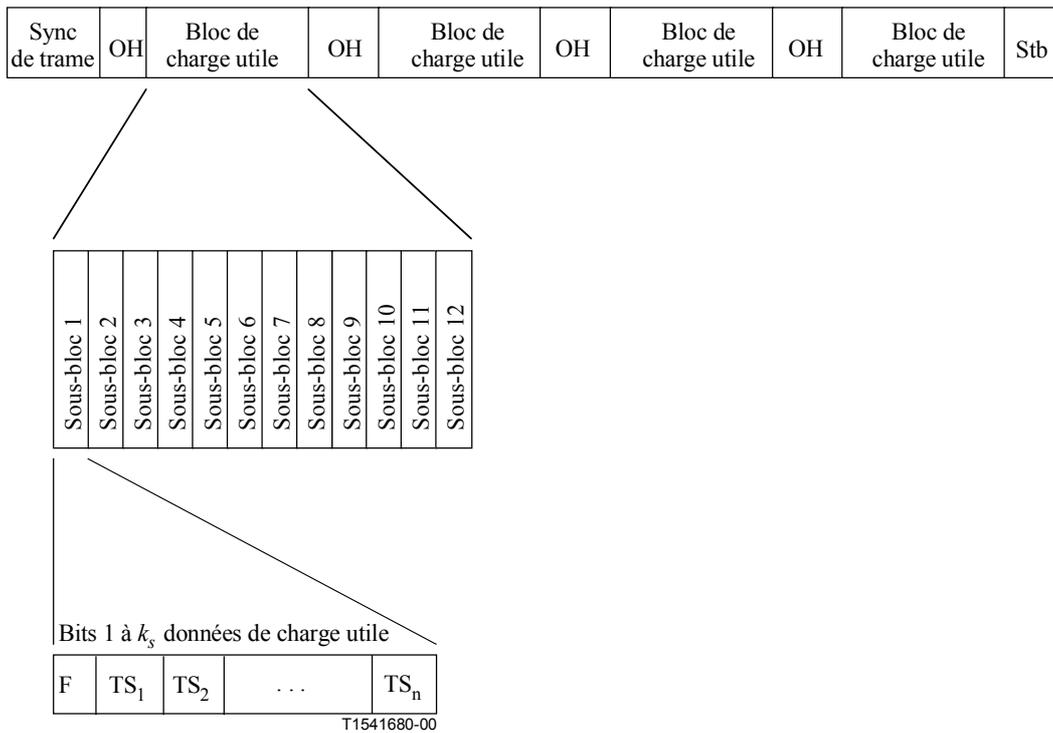
Une grande partie des données au sein du réseau nord-américain sont structurées sous la forme de flux de données "DS1" pouvant être décrits, aux fins de la présente Recommandation, comme des flux à 1,544 Mbit/s contenant des trames à 8 kHz, chaque trame contenant 24 intervalles temporels de 8 bits et un bit de tramage. Le paragraphe 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  $k_s$  de bits (ou  $n$  octets) de données contiguës sera contenu au sein de chaque sous-bloc, comme spécifié au 8.1. La valeur  $k_s$  est 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 avec 4 fils ne sera pas pris en charge par le transport DS1 non aligné.

### **E.4 Couche TPS-TC pour le transport DS1 aligné/DS1 fractionnaire**

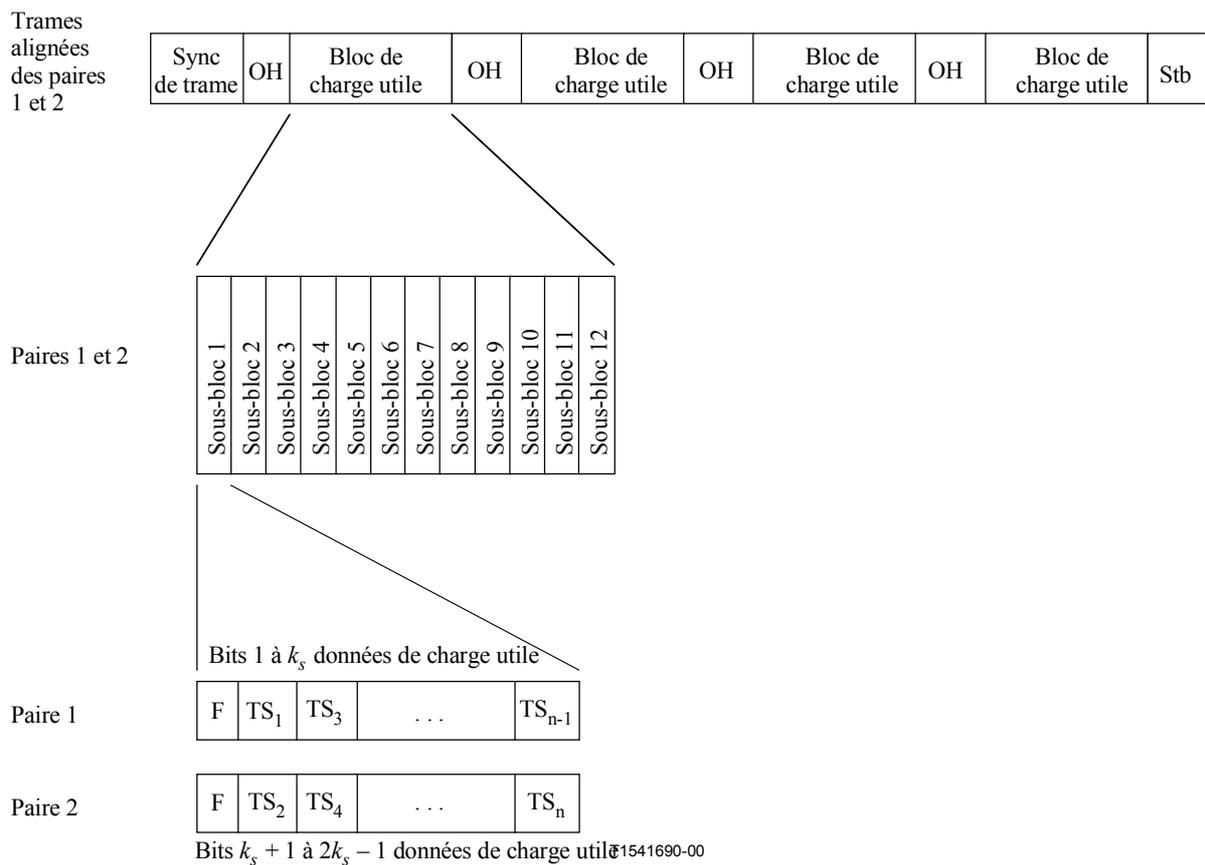
Comme noté dans le E.3, les flux de données DS1 se constituent de flux de données à 1,544 Mbit/s véhiculant des trames à 8 kHz dont chacune contient 24 intervalles temporels de 8 bits et un bit de tramage. Des flux de données "DS1 fractionnaires" sont utilisés dans certains cas où le contenu des trames DS1 est inférieur aux 24 intervalles temporels de 8 bits normaux.

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 temporel 1, de l'intervalle 2, ... , et de l'intervalle temporel  $n$ . Un nombre  $k_s$  de bits de données contiguës sera contenu au sein de chaque sous-bloc, comme spécifié dans le 8.1. 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  $n = 24$  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.



**Figure E.3/G.991.2 – Trame DS1 alignée/DS1 fractionnaire**

Dans le mode optionnel avec 4 fils, les données DS1/DS1 fractionnaires seront véhiculées sur les deux paires en utilisant l'entrelacement décrit par le 8.2. Chaque sous-bloc de charge utile SHDSL transportera un nombre total de  $2k_s - 1$  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  $n = 12$  pour les applications DS1 et  $3 \leq n < 12$  pour les applications DS1 fractionnaires. Il est uniquement possible de prendre en charge un nombre pair d'intervalles temporels dans le mode avec 4 fils. 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 les paires 1 et 2. Les intervalles temporels de la trame DS1 seront entrelacés entre la paire 1 et la paire 2, de sorte que les intervalles temporels de rang impair sont véhiculés sur la paire 1 et les intervalles temporels de rang pair, sur la paire 2. 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 4 fils**

### 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 paragraphe E.1.

### E.6 Couche TPS-TC pour ligne louée numérique européenne structurée à 2048 kbit/s (D2048S)

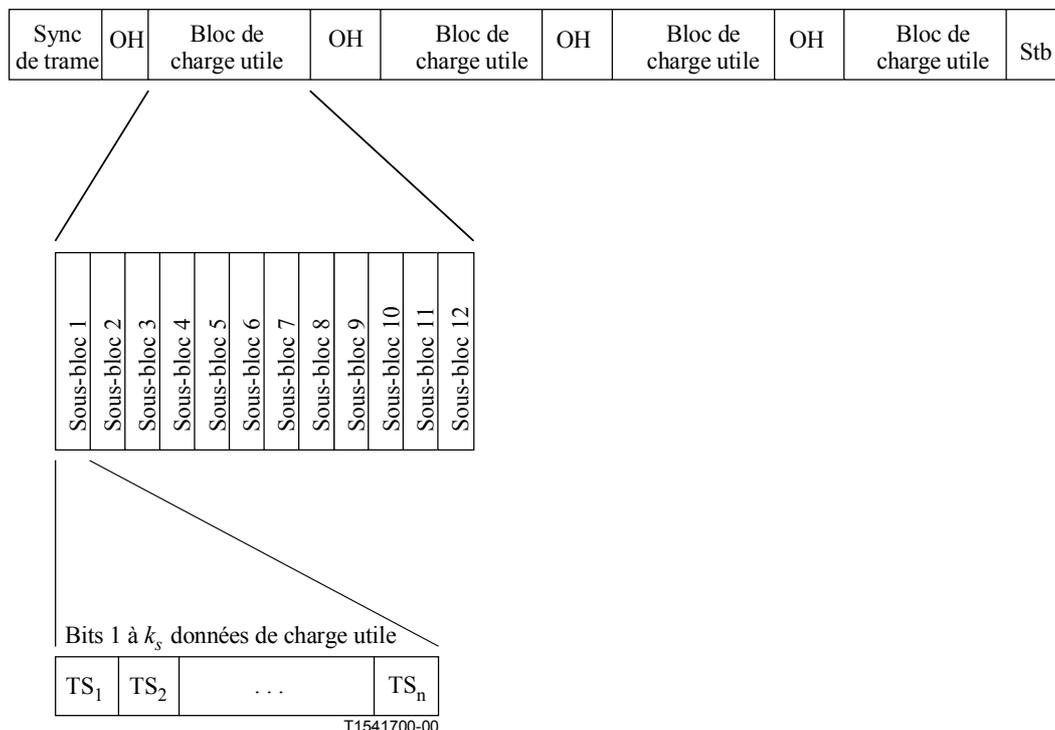
Une grande partie des données au sein du réseau européen sont structurées sous la forme de flux de données D2048S pouvant être décrits, aux fins de la présente Recommandation, comme des flux à 2,048 Mbit/s contenant des trames à 8 kHz, chaque trame contenant 32 intervalles temporels de 8 bits. Le paragraphe 2.3/G.704 [B6] dans l'Appendice IV 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  $k_s$  de bits (ou  $n$  octets) de données contiguës sera contenu au sein de chaque sous-bloc, comme spécifié au 8.1. La valeur  $k_s$  est 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 avec 4 fils 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

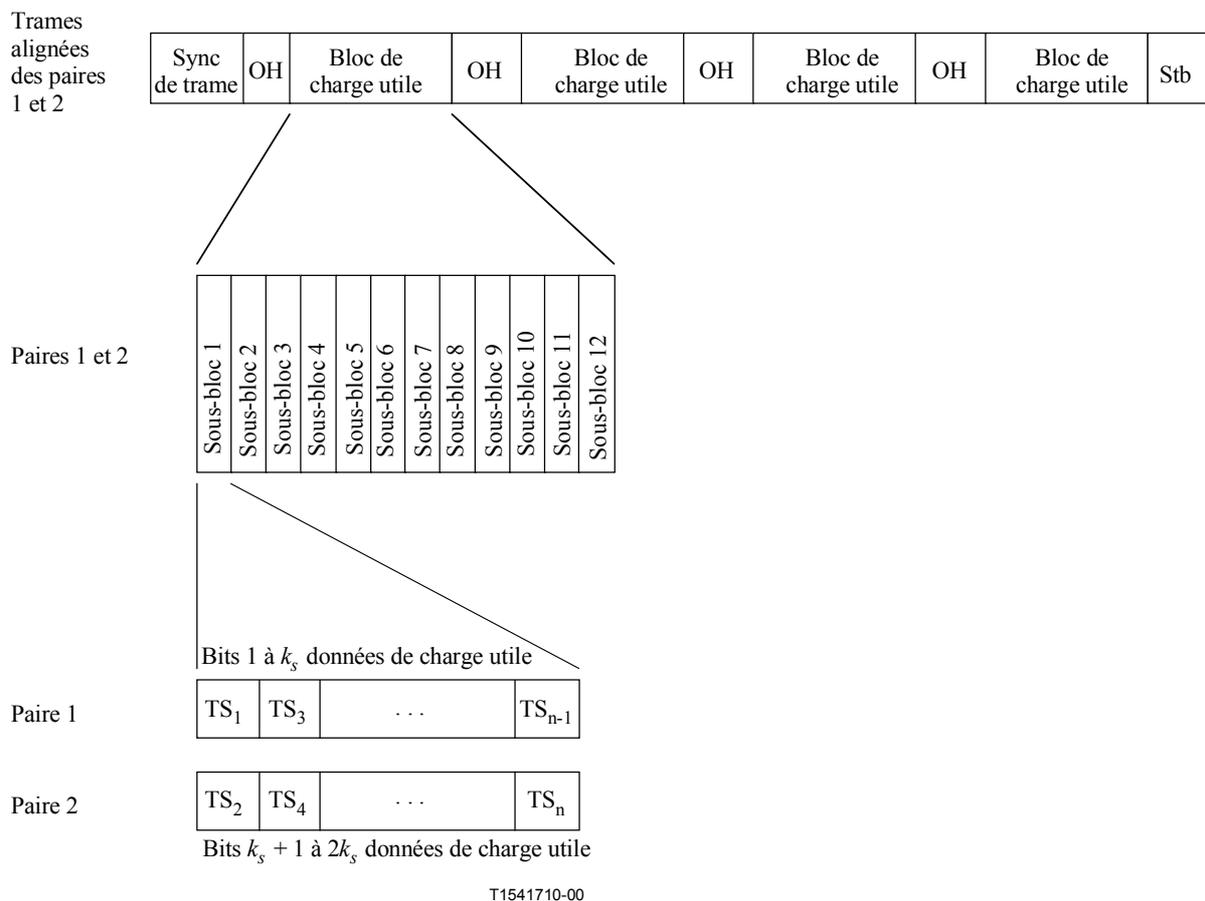
Comme noté au E.6, les flux de données D2048S se constituent de flux de données à 2,048 Mbit/s véhiculant des trames à 8 kHz dont chacune contient 32 intervalles temporels de 8 bits. Des flux de données D2048S fractionnaires sont utilisés dans certains cas où le contenu des trames D2048S est inférieur aux 32 intervalles temporels de 8 bits normaux.

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 temporel occupe la première position de bit au sein du sous-bloc de charge utile, suivi de l'intervalle temporel 2, de l'intervalle 3, ..., et de l'intervalle temporel  $n$ . Un nombre  $k_s$  de bits de données contiguës sera contenu au sein de chaque sous-bloc, comme spécifié au 8.1. 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  $n = 32$  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.



**Figure E.5/G.991.2 – Trame D2048S alignée/D2048S fractionnaire**

Dans le mode optionnel avec 4 fils, les données D2048S/D2048S fractionnaires seront véhiculées sur les deux paires en utilisant l'entrelacement décrit au 8.2. Chaque sous-bloc de charge utile SHDSL transportera un nombre total de  $2k_s$  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  $n = 16$  pour les applications D2048S et  $3 \leq n < 16$  pour les applications D2048S fractionnaires. Seul un nombre pair d'intervalles temporels D2048S peut être pris en charge par le mode avec 4 fils. Les intervalles temporels de la trame D2048S seront entrelacés entre la paire 1 et la paire 2, de sorte que les intervalles temporels de rang impair sont véhiculés sur la paire 1 et les intervalles temporels de rang pair, sur la paire 2. Se référer à la Figure E.6 pour plus de détails.



**Figure E.6/G.991.2 – Trame D2048S alignée/D2048S fractionnaire dans le cas de 4 fils**

## 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 BRA 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 mis en correspondance 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  $n = 3..36$ );
- chaque sous-bloc se présente sous la forme de  $i$  intervalles temporels de 1 bit suivis de  $n$  intervalles temporels de 8 bits;
- les intervalles temporels de 1 bit sont appelés bits Z et les intervalles temporels de 8 bits sont appelés intervalles  $TS_1 \dots TS_n$ .

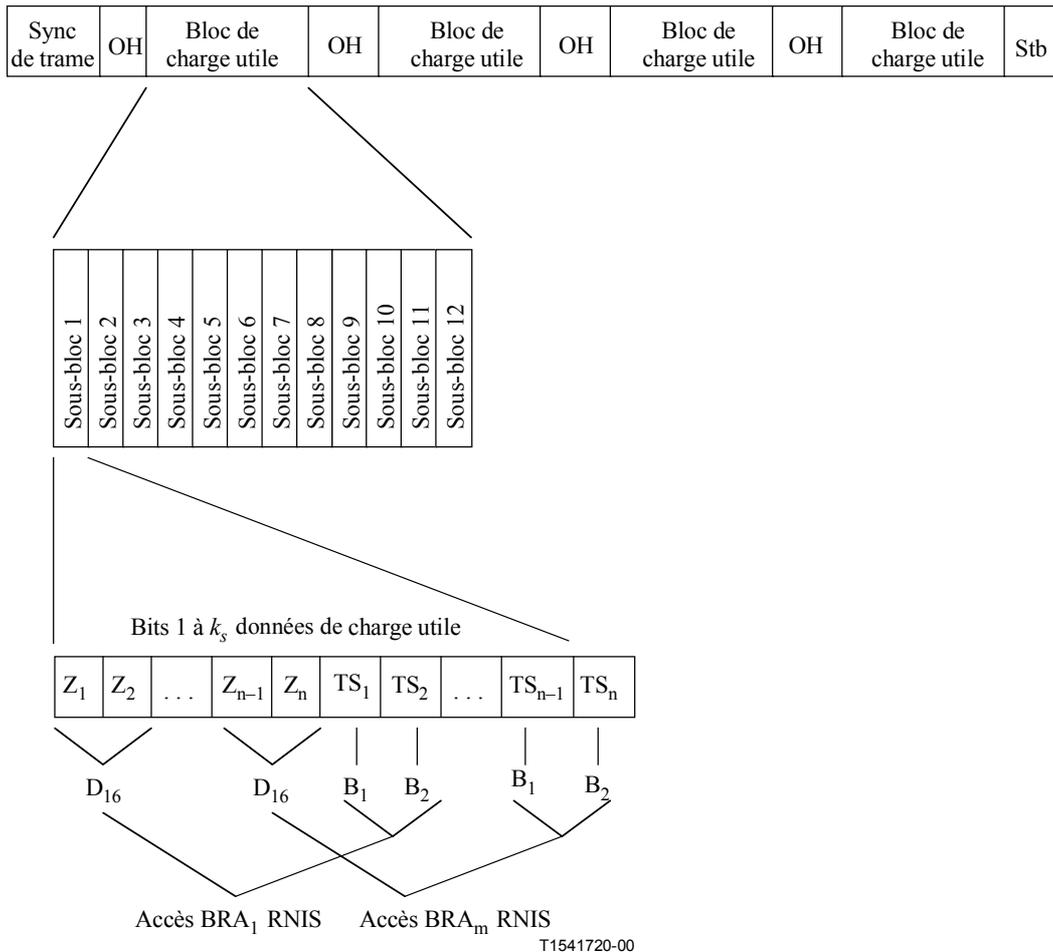


Figure E.7/G.991.2 – Mappage des canaux B et D du RNIS

Les sous-blocs de charge utile se constituent de combinaisons de  $n$  intervalles temporels TS de 8 bits et de  $i$  intervalles temporels 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.

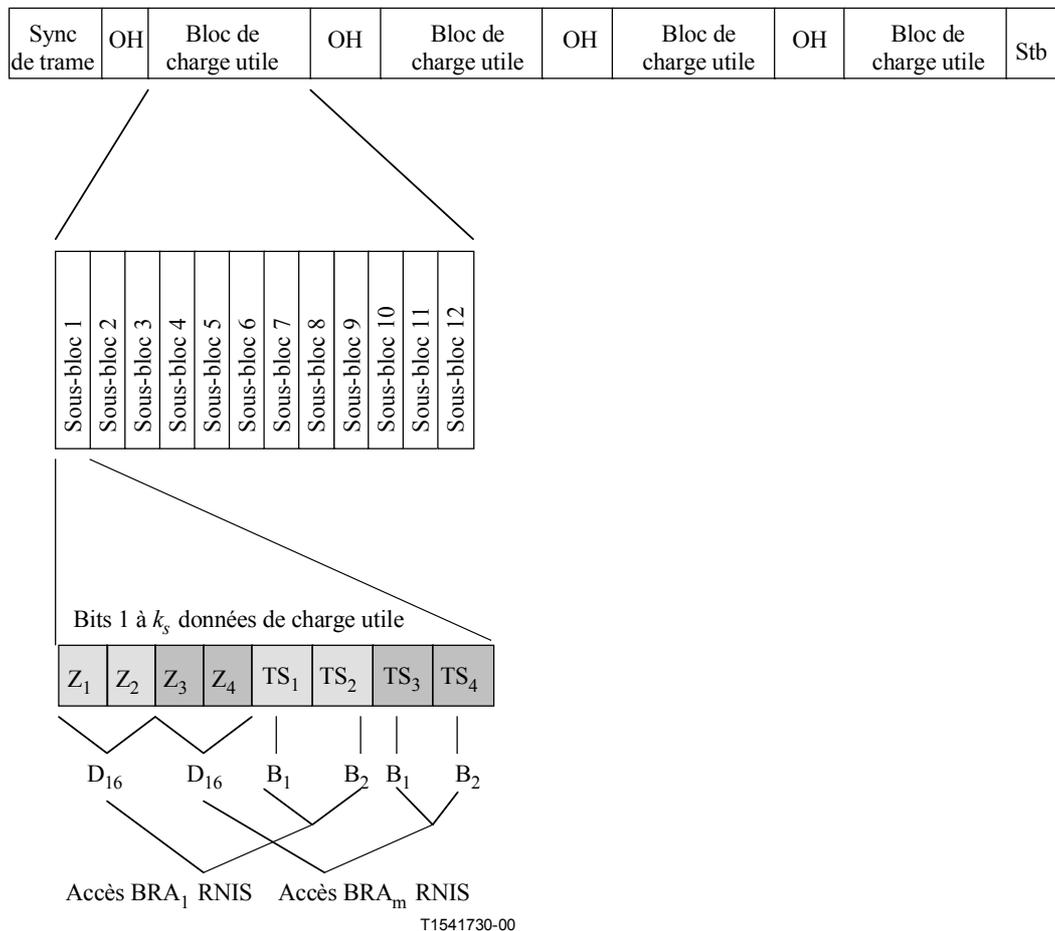
- Les canaux de données (à 64 kbit/s chacun, appelés  $B_1$  à  $B_y$ ) sont mappés vers des canaux TS à 64 kbit/s.

- Les canaux de signalisation (à 16 kbit/s chacun, appelés  $D_1$  à  $D_x$ ) 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 6 accès RNIS au débit de base. La Figure E.8 donne un exemple de mappage pour deux accès RNIS au débit de base.



**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 (BRA)**

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 BRA RNIS	2	2
2	288	2 BRA RNIS	4	4
3	432	3 BRA RNIS	6	6
4	576	4 BRA RNIS	9	0
5	720	5 BRA RNIS	11	2
6	864	6 BRA RNIS	13	4

**E.8.4 Accès BRA 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 temporels 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 temporels des canaux B et  $D_{16}$  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 temporel (TS, *time slot*) pour un accès RNIS au débit de base (BRA)**

N° BRA RNIS	TS RNIS $B_1$	TS RNIS $B_2$	TS RNIS $D_{16}$
1	$TS_1$	$TS_2$	$Z_1 + Z_2$

**Tableau E.3/G.991.2 – Allocation d'intervalle temporel (TS) pour 2 accès RNIS au débit de base (BRA)**

N° BRA RNIS	TS RNIS $B_1$	TS RNIS $B_2$	TS RNIS $D_{16}$
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 temporel (TS)  
pour 3 accès RNIS au débit de base (BRA)**

N° BRA 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 temporel (TS)  
pour 4 accès RNIS au débit de base (BRA)**

N° BRA 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 temporels des canaux B et D<sub>16</sub> du RNIS (signalisation EOC)  
en mode à 4 fils**

Dans le mode facultatif à 4 fils, l'allocation de trois accès RNIS au débit de base (maximum) à des intervalles temporels 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 temporel  
pour 4 accès RNIS au débit de base (BRA)**

N° BRA 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 temporels seront entrelacés entre la paire 1 et la paire 2 de telle manière que les bits Z et intervalles temporels de numéro impair sont acheminés sur la paire 1 et ceux de numéro pair sur la paire 2. Des précisions sont données dans la Figure E.8a.

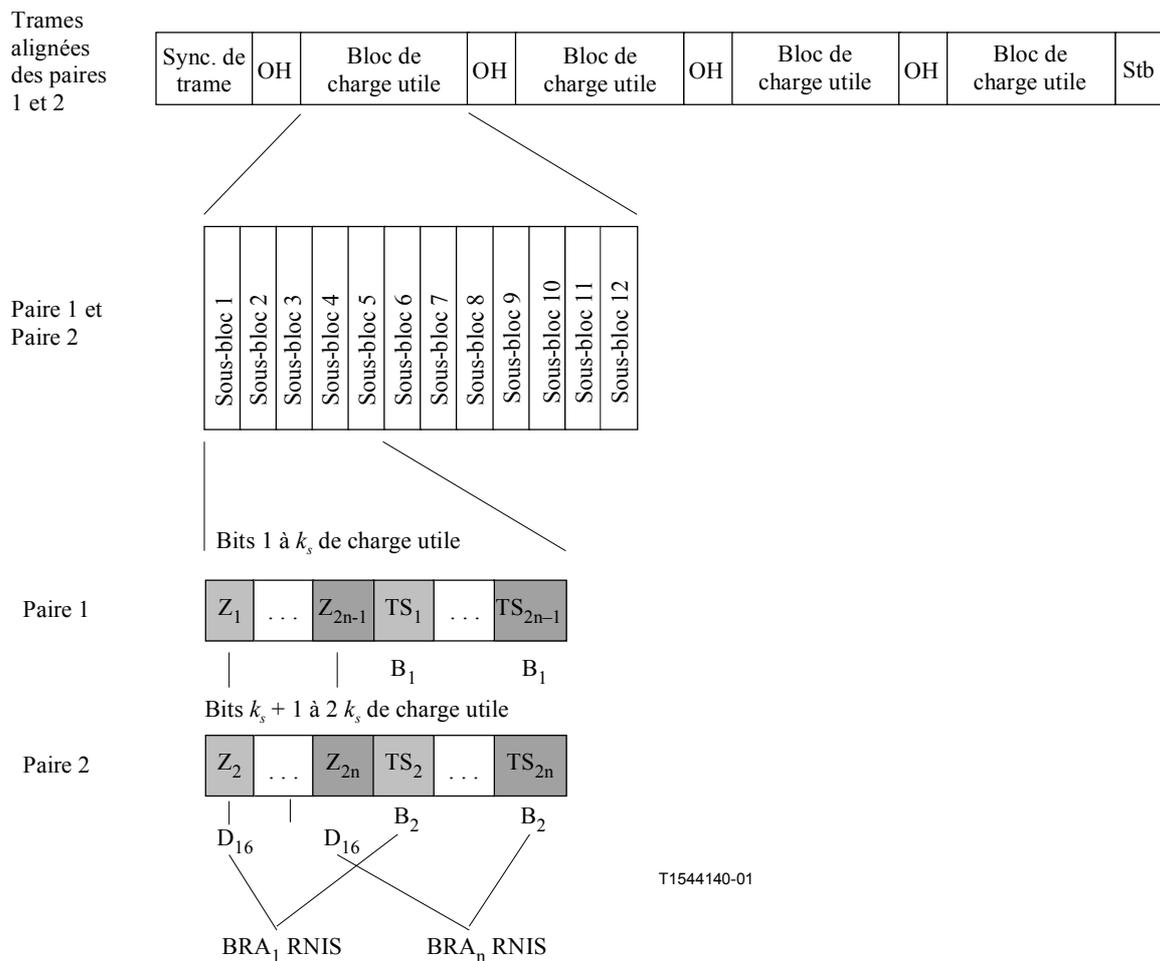
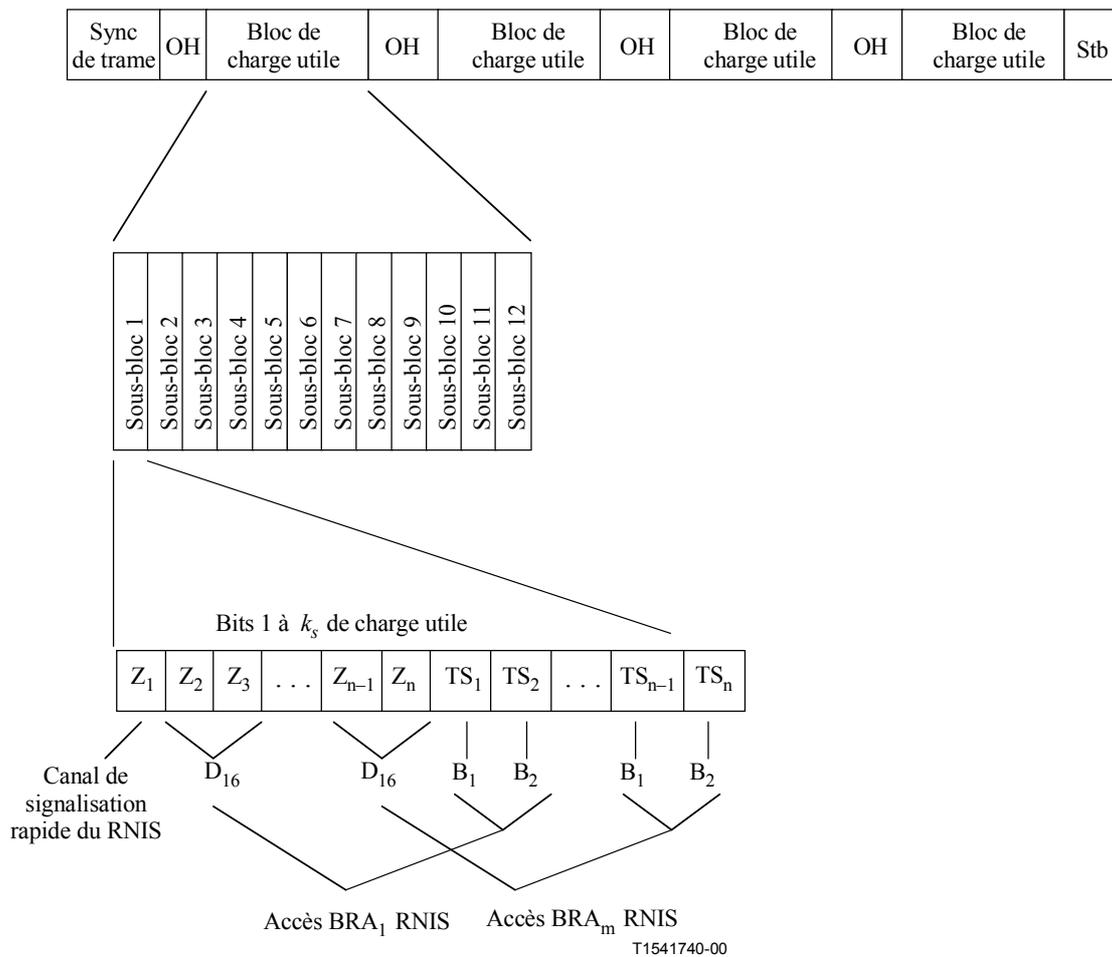


Figure E.8a/G.991.2 – Trame 4 fils pour l'accès RNIS au débit de base

### E.8.6 Position des intervalles temporels des canaux B et $D_{16}$ 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 temporel  $Z_1$ , 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).



**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 temporel (TS) pour un accès RNIS au débit de base (BRA) utilisant le canal de signalisation rapide**

N° BRA 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 temporel (TS) pour 2 accès RNIS au débit de base (BRA) utilisant le canal de signalisation rapide**

N° BRA 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 temporel (TS) pour 3 accès RNIS au débit de base (BRA) utilisant le canal de signalisation rapide**

N° BRA 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 temporel (TS) pour 4 accès RNIS au débit de base (BRA) utilisant le canal de signalisation rapide**

N° BRA 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 temporel (TS) pour 5 accès RNIS au débit de base (BRA) utilisant le canal de signalisation rapide**

N° BRA 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 temporel (TS) pour 6 accès RNIS au débit de base (BRA) utilisant le canal de signalisation rapide**

N° BRA 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 temporels des canaux B et D<sub>16</sub> du RNIS (signalisation rapide) en mode à 4 fils**

Dans le mode facultatif à 4 fils, l'allocation de trois accès RNIS au débit de base (maximum) à des intervalles temporels 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 temporel pour 4 accès RNIS au débit de base (BRA) utilisant le canal de signalisation rapide**

N° BRA RNIS	TS RNIS B <sub>1</sub>	TS RNIS B <sub>2</sub>	Its 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 temporel (TS) pour 5 accès RNIS au débit de base (BRA) utilisant le canal de signalisation rapide**

N° BRA 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 temporel (TS) pour 6 accès RNIS au débit de base (BRA) utilisant le canal de signalisation rapide**

N° BRA 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 temporels 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 tant sur la paire 1 que sur la paire 2. Les bits Z et intervalles temporels restants seront entrelacés entre la paire 1 et la paire 2. Les bits Z de numéro pair et les intervalles temporels de numéro impair sont acheminés sur la paire 1; les

bits Z de numéro impair et les intervalles temporels de numéro pair sont acheminés sur la paire 2. Voir Figure E.9a pour d'autres détails.

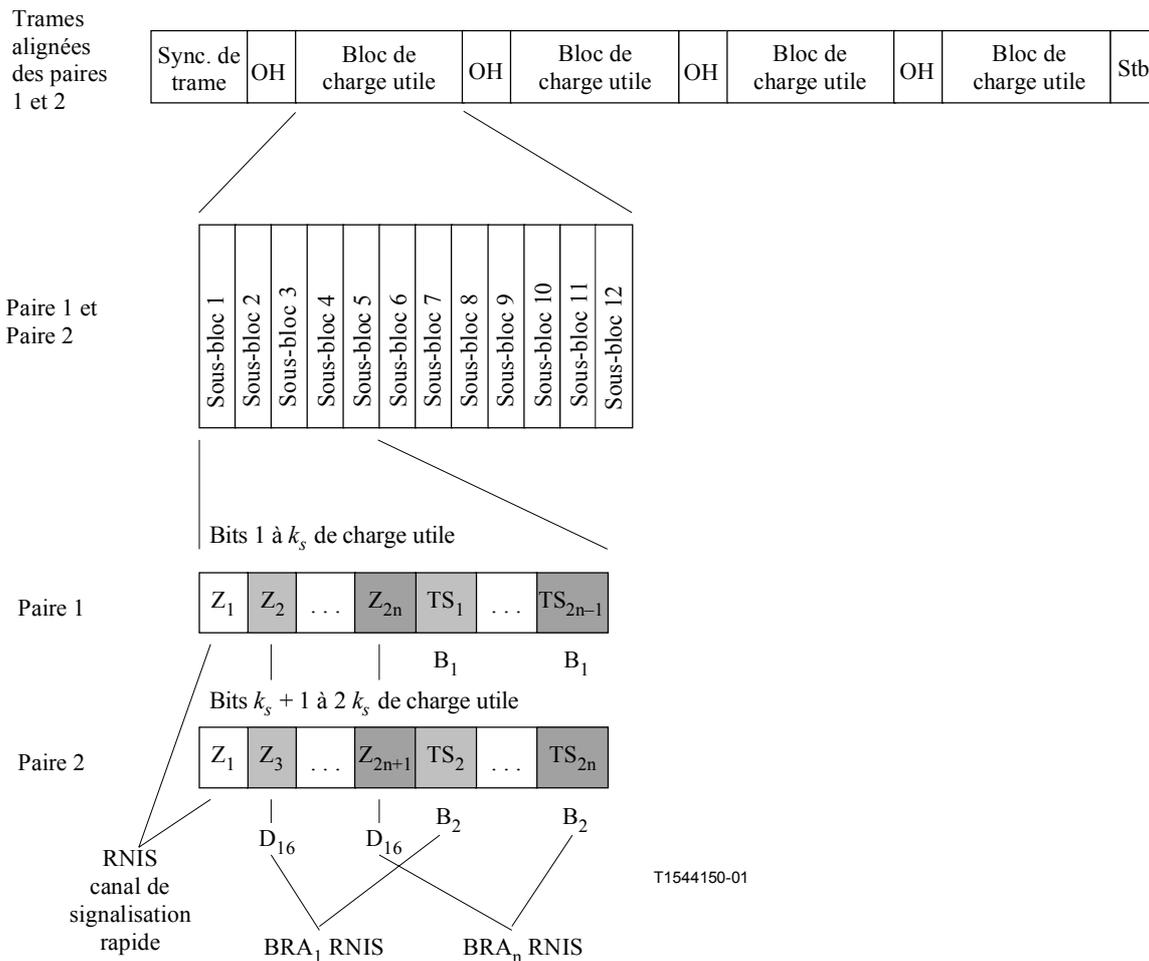


Figure E.9a/G.991.2 – Trame 4 fils pour l'accès RNIS au débit de base

### 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 [4-7]	N° BRA RNIS	Caractère sans signe	
2 [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 [4-7]	N° BRA RNIS	Caractère sans signe	
2 [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 (BRA) peut être adressé de manière indépendante et reçoit l'assignation d'un numéro à quatre chiffres (BRA 1 = 0000, ... BRA 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)

**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>
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)
Réinitialisation terminaison BRA	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
	SIAF	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

**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>
Réinitialisation terminaison BRA	Accusé de réception réinitialisation S	1000 0000	Réinitialisation d'une unité de commande RNIS au niveau STU-R
Messages EOC du RNIS	Effectuer rebouclage 2B+D (succès)	1011 0001	
	Effectuer rebouclage 2B+D (échec)	1111 0001	
	Effectuer rebouclage canal B1 (succès)	1011 0010	
	Effectuer rebouclage canal B1 (échec)	1111 0010	
	Effectuer rebouclage canal B2 (succès)	1011 0011	
	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 (BRA 1 = 0000, ... BRA 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, les réponses respectives sont SIA (interface S activée) et SIAF (échec d'activation d'interface S).

**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, les réponses respectives sont SID (interface S désactivée) et SIDF (échec de désactivation d'interface S).

**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.

Voir Tableau E.16.

**Tableau E.16/G.991.2 – Diagramme de l'interface S**

STU-C: commande d'activation interface S	EOC S act (SIA) →	STU-R: activation et envoi résultat
	← EOC S act ackn (SIA/SIAF)	
STU-C: commande de désactivation interface S	EOC S deact (SID)→	STU-R: désactivation et envoi résultat
	← EOC S deact ackn (SID/SIDF)	
STU-C: accusé de réception	← EOC S ActInd (SAI)	STU-R: indiquer activation
	EOC S ActInd ackn (SAI) →	
STU-C: accusé de réception	← EOC S DeactInd (SDI)	STU-R: indiquer désactivation
	EOC S DeactInd ackn (SDI) →	

### E.8.9 Réinitialisation de la terminaison BRA

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 BRA" 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.

Voir Tableaux E.17 et E.18.

**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:

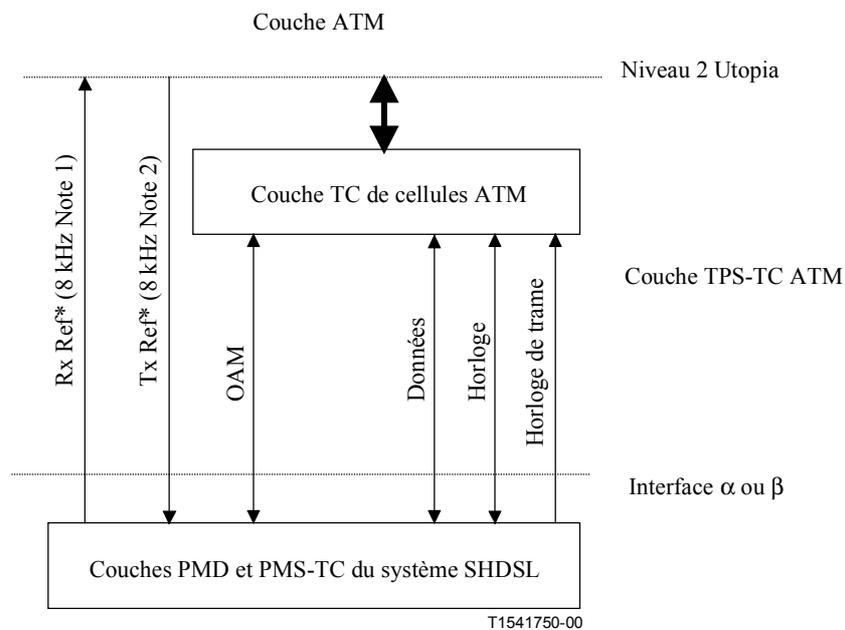
- soit corriger une erreur sur les bits isolée;
- soit détecter des erreurs sur les bits multiples.

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 au réception.



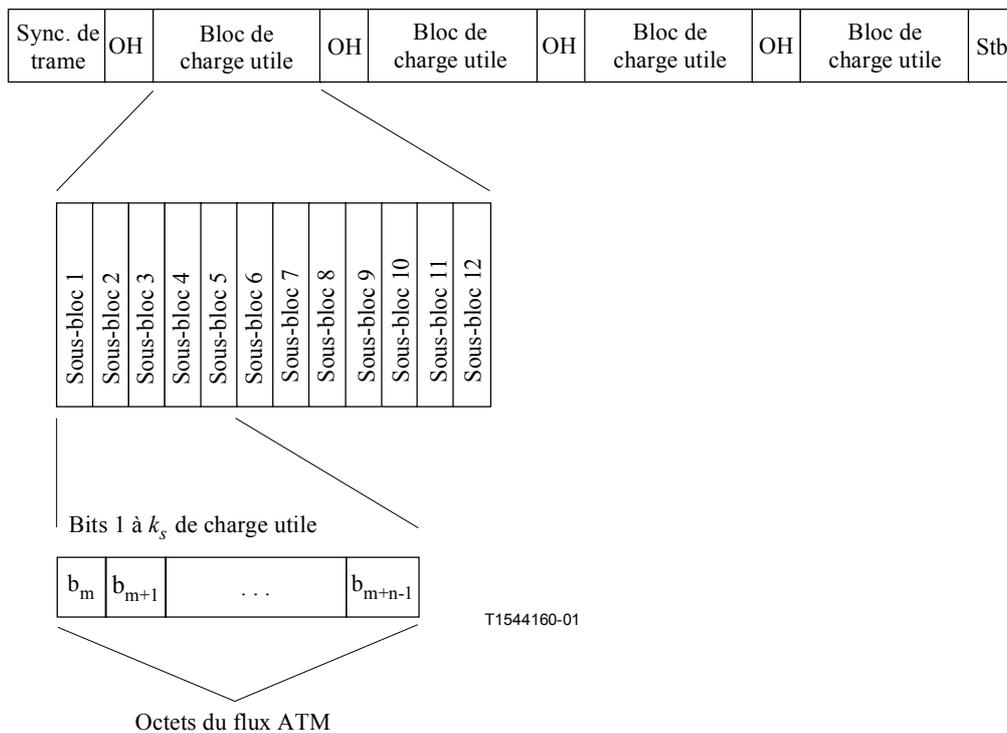
NOTE 1 – La ligne RxRef peut être présente au niveau de l'unité STU-R.  
 NOTE 2 – La ligne TxRef peut être présente au niveau de l'unité STU-C.

**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].

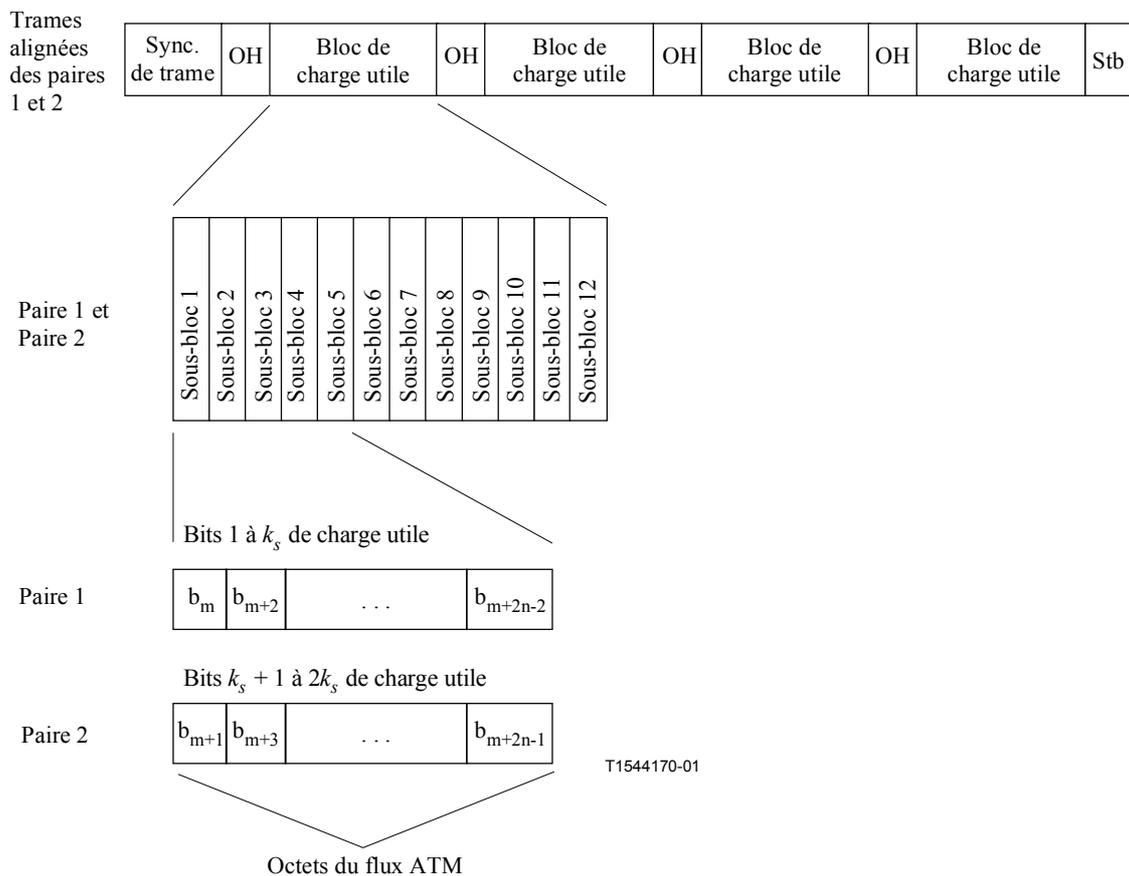
### E.9.2.1 Structure en trames

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 temporels de 8 bits. Chaque octet du flux de données ATM entrant est mappé, le bit de plus fort poids en premier, dans l'intervalle temporel suivant disponible. Le premier intervalle temporel commence à la première position binaire du sous-bloc de charge utile; il est suivi de l'intervalle temporel 2, intervalle temporel 3, ..., intervalle temporel  $n$ . Chaque sous-bloc contiendra  $k_s$  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  $3 \leq n < 36$ . 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 4 fils, les données ATM sont acheminées sur les deux paires avec entrelacement, comme indiqué au 8.2. Un total de  $2k_s$  bits ( $2n$  octets) seront transportés par sous-bloc de charge utile de ligne SHDSL.  $k_s = i + n \times 8$  et, dans ce mode,  $i = 0$  et  $3 \leq n \leq 36$ . Seuls les intervalles temporels de numéro pair seront pris en charge dans le mode à 4 fils. 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  $2n$  intervalles temporels de 8 bits. Chaque octet du flux de données ATM entrant est mappé, le bit de plus fort poids en premier, dans l'intervalle temporel suivant disponible. Le premier intervalle temporel commence à la première position binaire du sous-bloc de charge utile; il est suivi de l'intervalle temporel 2, l'intervalle temporel 3, ...., l'intervalle temporel  $n$ . Chaque sous-bloc contiendra  $2k_s$  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  $3 \leq n < 36$ . Les octets du flux de données ATM entrant seront entrelacés entre la paire 1 et la paire 2, de telle manière que si un octet  $b_m$  est acheminé sur la paire 1, l'octet  $b_{m+1}$  est acheminé dans l'intervalle temporel correspondant de la paire 2. D'autres précisions sont données dans la Figure E.10b.



**Figure E.10b/G.991.2 – Structure en trames de l'ATM sur 4 fils**

### 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.9.3 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 au 7.1.1, 8.1 et 8.2.

Les débits spécifiés s'appliquent pour chaque paire dans le mode optionnel avec 4 fils.

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 paragraphe 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 defects*)]. 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 anomaly)*: 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 anomaly)*: 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 anomaly)*: 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 SDSL consécutives et qu'aucun défaut (*losw, loss of synchronization word*) (perte du mot de synchronisation) n'est détecté.

##### **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 anomaly)*: 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 anomaly)*: 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 anomaly)*: 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 defect)*: 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 *hvc* 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. Voir Tableau E.20.

**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 *nmcd*, de l'anomalie *nocd* et du défaut *nlcd*. Les bits de défaillance NCD et LCD serviront respectivement d'indication de défaillance *nmcd* et *nlcd*.

**Tableau E.21/G.991.2 – Message "informations de statut de cellule ATM"**

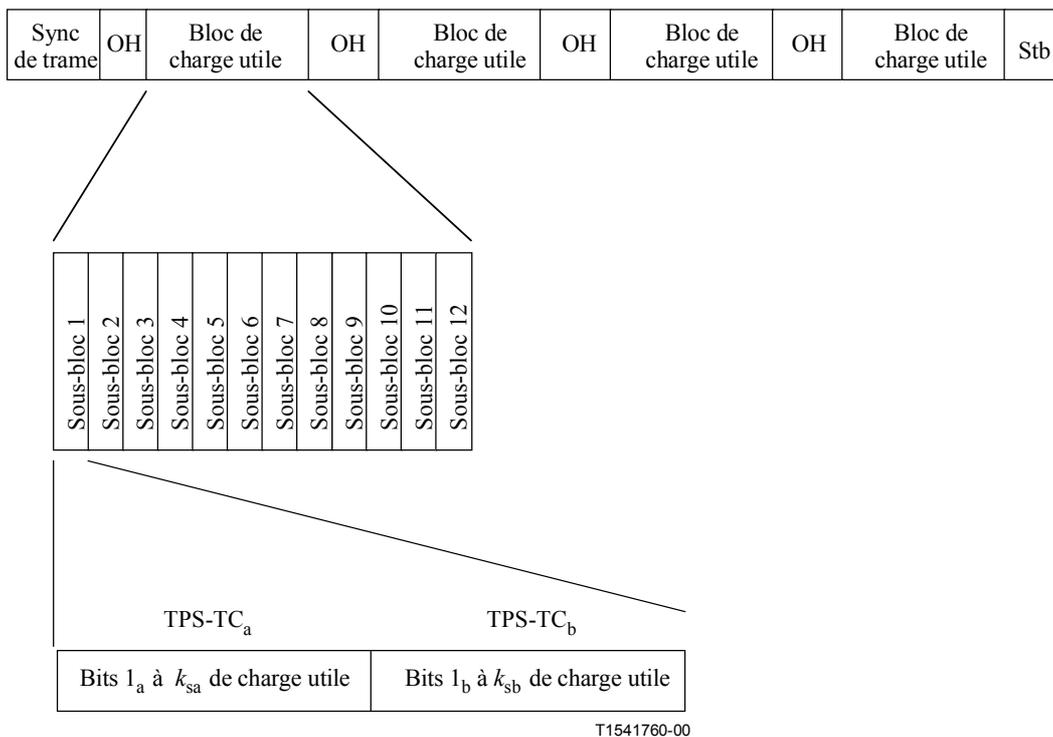
N° d'octet	Contenu	Type de données	Référence
1	Identificateur de message n° 145	Identificateur de message	
2 [7]	Indicateur NCD (Note)	Bit	0 = OK, 1 = alarme
2 [6]	Indicateur OCD (Note)	Bit	0 = OK, 1 = alarme
2 [5]	Indicateur LCD (Note)	Bit	0 = OK, 1 = alarme
2 [4-2]	Réservé		
2 [1]	Défaillance NCD	Bit	0 = OK, 1 = alarme
2 [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 avec support dual

Les modes de la couche TPS-TC décrits aux E.1 à E.9 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 avec support dual fournit la prise en charge de ces cas.

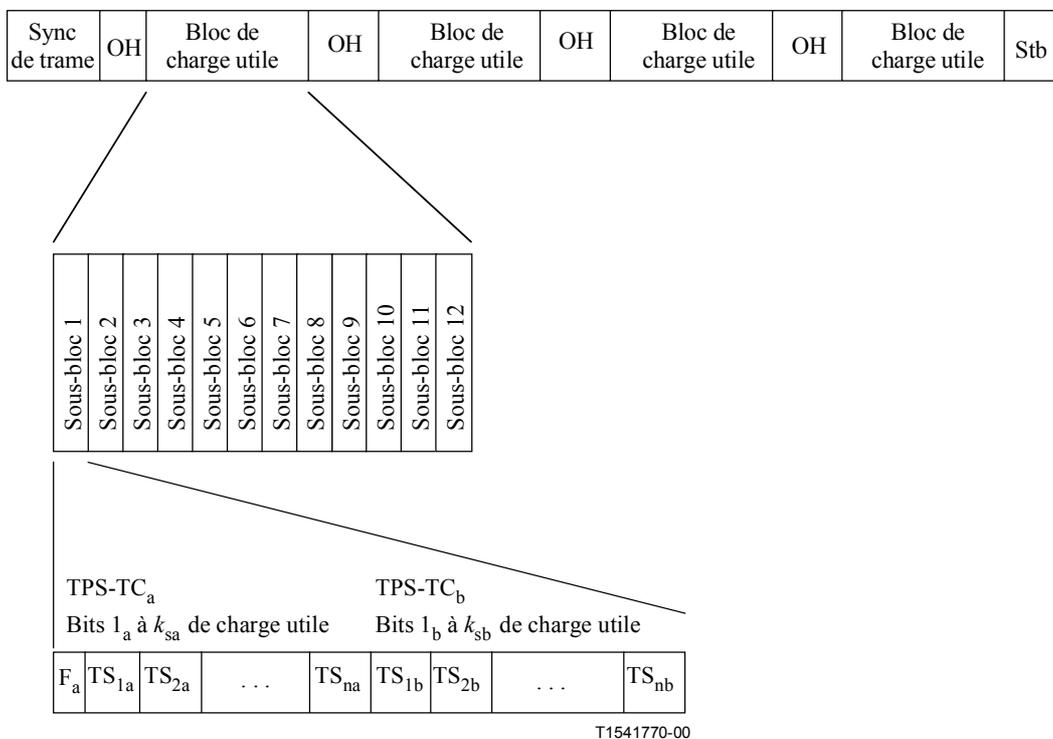
La prise en charge du mode avec support dual est optionnelle, ainsi que celle des combinaisons de couches TPS-TC avec support dual spécifiée par le Tableau E.22.

Dans le mode avec support dual, 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 correspondant à la couche TPS-TC concernée.



**Figure E.11/G.991.2 – Trame de couche TPS-TS pour le mode avec support dual**

La Figure E.12 donne un exemple de mode avec support dual 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.



**Figure E.12/G.991.2 – Exemple de trame de couche TPS-TS pour le mode avec support dual**

La même procédure sera appliquée pour le mode avec support dual dans le mode optionnel avec 4 fils. 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 les 4 fils, comme décrit aux E.1 à E.9.

### E.10.1 Synchronisation d'horloge pour le support dual

Pour le mode avec support dual, 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 avec support dual.

### E.10.2 Types de mode avec support dual

Le système SHDSL prend en charge les trois types suivants de mode avec support dual:

Type 1 – Accès BRA RNIS synchrone + bande large;

Type 2 – Bande étroite + ATM;

Type 3 – Bande étroite + 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 avec support dual. 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 avec support dual**

Type	Description	TPS-TC <sub>a</sub>	TPS-TC <sub>b</sub>
1	Accès BRA RNIS synchrone + large bande	Accès BRA RNIS synchrone (E.8)	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)
2	Bande étroite + ATM	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)

**Tableau E.22/G.991.2 – Couches TPS-TC prises en charge dans le mode avec support dual**

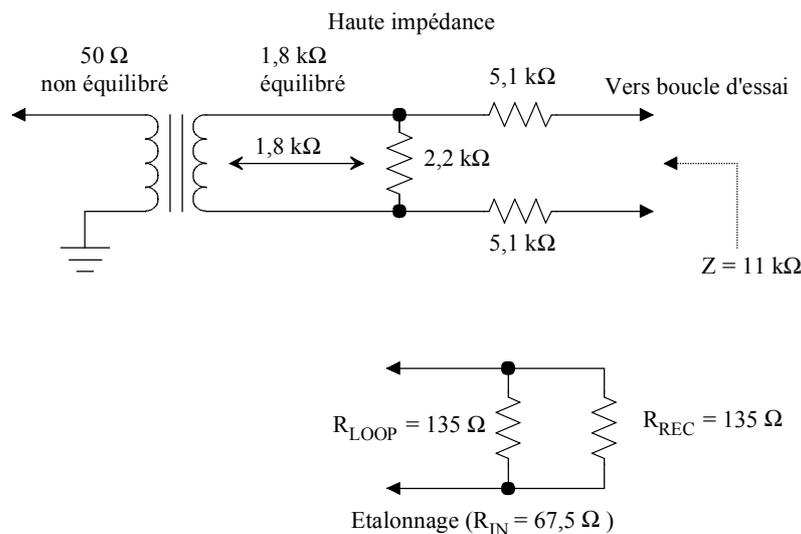
Type	Description	TPS-TC <sub>a</sub>	TPS-TC <sub>b</sub>
3	Bande étroite + Canal libre	DS1 non aligné (E.3) (Note 1) DS1 aligné/DS1 fractionnaire (E.4) (Note 1) D2048U non aligné (E.5) (Note 2) D2048S non aligné (E.6) (Note 2) D2048S aligné/D2048S fractionnaire (E.7) (Note 2)	Canal libre (E.1) Canal 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.			

APPENDICE I

Exemples de circuit d'essai

**I.1 Exemple de circuit d'essai d'injection de diaphonie**

L'exemple suivant présente un circuit d'injection de diaphonie à haute impédance (voir Figure I.1).



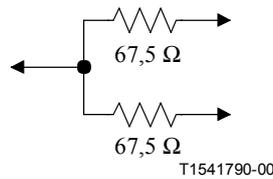
T1541780-00

**Figure I.1/G.991.2 – Exemple de circuit d'injection de diaphonie à haute impédance**

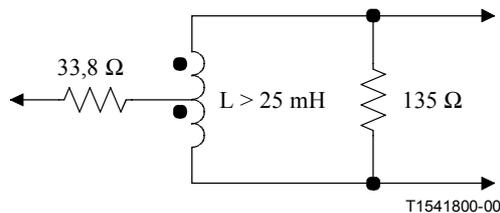
**I.2 Exemple de circuits de couplage pour la symétrie longitudinale et la tension de sortie longitudinale**

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] dans l'Appendice IV. 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**

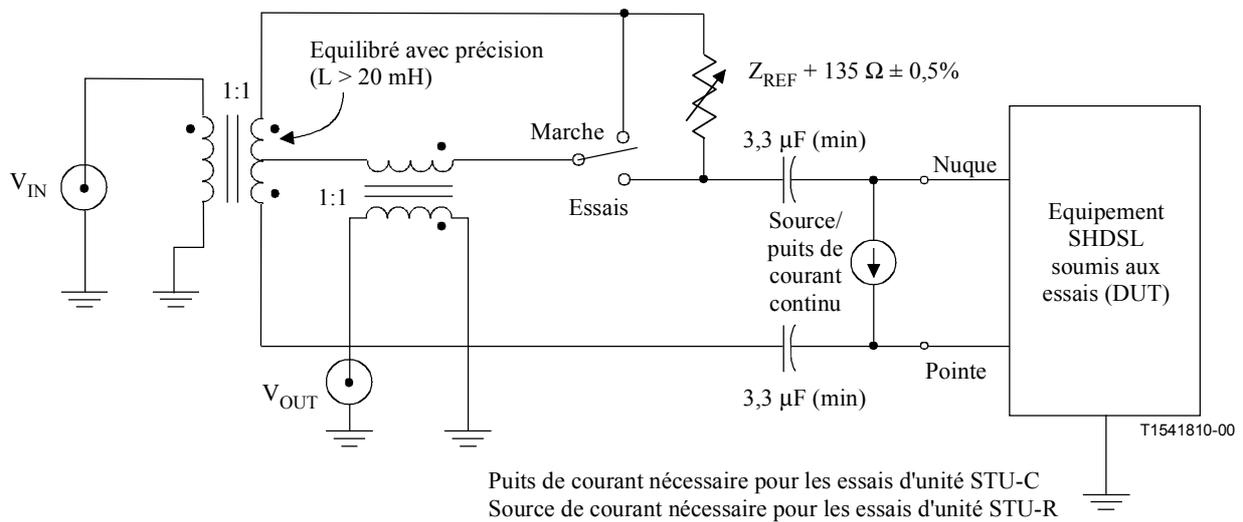


**Figure I.3/G.991.2 – Exemple de circuit de couplage avec symétriseur**

### 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:

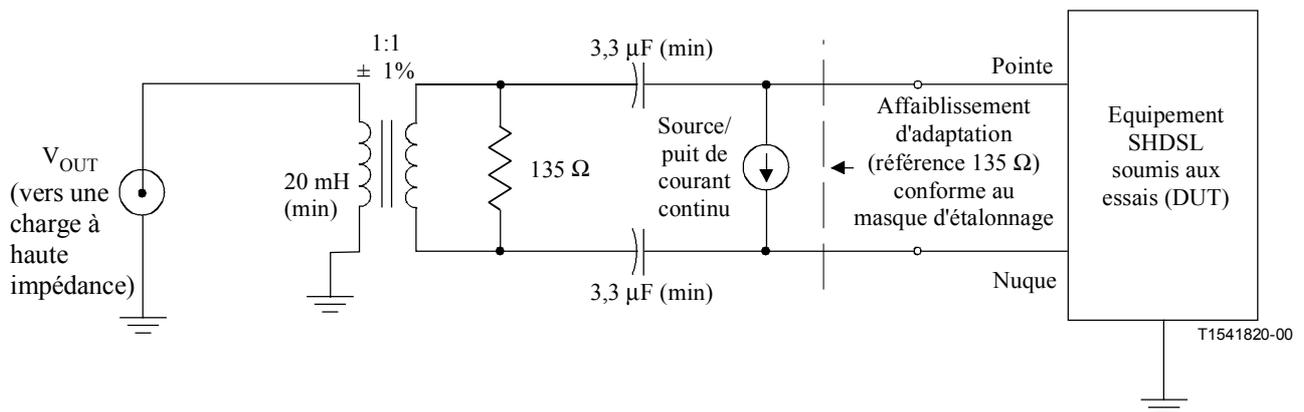
$$\text{Affaiblissement d'adaptation}(f) = 20 \log \left| \frac{Z_{TEST}(f) + Z_{REF}}{Z_{TEST}(f) - Z_{REF}} \right|$$



**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

#### II.1 Caractéristiques usuelles pour les câbles de l'Annexe B

NOTE – La valeur de G' est négligeable et supposée égale à 0 pour toutes les Tableaux II.1 à II.7 du présent appendice.

**Tableau II.1/G.991.2 – Paramètres du câble PE 04**

Fréquence	0 Hz	10 kHz	20 kHz	40 kHz	100 kHz	150 kHz	200 kHz	400 kHz	500 kHz
R' ( $\Omega/\text{km}$ )	268	268	269	271	282	295	312	390	425
L' ( $\mu\text{H}/\text{km}$ )	680	678	675	669	650	642	635	619	608
C' (nF/km)	45,5	45,5	45,5	45,5	45,5	45,5	45,5	45,5	45,5

**Tableau II.2/G.991.2 – Paramètres du câble PE 05**

Fréquence	0 Hz	10 kHz	20 kHz	40 kHz	100 kHz	150 kHz	200 kHz	400 kHz	500 kHz
R' ( $\Omega/\text{km}$ )	172	172	173	175	190	207	227	302	334
L' ( $\mu\text{H}/\text{km}$ )	680	678	675	667	646	637	629	603	592
C' (nF/km)	25	25	25	25	25	25	25	25	25

**Tableau II.3/G.991.2 – Paramètres du câble PE 06**

Fréquence	0 Hz	10 kHz	20 kHz	40 kHz	100 kHz	150 kHz	200 kHz	400 kHz	500 kHz
R' ( $\Omega/\text{km}$ )	119	120	121	125	146	167	189	260	288
L' ( $\mu\text{H}/\text{km}$ )	700	695	693	680	655	641	633	601	590
C' (nF/km)	56	56	56	56	56	56	56	56	56

**Tableau II.4/G.991.2 – Paramètres du câble PE 08**

Fréquence	0 Hz	10 kHz	20 kHz	40 kHz	100 kHz	150 kHz	200 kHz	400 kHz	500 kHz
R' ( $\Omega/\text{km}$ )	67	70	72,5	75,0	91,7	105	117	159	177,5
L' ( $\mu\text{H}/\text{km}$ )	700	700	687	665	628	609	595	568	543
C' (nF/km)	37,8	37,8	37,8	37,8	37,8	37,8	37,8	37,8	37,8

**Tableau II.5/G.991.2 – Paramètres du câble PVC 032**

Fréquence	0 Hz	10 kHz	20 kHz	40 kHz	100 kHz	150 kHz	200 kHz	400 kHz	500 kHz
R' ( $\Omega/\text{km}$ )	419	419	419	419	427	453	493	679	750
L' ( $\mu\text{H}/\text{km}$ )	650	650	650	650	647	635	621	577	560
C' (nF/km)	120	120	120	120	120	120	120	120	120

**Tableau II.6/G.991.2 – Paramètres du câble PVC 04**

Fréquence	0 Hz	10 kHz	20 kHz	40 kHz	100 kHz	150 kHz	200 kHz	400 kHz	500 kHz
R' ( $\Omega/\text{km}$ )	268	268	268	268	281	295	311	391	426
L' ( $\mu\text{H}/\text{km}$ )	650	650	650	650	635	627	619	592	579
C' (nF/km)	120	120	120	120	120	120	120	120	120

**Tableau II.7/G.991.2 – Paramètres du câble PVC 063**

Fréquence	0 Hz	10 kHz	20 kHz	40 kHz	100 kHz	150 kHz	200 kHz	400 kHz	500 kHz
R' ( $\Omega/\text{km}$ )	108	108	108	111	141	173	207	319	361
L' ( $\mu\text{H}/\text{km}$ )	635	635	635	630	604	584	560	492	469
C' (nF/km)	120	120	120	120	120	120	120	120	120

### APPENDICE III

#### Description du démarrage du régénérateur de signal

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.

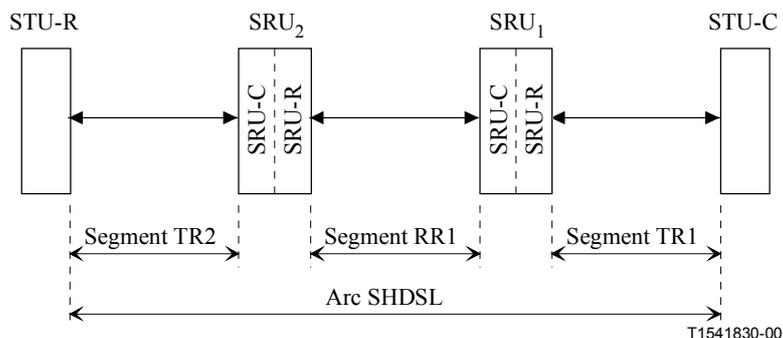


Figure III.1/G.991.2 – Schéma de principe d'un arc SHDSL avec deux régénérateurs de signal

### 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 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'examens 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" 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

### Bibliographie

- [B1] UIT-T G.961 (1993), *Système de transmission numérique en lignes locales métalliques pour accès RNIS au débit de base.*
- [B2] 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] UIT-T K.50 (2000), *Limites de sécurité des tensions et courants de fonctionnement de systèmes de télécommunication alimentés à travers le réseau.*
- [B5] Telcordia Technologies, GR-1089-CORE – *Electromagnetic Compatibility and Electrical Safety, February 1999 (Compatibilité électromagnétique et sécurité électrique).*
- [B6] 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 455 (1985), *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] UIT-T O.9 (1999), *Montages pour la mesure du degré de dissymétrie par rapport à la terre.*
- [B9] IETF RFC 2495 (1995), *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).*





## 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 et protocole Internet
Série Z	Langages et aspects généraux logiciels des systèmes de télécommunication