



UNION INTERNATIONALE DES TÉLÉCOMMUNICATIONS

UIT-T

SECTEUR DE LA NORMALISATION
DES TÉLÉCOMMUNICATIONS
DE L'UIT

G.992.1

(06/99)

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

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

**Emetteurs-récepteurs de ligne d'abonné
numérique asymétrique**

Recommandation UIT-T G.992.1

(Antérieurement Recommandation du CCITT)

RECOMMANDATIONS UIT-T DE LA SÉRIE G
SYSTÈMES ET SUPPORTS DE TRANSMISSION, SYSTÈMES ET RÉSEAUX NUMÉRIQUES

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

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

RECOMMANDATION UIT-T G.992.1

ÉMETTEURS-RÉCEPTEURS DE LIGNE D'ABONNÉ NUMÉRIQUE ASYMÉTRIQUE

Résumé

La présente Recommandation décrit les émetteurs-récepteurs de ligne d'abonné numérique asymétrique (ADSL) sur une paire métallique torsadée qui permet la transmission de données à grande vitesse entre l'extrémité d'opérateur réseau (ATU-C) et l'extrémité d'abonné (ATU-R). La présente Recommandation définit divers canaux supports associés à l'un des trois autres services qui dépendent de l'environnement :

- 1) transmission simultanée sur la même paire de signaux ADSL et de services vocaux (en bande vocale);
- 2) transmission simultanée sur la même paire de signaux ADSL et de services RNIS tels qu'ils sont décrits dans les Appendices I ou II de la Recommandation G.961;
- 3) transmission sur la même paire de signaux ADSL avec des services en bande vocale et transmission sur une paire adjacente de services RNIS-TCM (Appendice III de la Recommandation G.961).

Ces systèmes permettent des débits de données vers l'aval d'environ 6 Mbit/s et d'environ 640 kbit/s vers l'amont, selon la configuration et l'environnement de bruit.

La présente Recommandation spécifie les caractéristiques de couche Physique de l'interface de ligne d'abonné numérique asymétrique (ADSL) avec des boucles métalliques.

La présente Recommandation a été rédigée dans le but d'apporter une aide permettant de garantir une interface et un interfonctionnement adéquats entre unités de transmission ADSL aux niveaux des extrémités d'abonné (ATU-R) et d'opérateur réseau (ATU-C) et de définir les capacités de transport de ces unités. Un fonctionnement correct sera assuré lorsque ces deux unités sont fabriquées et fournies de manière indépendante. Une paire téléphonique torsadée unique est utilisée pour la connexion entre les extrémités ATU-R et ATU-C. Les unités de transmission ADSL doivent prendre en compte diverses caractéristiques de paires de fils et d'imperfections usuelles (par exemple la diaphonie et les bruits).

Les unités de transmission ADSL peuvent véhiculer de manière simultanée les charges utiles suivantes: des supports simplex vers l'aval, des supports duplex, un canal analogique simplex et un débit supplémentaire de ligne ADSL pour la mise en trame, le contrôle d'erreur, les opérations et la maintenance. Les systèmes prennent en charge au minimum un flux de 6,144 Mbit/s vers l'aval et un flux de 640 kbit/s vers l'amont.

La présente Recommandation contient des prescriptions obligatoires, des recommandations et des options qui sont rédigées respectivement en utilisant le futur, le présent ou la forme verbale "peut". Le verbe "will" est utilisé dans la version anglaise pour désigner des événements qui se manifestent uniquement pour un ensemble de circonstances défini [*la traduction française utilise en général le futur, le contexte indique les circonstances dans lesquelles s'applique la prescription (obligatoire) concernée*].

Les spécifications de performance appartiennent à deux catégories. La conformité à la présente Recommandation exige un niveau de performance défini par la catégorie I; les options d'amélioration de performance ne sont pas requises pour des équipements de catégorie I. La catégorie II exige un niveau de performance plus élevé (c'est-à-dire la prise en charge de lignes plus longues ou d'imperfections plus importantes). La conformité à la présente Recommandation n'exige pas un niveau de performance de catégorie II.

La présente Recommandation définit plusieurs capacités et fonctionnalités optionnelles:

- suppression d'écho;
- modulation avec codage par treillis;
- latence duale;
- transport d'une référence d'horloge réseau;
- transport des modes STM et ATM;
- mode de trame avec débit supplémentaire réduit.

La présente Recommandation est prévue pour permettre, pendant la phase d'initialisation, une négociation portant sur la compatibilité de l'interface utilisateur ainsi que sur l'interfonctionnement entre des émetteurs-récepteurs se conformant à la présente Recommandation et des émetteurs-récepteurs qui utilisent des combinaisons d'options différentes.

Source

La Recommandation UIT-T G.992.1, élaborée par la Commission d'études 15 (1997-2000) de l'UIT-T, a été approuvée le 22 juin 1999 selon la procédure définie dans la Résolution n° 1 de la CMNT.

AVANT-PROPOS

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

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

L'approbation des Recommandations par les Membres de l'UIT-T s'effectue selon la procédure définie dans la Résolution n° 1 de la CMNT.

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

NOTE

Dans la présente Recommandation, 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 2000

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

TABLE DES MATIÈRES

		Page
1	Domaine d'application	1
1.1	Modèle de référence système	2
1.2	Objectifs	3
2	Références normatives	3
3	Définitions	4
4	Abréviations	7
5	Modèles de référence	11
5.1	Modèles de référence de l'émetteur ATU-C	11
5.1.1	Modèle de référence de l'émetteur ATU-C pour le transport STM	12
5.1.2	Modèle de référence de l'émetteur ATU-C pour le transport ATM	13
5.2	Modèles de référence de l'émetteur ATU-R	14
5.2.1	Modèle de référence de l'émetteur ATU-R pour le transport STM	14
5.2.2	Modèle de référence de l'émetteur ATU-R pour le transport ATM	15
5.3	Modèle temporel de l'émetteur ATU-C/R (uniquement Annexe C)	16
6	Capacité de transport	16
6.1	Transport de données en mode STM	17
6.2	Transport de données en mode ATM	18
6.3	Débit système supplémentaire ADSL et débit binaire total	20
7	Caractéristiques fonctionnelles de l'unité ATU-C	21
7.1	Fonctionnalités propres au protocole de transmission STM	21
7.1.1	Interfaces V d'entrée et de sortie de l'unité ATU-C pour le transport STM ..	21
7.1.2	Débits des canaux simplex vers l'aval	22
7.1.3	Débits des canaux duplex vers l'aval ou l'amont	22
7.1.4	Délai de transfert de charge utile	23
7.1.5	Structure de trame pour le transport STM	23
7.2	Fonctionnalités propres au protocole de transmission ATM	23
7.2.1	Interfaces V d'entrée et de sortie de l'unité ATU-C pour le transport ATM ..	23
7.2.2	Délai de transfert de charge utile	24
7.2.3	Fonctionnalités propres aux cellules ATM	24
7.2.4	Structure de trame pour le transport ATM	26
7.3	Référence d'horloge réseau (NTR)	27
7.3.1	Motivation de la référence NTR	27
7.3.2	Transport de la référence NTR	27
7.4	Tramage	28
7.4.1	Symboles de données	29

	Page
7.4.2	Synchronisation 37
7.4.3	Format de trame avec débit supplémentaire réduit 40
7.5	Embrouilleurs 41
7.6	Correction d'erreur vers l'avant 42
7.6.1	Codage Reed-Solomon 42
7.6.2	Synchronisation de la supertrame Reed-Solomon de correction d'erreur vers l'avant 43
7.6.3	Entrelacement 43
7.6.4	Prise en charge de débits binaires supérieurs avec $S = 1/2$ (optionnelle) 43
7.7	Mise en ordre des tonalités 44
7.8	Codeur de constellation (version avec code de treillis) 46
7.8.1	Extraction de bit 46
7.8.2	Conversion de bit 47
7.8.3	Partition de l'ensemble "coset" et diagramme de treillis 47
7.8.4	Codeur de constellation 51
7.9	Codeur de constellation – Sans codage par treillis 54
7.9.1	Extraction de bits 54
7.9.2	Codeur de constellation 54
7.10	Normalisation du gain 54
7.11	Modulation 55
7.11.1	Sous-porteuses 55
7.11.2	Modulation par la transformation de Fourier discrète inverse (IDFT, <i>inverse discrete Fourier transform</i>) 56
7.11.3	Symbole de synchronisation 56
7.11.4	Symbole de synchronisation inverse (uniquement Annexe C) 57
7.12	Préfixe cyclique 57
7.13	Domaine dynamique de l'émetteur 57
7.13.1	Débit d'écrêtage maximal 57
7.13.2	Seuil de bruit ou de distorsion 57
7.14	Masques spectraux de l'émetteur ATU-C dans le sens aval 58
7.15	Table de bits duale et conversion de débit (uniquement Annexe C) 58
7.16	Table de bits FEXT (uniquement Annexe C) 58
8	Caractéristiques fonctionnelles de l'unité ATU-R 58
8.1	Fonctionnalités propres au protocole de transmission STM 59
8.1.1	Interfaces T d'entrée et de sortie de l'unité ATU-R pour le transport STM... 59
8.1.2	Débits de l'émetteur-récepteur des canaux simplex aval 60
8.1.3	Débits de l'émetteur-récepteur des canaux duplex 60
8.1.4	Structure de trame pour le transport STM 60

	Page
8.2	Fonctionnalités propres au protocole de transmission ATM 60
8.2.1	Interfaces T d'entrée et de sortie de l'unité ATU-R pour le transport STM... 60
8.2.2	Fonctionnalités propres aux cellules ATM..... 61
8.2.3	Structure de trame pour le transport ATM 61
8.3	Référence d'horloge réseau (NTR)..... 62
8.4	Mise en trame..... 62
8.4.1	Symboles de données..... 62
8.4.2	Synchronisation 66
8.4.3	Format de trame avec débit supplémentaire réduit..... 68
8.5	Embrouilleurs..... 68
8.6	Correction d'erreurs vers l'avant..... 68
8.7	Mise en ordre des tonalités 69
8.8	Codeur de constellation – Version avec code de treillis 69
8.9	Codeur de constellation – Version sans codage..... 69
8.10	Normalisation du gain..... 69
8.11	Modulation..... 70
8.11.1	Sous-porteuses 70
8.11.2	Modulation par la transformation de Fourier discrète inverse (IDFT) 70
8.11.3	Symbole de synchronisation 70
8.11.4	Symbole de synchronisation inverse (uniquement Annexe C)..... 71
8.12	Préfixe cyclique 71
8.13	Domaine dynamique de l'émetteur..... 71
8.13.1	Débit d'écrêtage maximal 71
8.13.2	Seuil de bruit ou de distorsion 71
8.14	Réponse spectrale de l'émetteur ATU-R Amont..... 71
8.15	Table de bits duale et conversion de débit (uniquement Annexe C) 72
8.16	Table de bits FEXT et conversion de débit (uniquement Annexe C)..... 72
9	Exploitation et maintenance du canal EOC 72
9.1	Canal EOC libre..... 72
9.2	Prescriptions concernant le canal d'exploitation incorporé (EOC) 72
9.2.1	Organisation et protocole du canal EOC 72
9.2.2	Structure des messages EOC 73
9.2.3	Ensembles de messages EOC 74
9.2.4	Registres de données dans l'unité ATU-R 78
9.2.5	Etats du protocole EOC 80
9.3	Supervision et surveillance de la performance pendant le service..... 86
9.3.1	Primitives liées à la ligne ADSL 87
9.3.2	Primitives liées à un itinéraire de données STM 89

	Page
9.3.3 Primitives liées à un itinéraire de données ATM.....	89
9.3.4 Autres indicateurs, paramètres et signaux ADSL.....	91
9.4 Défaillances et paramètres de performance	92
9.5 Paramètres de tests.....	92
9.5.1 Paramètres de tests de l'extrémité proche	92
9.5.2 Paramètres de tests de l'extrémité distante	92
10 Initialisation	93
10.1 Aperçu général	93
10.1.1 Fonctions de base de l'initialisation.....	93
10.1.2 Transparence vis à vis des méthodes de séparation des signaux amont et aval.....	94
10.1.3 Implémentation d'options de service pour le système ADSL	94
10.1.4 Réinitialisation pendant les phases d'initialisation et de transmission de données	94
10.1.5 Initialisation au moyen d'une hypertrame (Annexe C uniquement)	95
10.2 Prise de contact – Unité ATU-C	95
10.2.1 Messages de liste de capacités (CL)	95
10.2.2 Messages de sélection de mode (MS).....	96
10.3 Prise de contact – Unité ATU-R	96
10.3.1 Messages de demande de liste de capacités (CLR)	96
10.3.2 Messages de sélection de mode MS	97
10.4 Conditionnement de l'émetteur-récepteur – ATU-C.....	98
10.4.1 Signal C-QUIET2	99
10.4.2 Signal C-PILOT1	99
10.4.3 Signal C-PILOT1A	100
10.4.4 Signal C-QUIET3A	100
10.4.5 Signal C-REVERB1	100
10.4.6 Signal C-PILOT2.....	101
10.4.7 Signal C-ECT	101
10.4.8 Signal C-REVERB2	101
10.4.9 Signal C-QUIET5	101
10.4.10 Signal C-PILOT3.....	101
10.4.11 Signal C-REVERB3	101
10.5 Conditionnement de l'émetteur-récepteur – Unité ATU-R.....	102
10.5.1 Signal R-QUIET2	102
10.5.2 Signal R-REVERB1	102
10.5.3 Signal R-QUIET3	103
10.5.4 Signal R-ECT	103
10.5.5 Signal R-REVERB2	103

	Page
10.6	Analyse du canal (ATU-C) 103
10.6.1	Signal C-SEGUE1 104
10.6.2	Signal C-RATES1 104
10.6.3	Signal C-CRC1 105
10.6.4	Signal C-MSG1 105
10.6.5	Signal C-CRC2 107
10.6.6	Signal C-MEDLEY 107
10.7	Analyse du canal (ATU-R) 107
10.7.1	Signal R-SEGUE1 108
10.7.2	Signal R-REVERB3 108
10.7.3	Signal R-SEGUE2 108
10.7.4	Signal R-RATES1 108
10.7.5	Signal R-CRC1 109
10.7.6	Signal R-MSG1 109
10.7.7	Signal R-CRC2 111
10.7.8	Signal R-MEDLEY 111
10.7.9	Signal R-REVERB4 111
10.8	Echange – ATU-C 112
10.8.1	Signal C-REVERB4 113
10.8.2	Signal C-SEGUE2 113
10.8.3	Signal C-RATES-RA 113
10.8.4	Signal C-CRC-RA1 114
10.8.5	Signal C-MSG-RA 114
10.8.6	Signal C-CRC-RA2 115
10.8.7	Signal C-REVERB-RA 115
10.8.8	Signal C-SEGUE-RA 115
10.8.9	Signal C-MSG2 115
10.8.10	Signal C-CRC3 117
10.8.11	Signal C-RATES2 117
10.8.12	Signal C-CRC4 118
10.8.13	Signal C-B&G 118
10.8.14	Signal C-CRC5 119
10.8.15	Signal C-REVERB5 119
10.8.16	Signal C-SEGUE3 119
10.9	Echange – ATU-R 119
10.9.1	Signal R-SEGUE3 119
10.9.2	Signal R-MSG-RA 119
10.9.3	Signal R-CRC-RA1 121
10.9.4	Signal R-RATES-RA 121

	Page
10.9.5 Signal R-CRC-RA2	122
10.9.6 Signal R-REVERB-RA	122
10.9.7 Signal R-SEGUE-RA	122
10.9.8 Signal R-MSG2	122
10.9.9 Signal R-CRC3	124
10.9.10 Signal R-RATES2	124
10.9.11 Signal R-CRC4	125
10.9.12 Signal R-REVERB5	125
10.9.13 Signal R-SEGUE4	125
10.9.14 Signal R-B&G	125
10.9.15 Signal R-CRC5	126
10.9.16 Signal R-REVERB6	126
10.9.17 Signal R-SEGUE5	126
10.9.18 Détails du déroulement temporel de l'initialisation	126
11 Adaptation et reconfiguration en ligne du canal AOC.....	129
11.1 Le canal de commande de débit supplémentaire (AOC) du système ADSL	129
11.1.1 En-tête de message AOC	129
11.1.2 Protocole AOC	129
11.2 Adaptation en ligne – Echange de bits.....	130
11.2.1 Canal d'échange de bits.....	130
11.2.2 Comptage de supertrame	130
11.2.3 Demande d'échange de bits.....	130
11.2.4 Demande d'échange de bits étendue	131
11.2.5 Accusé de réception d'échange de bits.....	132
11.2.6 Echange de bits – Récepteur.....	132
11.2.7 Echange de bits – Emetteur	133
Annexe A – Prescriptions spécifiques pour un système ADSL fonctionnant au-dessus de la bande de fréquences de la téléphonie classique	133
A.1 Caractéristiques fonctionnelles de l'unité ATU-C (se rapporte au paragraphe 7).....	133
A.1.1 Sous-porteuse pilote (complète le 7.11.1.2)	133
A.1.2 Enveloppe spectrale pour la transmission aval de l'unité ATU-C (remplace le 7.14)	133
A.1.3 Enveloppe de densité PSD d'émetteur d'unité ATU-C permettant de réduire la paradiaphonie	137
A.2 Unité ATU-R (voir le paragraphe 8).....	139
A.2.1 Modulation par la transformation de Fourier discrète inverse (voir 8.11.2).	139
A.2.2 Symbole de synchronisation (complète le 8.11.3).....	139
A.2.3 Préfixe cyclique (remplace le 8.12)	139

	Page	
A.2.4	Enveloppe spectrale de l'émetteur de l'unité ATU-R (remplace le 8.14).....	139
A.2.5	Fréquence de Nyquist (complète le 8.11.1.2)	143
A.3	Initialisation (voir le paragraphe 10).....	143
A.3.1	Réduction de la puissance (complète le 10.4.5.1)	143
A.3.2	Estimation de l'atténuation moyenne sur la boucle amont (voir 10.8.9.1).....	143
A.3.3	Estimation de l'atténuation moyenne sur la boucle aval (complète le 10.9.8.1).....	143
A.3.4	Signal C-PILOT1 (complète le 10.4.2).....	143
A.3.5	Signal R-REVERB1 (voir 10.5.2)	144
A.3.6	Signal C-ECT (voir 10.4.7)	144
A.3.7	Signal R-ECT (voir 10.5.4)	144
A.3.8	Signal C-MSG2 (complète le 10.8.9)	144
A.3.9	Signal R-MSG2 (complète le 10.9.8)	144
A.4	Caractéristiques électriques	144
A.4.1	Caractéristiques du signal continu	144
A.4.2	Caractéristiques de la bande vocale.....	145
A.4.3	Caractéristiques de la bande ADSL.....	145
Annexe B – Prescriptions spécifiques pour un système ADSL fonctionnant en dessous de la bande de fréquences du RNIS, tel qu'il est défini dans les Appendices I et II de la Recommandation UIT-T G.961		146
B.1	Caractéristiques fonctionnelles de l'unité ATU (voir le paragraphe 7).....	147
B.1.1	Sous-porteuses de données (voir 7.11.1.1)	147
B.1.2	Fréquence pilote (voir 7.11.1.2)	147
B.1.3	Enveloppe spectrale d'émission aval (remplace le 7.14)	147
B.2	Caractéristiques fonctionnelles de l'unité ATU-R (voir paragraphe 8).....	151
B.2.1	Modèles de référence pour l'émetteur de l'unité ATU-R	151
B.2.2	Enveloppe spectrale pour l'émission amont de l'unité ATU-R (remplace le 8.14).....	152
B.2.3	Sous-porteuses de données (remplace le 8.11.1.1)	156
B.2.4	Fréquence pilote.....	156
B.2.5	Fréquence de Nyquist (complète le 8.11.1.2)	156
B.2.6	Modulation par la transformation de Fourier discrète inverse (voir 8.11.2).	156
B.2.7	Symbole de synchronisation (complète le 8.11.3).....	156
B.2.8	Préfixe cyclique (remplace le 8.12)	157
B.3	Initialisation (voir le paragraphe 10).....	157
B.3.1	Prise de contact – Unité ATU-C (complète le 10.2).....	157
B.3.2	Prise de contact – Unité ATU-R (complète le 10.3).....	157
B.3.3	Réduction de la puissance (complète le 10.4.5.1)	158

	Page	
B.3.4	Estimation de l'atténuation moyenne sur la boucle amont (voir 10.8.9.1).....	158
B.3.5	Estimation de l'atténuation moyenne de la boucle aval (voir 10.9.8.1).....	158
B.3.6	Signal C-PILOT1 (pour le 10.4.3).....	158
B.3.7	Signal R-REVERB1 (complète le 10.5.2).....	159
B.3.8	Signal R-MEDLEY (remplace le 10.7.8).....	159
B.3.9	Signal C-MSG2 (complète le 10.8.9).....	159
B.3.10	Signal R-MSG2 (complète le 10.9.8).....	159
B.3.11	Signaux C-ECT et R-ECT (complète les 10.4.7 et 10.5.4).....	159
B.3.12	Signal C-B&G (remplace le 10.8.13).....	159
 Annexe C – Prescriptions spécifiques pour un système ADSL fonctionnant sur le même câble qu'un accès RNIS, tel qu'il est défini dans l'Appendice III de la Recommandation UIT-T G.961		162
C.1	Domaine d'application	162
C.2	Définitions	162
C.3	Modèles de référence	163
C.3.1	Modèle de référence de l'émetteur ATU-C (remplace les figures du 5.1).....	163
C.3.2	Modèles de référence de l'émetteur ATU-R (remplace les figures du 5.2) ...	164
C.3.3	Modèle temporel pour l'émetteur ATU-C/R (remplace le 5.3).....	166
C.4	Caractéristiques fonctionnelles de l'unité ATU-C (se rapporte au paragraphe 7).....	169
C.4.1	Fonctionnalités propres au protocole de transmission STM (se rapporte au 7.1).....	169
C.4.2	Fonctionnalités propres au protocole de transmission ATM (se rapporte au 7.2).....	170
C.4.3	Mise en trame (se rapporte au 7.4).....	171
C.4.4	Table de bits duale et conversion de débit (remplace le 7.15).....	176
C.4.5	Table de bits FEXT (remplace le 7.16).....	178
C.4.6	Mise en ordre des tonalités (remplace le 7.7).....	178
C.4.7	Modulation (se rapporte au 7.11).....	179
C.4.8	Enveloppe spectrale d'émission aval de l'unité ATU-C (remplace le 7.14)...	179
C.5	Caractéristiques fonctionnelles de l'unité ATU-R (se rapporte au paragraphe 8).....	180
C.5.1	Mise en trame (se rapporte au 8.4).....	180
C.5.2	Table de bits duale et conversion de débit (remplace le 8.15).....	183
C.5.3	Table de bits FEXT (remplace le 8.16).....	185
C.5.4	Mise en ordre des tonalités (se rapporte au 8.7).....	185
C.5.5	Modulation (se rapporte au 8.11).....	186
C.5.6	Masque spectral d'émission amont de l'unité ATU-R (complète le 8.14).....	186
C.6	Exploitation et maintenance du canal EOC (se rapporte au paragraphe 9).....	186
C.6.1	Primitives liées à la ligne ADSL (complète le 9.3.1).....	186
C.6.2	Paramètres de tests (complète le 9.5).....	187

	Page
C.7	Initialisation 187
C.7.1	Initialisation au moyen d'une hypertrame (remplace le 10.1.5)..... 187
C.7.2	Prise de contact – Unité ATU-C (complète le 10.2)..... 190
C.7.3	Prise de contact – Unité ATU-R (complète le 10.3)..... 191
C.7.4	Conditionnement de l'émetteur-récepteur de l'unité ATU-C (complète le 10.4)..... 192
C.7.5	Conditionnement de l'émetteur-récepteur de l'unité ATU-R (complète le 10.5)..... 193
C.7.6	Analyse du canal (ATU-C) (complète le 10.6)..... 194
C.7.7	Analyse du canal (ATU-R) (complète le 10.7)..... 196
C.7.8	Signal R-SEGUE1 (complète le 10.7.1)..... 197
C.7.9	Echange – Unité ATU-C (complète le 10.8) 198
C.7.10	Echange – Unité ATU-R (complète le 10.9)..... 200
C.8	Adaptation et reconfiguration en ligne du canal AOC (se rapporte au paragraphe 11) 204
Annexe D – Diagrammes d'état des unités ATU-C et ATU-R 205	
D.1	Introduction..... 205
D.2	Définitions 205
D.3	Diagrammes d'état..... 207
Annexe E – Séparateurs entre la téléphonie classique et l'accès RNIS de base 212	
E.1	Type 1 – Europe..... 212
E.1.1	Adaptation d'impédance 212
E.1.2	Affaiblissement d'adaptation 213
E.1.3	Affaiblissement d'insertion 213
E.1.4	Distorsion d'affaiblissement d'insertion..... 213
E.1.5	Isolation 214
E.1.6	Puissance du signal..... 214
E.1.7	Sonnerie 214
E.1.8	Dissymétrie par rapport à la terre (§ 4.2.1 et § 4.2.2 de la Norme ETS 300.001)..... 214
E.1.9	Fréquences et niveaux des impulsions de taxation (§ 1.7.8 de la Norme ETS 300.001)..... 214
E.2	Type 2 – Amérique du Nord 214
E.2.1	Introduction..... 214
E.2.2	Caractéristiques en courant continu..... 218
E.2.3	Caractéristiques de la bande vocale..... 218
E.2.4	Essais dans la bande ADSL 225
E.2.5	Considérations physiques concernant les locaux utilisateur..... 227

	Page
E.3 Type 3 – Service ADSL au-dessus d'un service RNIS (Appendice I ou II de la Recommandation UIT-T G.961).....	227
E.4 Type 4 – Japon	228
E.4.1 Introduction.....	228
E.4.2 Caractéristiques en courant continu.....	228
E.4.3 Caractéristiques en courant alternatif	230
Annexe F – Classification et performances des unités ATU-x pour la Région A (Amérique du Nord).....	235
F.1 Définition de la classification	235
F.2 Prescriptions de performance.....	235
F.2.1 Perturbations dues à la diaphonie	236
F.2.2 Bruits impulsionnels	237
F.2.3 Service POTS	238
Annexe G – Classification et performances des unités ATU-x pour la Région B (Europe)....	239
G.1 Prescriptions de performances	239
Appendice I – Interface logique entre la couche ATM et la couche Physique.....	240
Appendice II – Adaptation dynamique de débit.....	242
II.1 Introduction.....	242
II.1.1 Principes généraux.....	243
II.2 Protocole et messages d'adaptation DRA	243
II.2.1 Principes de l'adaptation DRA.....	243
II.2.2 Messages de canal AOC pour l'adaptation DRA.....	244
II.3 Supervision	244
II.3.1 Message "demande de supervision DRA" [DRA_Monitor_Request].....	244
II.3.2 Message "réponse de supervision DRA" [DRA_Monitor_Reply]	245
II.4 Configuration	246
II.4.1 Message "demande de configuration DRA" [DRA_Configuration_Request].....	246
II.4.2 Message "réponse de configuration DRA" [DRA_Configuration_Reply]	247
II.5 Echange.....	247
II.5.1 Message "demande d'échange DRA" [DRA_Exchange_Request].....	247
II.5.2 Message "réponse d'échange DRA" [DRA_Exchange_Reply]	249
II.6 Basculement.....	249
II.6.1 Exemple	251
II.6.2 Message "demande de basculement DRA" [DRA_Swap_Request].....	251
II.6.3 Message "réponse de basculement DRA" [DRA_Swap_Reply]	252

	Page
II.7 Diagramme d'état de l'adaptation DRA.....	253
II.7.1 Conventions de la machine d'état	253
II.7.2 Machine d'état de l'unité ATU-R.....	253
II.7.3 Machine d'état de l'unité ATU-C.....	254
Appendice III – Compatibilité avec d'autres équipements dans les locaux du client.....	255
Appendice IV – Bibliographie	255

Recommandation G.992.1

ÉMETTEURS-RÉCEPTEURS DE LIGNE D'ABONNÉ NUMÉRIQUE ASYMÉTRIQUE

(Genève, 1999)

1 Domaine d'application

Se référer à la Recommandation G.995.1 (de caractère informatif) en ce qui concerne les relations de la présente Recommandation avec d'autres Recommandations de la série G.99x.

La présente Recommandation décrit l'interface entre le réseau de télécommunication et l'installation d'abonné du point de vue de leurs interactions et de leurs caractéristiques électriques. Les prescriptions de la présente Recommandation s'appliquent à une ligne d'abonné numérique asymétrique unique.

Une ligne ADSL fournit un certain nombre de canaux supports associés à d'autres services de l'une des manières suivantes:

- service ADSL associé sur une même paire à des services en bande vocale (englobant les services de téléphonie classique et de données en bande vocale). La ligne ADSL occupe une bande de fréquences située au dessus de la bande vocale, la séparation se faisant par filtrage;
- service ADSL associé sur une même paire à un service RNIS, tel qu'il est décrit dans les Appendices I et II de la Recommandation G.961. La ligne ADSL occupe une bande de fréquences située au dessus du service RNIS, la séparation se faisant par filtrage;
- service ADSL associé sur une même paire à des services en bande vocale (englobant les services de téléphonie classique et de données en bande vocale) et à un service RNIS sur une paire adjacente, tel qu'il est décrit dans l'Appendice III de la Recommandation G.961.

Dans la direction allant de l'opérateur réseau vers les locaux de l'utilisateur (c'est-à-dire, vers l'aval), les canaux supports peuvent être des canaux supports duplex à basse vitesse ou des canaux supports simplex à haute vitesse; seuls des canaux supports à basse vitesse sont fournis dans la direction inverse (c'est-à-dire vers l'amont).

Le système de transmission est conçu pour fonctionner sur des paires métalliques torsadées de qualités diverses. La présente Recommandation se base sur l'utilisation de lignes métalliques non pupinisées, mais des ponts de dérivation sont acceptables dans la plupart des situations usuelles.

D'une manière plus précise, la présente Recommandation:

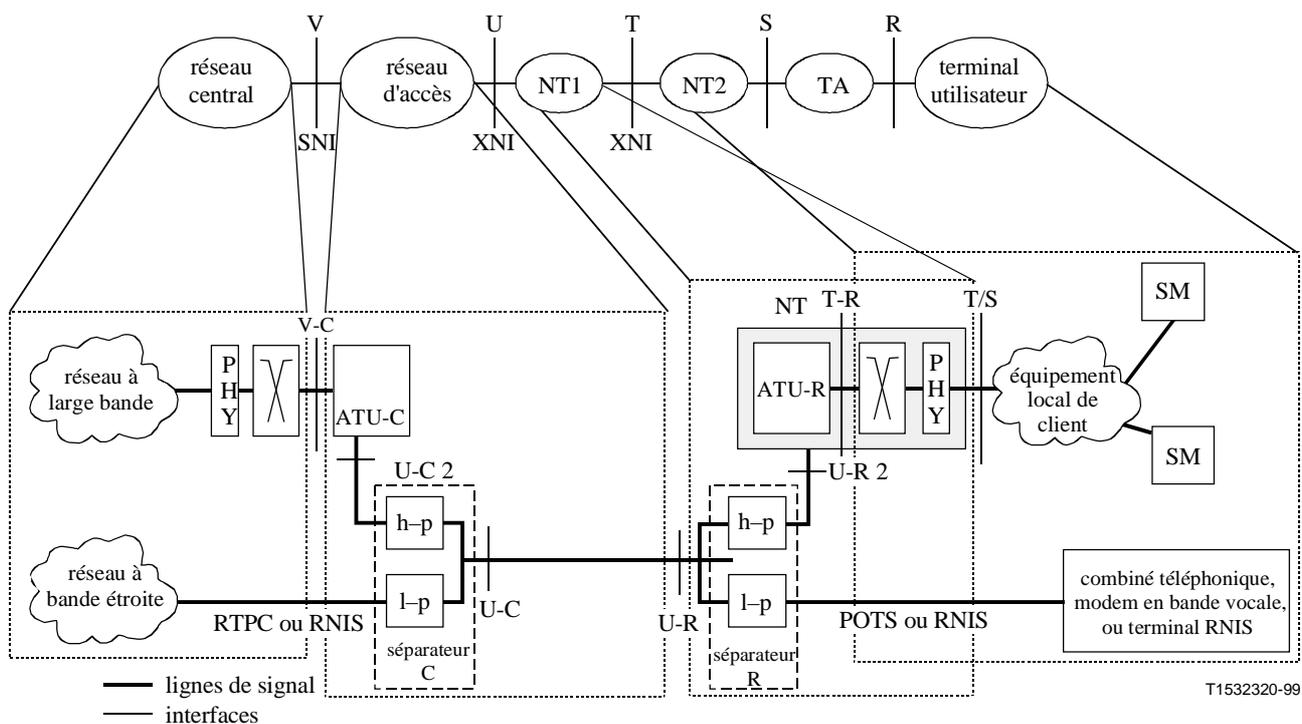
- définit la fourniture des combinaisons d'options et de portée pour les canaux supports simplex et duplex;
- définit le code de ligne et la composition spectrale des signaux transmis par les unités ATU-C et ATU-R;
- spécifie les signaux émis au niveau des unités ATU-C et ATU-R;
- décrit l'organisation en trames des données émises et reçues;
- définit les fonctions du canal d'opérations;
- définit les fonctions d'interface de l'unité ATU-R avec un ou plusieurs modules de service;
- définit la sous-couche de convergence de transmission pour le transport ATM.

Elle contient également les Annexes A, B et C qui:

- décrivent la technique de transmission utilisée pour la prise en charge du transport simultané, sur une paire torsadée unique, de services en bande vocale et de canaux supports simplex ou duplex;
- décrivent la technique de transmission utilisée pour la prise en charge du transport simultané, sur une paire torsadée unique, de services RNIS tels qu'ils sont définis dans les Appendices I et II de la Recommandation G.961 et de canaux supports simplex ou duplex;
- décrivent la technique de transmission utilisée pour la prise en charge du transport simultané, sur une paire torsadée unique, de services en bande vocale ainsi que de canaux supports simplex ou duplex en présence d'une diaphonie avec des services RNIS tels qu'ils sont définis dans l'Appendice III de la Recommandation G.961.

1.1 Modèle de référence système

Le modèle de référence système de la Figure 1-1 représente les blocs fonctionnels nécessaire à la fourniture du service ADSL.



NOTE 1 – La présente Recommandation fournit la définition complète des interfaces U-C et U-R. La définition des interfaces V-C et T-R est donnée uniquement sous la forme de fonctions logiques et non physiques. L'interface T/S n'est pas définie ici.

NOTE 2 – L'interface V-C peut se constituer d'une ou plusieurs interfaces vers un ou plusieurs systèmes de commutation (STM ou ATM).

NOTE 3 – L'implémentation des interfaces V-C et T-R est optionnelle lorsque les éléments d'interface sont incorporés dans une entité commune.

NOTE 4 – L'un ou l'autre des filtres passe-haut faisant partie des séparateurs peut être incorporé dans l'unité ATU-x; dans un tel cas, les interfaces U-C 2 et U-R 2 sont respectivement identiques aux interfaces U-C et U-R.

NOTE 5 – Une facilité de support numérique (par exemple, une extension SONET) peut être insérée au niveau de l'interface V-C.

NOTE 6 – Les signaux de transmission seront spécifiés de façon distincte au niveau des points de référence U-R et U-C en raison de l'asymétrie des signaux de ligne.

NOTE 7 – La nature de la distribution au niveau de l'installation du client et du réseau dans les équipements locaux du client appelle une étude ultérieure.

NOTE 8 – Il est possible de définir plus d'un type d'interface T-R; une terminaison réseau (NT) de ligne ADSL peut fournir plus d'un type d'interface T/S (par exemple, des types de fonctionnalités NT1 ou NT2).

NOTE 9 – Une future édition de la présente Recommandation peut traiter des problèmes de distribution dans l'installation du client et les prescriptions du réseau dans les locaux du client.

NOTE 10 – L'Annexe E fournit des spécifications pour les séparateurs.

Figure 1-1/G.992.1 – Modèle de référence système ADSL

1.2 Objectifs

La présente Recommandation définit l'ensemble minimal de prescriptions nécessaires pour une transmission simultanée satisfaisante, entre le réseau et l'interface client, de divers canaux simplex à haute vitesse et duplex à basse vitesse, ainsi que d'autres services tels que la téléphonie classique ou le RNIS. La présente Recommandation permet aux fournisseurs de réseau une utilisation plus large des cablages métalliques existants. La spécification porte sur toutes les caractéristiques de couche Physique en vue d'assurer la compatibilité entre les équipements au sein du réseau et les équipements distants. Les équipements peuvent implémenter des fonctions et procédures supplémentaires.

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.

- Recommandation UIT-T G.961 (1993), *Système de transmission numérique en lignes locales métalliques pour accès RNIS au débit de base.*
- Recommandation UIT-T G.994.1 (1999), *Procédures d'établissement de liaison pour les émetteurs-récepteurs de lignes d'abonné numérique (DSL).*
- Recommandation UIT-T G.996.1 (1999), *Procédures de test pour les émetteurs-récepteurs de ligne d'abonné numérique.*
- Recommandation UIT-T G.997.1 (1999), *Gestion de la couche Physique pour les émetteurs-récepteurs de lignes d'abonné numérique (DSL).*
- Recommandation UIT-T I.361 (1999), *Spécifications de la couche ATM du RNIS à large bande.*
- Recommandation UIT-T I.432.1 (1999), *Interface usager-réseau du RNIS-LB – Spécification de la couche Physique – Caractéristiques générales.*

Pour l'Annexe B

- ETSI TS 102 080 V1.3.1 (1998), *Transmission and Multiplexing (TM); Integrated Services Digital Network (ISDN) basic rate access; Digital transmission system on metallic local lines (Transmission et multiplexage (TM); Accès au débit de base pour le réseau numérique à intégration de services (RNIS); Transmission numérique sur lignes métalliques locales).*

Pour l'Annexe E

- Recommandation UIT-T G.117 (1996), *Dissymétrie par rapport à la terre du point de vue de la transmission.*
- Recommandation UIT-T Q.552 (1996), *Caractéristiques de transmission aux interfaces analogiques 2 fils d'un commutateur numérique.*
- ETSI ETS 300 001 ed.4 (1997), *Attachments to the Public Switched Telephone Network (PSTN); General technical requirements for equipment connected to an analogue subscriber interface in the PSTN (Raccordement au RTPC; Prescriptions techniques générales pour des équipements connectés à une interface d'abonné analogique dans le RTPC).*

3 Définitions

La présente Recommandation définit les termes suivants:

3.1 lignes ADSL: voir 5.1/G.997.1.

3.2 débit système supplémentaire ADSL: tout débit supplémentaire nécessaire pour la commande du système, englobant les octets de synchronisation CRC, EOC et AOC, les bits d'indicateurs fixes OAM et la correction FEC, c'est-à-dire la différence entre le débit de données total et le débit de données net.

3.3 débit de données agrégé: débit de données transmis par un système ADSL dans une direction, englobant le débit de données net et le débit supplémentaire utilisé par le système pour les octets EOC, AOC et CRC, les bits d'indicateur fixe pour les fonctions OAM, les octets de commande de synchronisation et une capacité de commande de synchronisation de canal support (c'est-à-dire $K_F + K_I$ multiplié par 32 kbit/s); ce débit ne tient pas compte de la redondance de codage Reed-Solomon.

- 3.4 anomalies:** une anomalie est une divergence entre les caractéristiques réelles et celles souhaitées pour une entité. Les caractéristiques souhaitées peuvent être exprimées sous la forme d'une spécification. L'anomalie peut affecter ou non la capacité fonctionnelle de l'entité. Les anomalies de performance sont définies au 9.3.1.1 (se référer à la Figure 9-4).
- 3.5 canal support:** flux de données utilisateur de débit spécifié, transporté de manière transparente par un système ADSL.
- 3.6 ponts de dérivation:** sections de câbles de paires torsadées connectées en parallèle sur le câble en question.
- 3.7 catégorie I:** catégorie de base d'émetteurs-récepteurs sans options d'amélioration de performance qui satisfont à un ensemble de base de prescriptions de performance.
- 3.8 catégorie II:** catégorie d'émetteurs-récepteurs avec options d'amélioration de performance qui satisfont à un ensemble étendu de prescriptions de performance.
- 3.9 mise en canal:** allocation du débit de données net à des canaux supports.
- 3.10 trame de données:** regroupement d'octets issus des itinéraires rapides et entrelacés sur la durée d'une seule période de symbole après addition des octets de contrôle FEC et entrelacement (au niveau du point de référence C de la Figure 7-5).
- 3.11 rapidité de données:** débit moyen net (après prise en compte du débit supplémentaire du symbole de synchronisation) auquel sont transmis les symboles qui véhiculent les données utilisateur (= 4 kBd).
- 3.12 dB_{rn}:** rapport (en décibels) d'un niveau de puissance par rapport à la puissance de référence d'1 pico-Watt (équivalent -90 dBm) (référence: Recommandation O.41 – Annexe A).
- 3.13 défauts:** interruption limitée des capacités fonctionnelles d'un item. Elle peut conduire ou non à des actions de maintenance en fonction des résultats d'une analyse supplémentaire. Des anomalies successives qui provoquent une diminution des capacités fonctionnelles d'un item sont considérées comme une défaillance (se référer à la Figure 9-4).
- 3.14 symbole DMT:** ensemble de valeurs complexes $\{Z_i\}$ constituant les entrées fréquentielles de la transformation de Fourier inverse directe (IDFT) (voir 7.11.2). Le symbole DMT est équivalent à l'ensemble des échantillons temporels à valeurs réelles $\{x_n\}$ obtenus à partir de l'ensemble $\{Z_i\}$ par l'application de la transformation IDFT.
- 3.15 flux vers l'aval:** transport de données dans la direction allant de l'unité ATU-C vers l'unité ATU-R.
- 3.16 latence duale:** transport simultané de canaux supports de données multiples dans l'une des directions avec allocation des données utilisateur aux itinéraires rapides et entrelacés, ce qui signifie que $\text{somme}(B_F) > 0$ et $\text{somme}(B_I) > 0$.
- 3.17 canal d'exploitation incorporé:** partie du débit système supplémentaire ADSL qui assure la communication entre les entités de gestion des unités ATU-C et ATU-R. Il englobe les modes correspondant au canal libre et à des états de message.
- 3.18 extrémité distante:** correspond, soit à la performance du signal du côté aval de la boucle, reçu à l'entrée de l'unité ATU-R et faisant l'objet d'un compte rendu vers l'amont au moyen d'indicateurs amont destinés à l'unité ATU-C (se référer à la Figure 9-4), soit à la performance du signal du côté amont de la boucle, reçu à l'entrée de l'unité ATU-C et faisant l'objet d'un compte rendu vers l'aval, au moyen d'indicateurs de débit supplémentaire destinés à l'unité ATU-R – ce cas est symétrique du précédent (se référer à la Figure 9-4).
- 3.19 trame de données de sortie FEC:** regroupement d'octets issus de l'itinéraire rapide ou entrelacé sur la durée d'une seule période de symbole après addition des octets de contrôle FEC et avant entrelacement (au niveau du point de référence B des Figures 7-8 et 7-9).

- 3.20 bits indicateurs:** bits incorporés dans les octets de synchronisation, utilisés à des fins d'exploitation et de maintenance.
- 3.21 bobines de charge; bobines de Pupin:** inductances placées en série sur le câble à des intervalles réguliers afin d'améliorer la courbe de réponse dans la bande vocale; les bobines de Pupin sont supprimées en cas d'utilisation de la ligne pour un abonné numérique.
- 3.22 trame de données multiplex:** regroupement d'octets issus de l'itinéraire rapide ou entrelacé sur la durée d'une seule période de symbole avant addition des octets de contrôle FEC et avant entrelacement (au niveau du point de référence A des Figures 7-8 et 7-9).
- 3.23 extrémité proche:** concerne la performance du signal reçu du côté de la boucle au niveau de l'entrée de l'unité ATU (se référer à la Figure 9-4).
- 3.24 débit de données net:** débit disponible pour les données utilisateur dans une direction; dans le cas de le sens aval, il s'agit de la somme des débits nets des données simplex et duplex.
- 3.25 référence de rythme du réseau:** marqueur de rythme de 8 kHz servant à assurer la répartition d'une référence de temporisation sur le réseau.
- 3.26 primitives:** mesures de performance de base, obtenues généralement à partir des codes de ligne de signal numérique et des formats de trame, ou figurant dans le compte rendu fourni par l'extrémité distante dans les indicateurs de débit supplémentaire. Les primitives sont classées en catégories d'événements, d'anomalies et de défauts. Les primitives peuvent également correspondre à des mesures de base d'autres valeurs (par exemple, de courant continu ou d'énergie de batterie) obtenues en général à partir d'indicateurs d'équipement (se référer à la Figure 9-4).
- 3.27 sous-porteuse:** valeur complexe d'une entrée Z_i particulière de la transformation IDFT (voir 7.11.2).
- 3.28 phase active:** état atteint par l'unité ATU-C ou ATU-R une fois que tous les processus d'initialisation et de conditionnement se sont achevés et qui correspond à la transmission de données utilisateur.
- 3.29 latence unique:** transport simultané de canaux supports de données dans l'une des directions avec allocation des données utilisateur, soit aux itinéraires rapides, soit aux itinéraires entrelacés, correspondant à l'une ou l'autre des conditions $\text{somme}(B_F) > 0$ ou $\text{somme}(B_I) > 0$.
- 3.30 séparateur:** filtre séparant les signaux à haute fréquence (ADSL) des signaux en bande vocale [souvent appelés "séparateurs POTS", même si les signaux en bande vocale peuvent véhiculer d'autres services que la téléphonie classique (POTS)].
- 3.31 supertrame:** regroupement de 68 symboles de données et d'un symbole de synchronisation dans un intervalle de temps total de 17 ms (se référer à la Figure 7-5).
- 3.32 rapidité:** débit auquel sont émis les symboles, y compris le symbole de synchronisation [$(69/68) \times 4,0 = 4,0588$ kBd]; à ne pas confondre avec la rapidité de données.
- 3.33 octet "sync":** octet d'en-tête présent au début de chaque trame de données multiplex (appelé octet "rapide" pour l'itinéraire rapide et octet "sync" pour l'itinéraire entrelacé).
- 3.34 trame de synchronisation:** trame de contenu fixé émise dans le symbole de rang 69 d'une supertrame (appelé "symbole de synchronisation" dans la Figure 7-5).
- 3.35 seuils:** voir l'article 8/G.997.1.
- 3.36 alerte de transgression de seuil:** se référer à la Recommandation G.997.1.
- 3.37 débit de données total:** somme du débit de données agrégé et du débit supplémentaire de correction FEC.
- 3.38 amont:** transport de données dans la direction de l'unité ATU-R vers l'unité ATU-C.

3.39 bande vocale: bande de 0 à 4 kHz; il s'agit d'une extension de la bande usuelle de 0,3 à 3,4 kHz permettant de traiter des services de données en bande vocale plus étendus que la téléphonie classique.

3.40 services en bande vocale: téléphonie classique et tous services de données utilisant tout ou partie de la bande vocale.

4 Abréviations

La présente Recommandation utilise les abréviations suivantes:

ADSL	ligne d'abonné numérique asymétrique (<i>asymmetric digital subscriber line</i>)
AEX	octets d'extension A(S): octet inséré dans la structure de trame ADSL émise qui fournit une capacité de synchronisation partagée entre plusieurs canaux supports ASx [<i>A(s) extension byte</i>]
AFE	frontal analogique (<i>analogue front end</i>)
AGC	commande automatique de gain (<i>automatic gain control</i>)
A/N	convertisseur analogique/numérique
AOC	commande d'en-tête ADSL (<i>ADSL overhead control</i>)
AS0 à AS3	désignation de canal support simplex vers l'aval
ASx	un des canaux supports simplex AS0 à AS3
ATM	mode de transfert asynchrone (<i>asynchronous transfer mode</i>)
ATU	unité d'émission-réception ADSL (<i>ADSL transceiver unit</i>)
ATU-C	unité ATU du centre de commutation (c'est-à-dire, de l'opérateur réseau)
ATU-R	unité ATU de l'extrémité distante (c'est-à-dire des locaux du client) (<i>ATU at the remote terminal end</i>)
ATU-x	unité ATU-C ou ATU-R
BER	taux d'erreurs sur les bits (<i>bit error rate</i>)
B_F	nombre d'octets alloués par trame dans un flux de données pour le tampon rapide (c'est-à-dire, non entrelacé)
B_I	nombre d'octets alloués par trame dans un flux de données pour le tampon entrelacé
B_i	nombre de bits assignés à la sous-porteuse d'indice i
BRA	accès au débit de base (<i>basic rate access</i>)
C-B&G	informations sur les bits et sur les gains au centre de commutation (<i>central office bits and gains information</i>)
CC	centre de commutation
CI	installation du client (<i>customer installation</i>)
CLP	priorité de perte de cellules (<i>cell loss priority</i>)
CP	locaux du client (<i>customer premises</i>)
CRC	contrôle de redondance cyclique
CRC-8f	contrôle CRC-8 pour les données rapides (<i>CRC-8-fast data</i>)
CRC-8i	contrôle CRC-8 pour les données entrelacées (<i>CRC-8-interleaved data</i>)

CSA	zone de service d'un opérateur (<i>carrier serving area</i>)
DB	table de bits duale (Annexe C) (<i>dual bitmap</i>)
DF	trame de données (<i>data frame</i>)
DMT	multitonalités discrètes (<i>discrete multitone</i>)
DSL	ligne d'abonné numérique (<i>digital subscriber line</i>)
EC	annulation d'écho (<i>echo cancelling</i>)
EOC	canal d'exploitation incorporé (entre les unités ATU-C et ATU-R) (<i>embedded operations channel</i>)
ERL	affaiblissement d'écho en retour (<i>echo return loss</i>)
ES	seconde erronée (<i>errored second</i>)
FDM	multiplexage fréquentiel (<i>frequency-division multiplexing</i>)
FEBE	erreur de bloc à l'extrémité distante; indication d'erreur distante (<i>far-end block error</i>)
FEBE-F	indication binaire de comptage d'erreurs de bloc de l'extrémité distante pour les données rapides (<i>FEBE-fast data</i>)
FEBE-I	indication binaire de comptage d'erreurs de bloc de l'extrémité distante pour les données entrelacées (<i>FEBE-interleaved data</i>)
FEC	correction d'erreur directe (<i>forward error correction</i>)
FECC-F	indication binaire de comptage de corrections d'erreurs directes pour les données rapides (<i>FECC-fast data</i>)
FECC-I	indication binaire de comptage de corrections d'erreurs directes pour les données entrelacées (<i>FECC-interleaved data</i>)
FEXT	télédiaphonie (<i>far-end crosstalk</i>)
FFEC	correction d'erreur directe à l'extrémité distante (<i>far-end forward error correction</i>)
FHEC	contrôle d'erreur d'en-tête à l'extrémité distante (<i>far-end header error check</i>)
FLCD	perte de cadrage de cellule à l'extrémité distante (<i>far-end loss of cell delineation</i>)
FNCD	absence de cadrage de cellule à l'extrémité distante (<i>far-end no cell delineation</i>)
FOCD	décadrage de cellule à l'extrémité distante (<i>far-end out of cell delineation</i>)
GF	champ de Galois (<i>Galois field</i>)
GNTPDN	baisse de puissance autorisée (<i>grant power down</i>)
HDSL	ligne d'abonné numérique à haut débit (<i>high bit rate digital subscriber line</i>)
HEC	contrôle d'erreur d'en-tête (<i>header error control</i>)
HPF	filtre passe-haut (<i>high pass filter</i>)
IB	bit indicateur (<i>indicator bit</i>)
ib0-23	bits indicateurs
ID code	code d'identification du fournisseur
IDFT	transformée de Fourier discrète inverse (<i>inverse discrete Fourier transform</i>)
K_F	nombre d'octets dans une trame de données multiplex rapide aval (ou amont) (<i>fast</i>)

K_I	nombre d'octets dans une trame de données multiplex entrelacée aval (ou amont) (<i>interleaved</i>)
LCD	perte de cadrage de cellule (<i>loss of cell delineation</i>)
LEX	octet d'extension L(S): octet inséré dans la structure de trame ADSL émise, qui fournit une capacité de synchronisation partagée entre canaux supports LSx et ASx
LOF	défaut de perte de trame (<i>loss of frame defect</i>)
LOS	défaut de perte de signal (<i>loss-of-signal defect</i>)
LPR	défaut de perte d'alimentation (<i>loss-of-power defect</i>)
LS0-2	désignations de canal support duplex
LSB	bit le moins significatif (<i>least significant bit</i>)
LSx	un quelconque des canaux supports duplex LS0 à LS0-2
LTR	référence temporelle locale (<i>local timing reference</i>)
MC	indication de compte maximal (<i>maximum count indication</i>)
MSB	bit le plus significatif (<i>most significant bit</i>)
MTPR	rapport de puissance de tonalité multiple (<i>multitone power ratio</i>)
N/A	convertisseur numérique/analogique
NCD	absence de cadrage de cellule (<i>no cell delineation</i>)
NEXT	paradiaphonie (<i>near-end crosstalk</i>)
N_F	nombre d'octets dans une trame de données FEC en sortie rapide vers l'aval (ou vers l'amont)
N_I	nombre d'octets dans une trame de données FEC en sortie entrelacée vers l'aval (ou vers l'amont)
NI	interface réseau (<i>network interface</i>)
NID	équipement d'interface réseau (<i>network interface device</i>)
NMS	système de gestion de réseau (<i>network management system</i>)
n_{PCB}	index de réduction de puissance (voir 10.4.5.1) (<i>power cut-back index</i>)
NT	terminaison de réseau (<i>network termination</i>)
NTR	référence temporelle réseau: référence à 8 kHz destinée à être émise vers l'aval (<i>network timing reference</i>)
OAM	exploitation, administration et maintenance (<i>operations, administration and maintenance</i>)
OCD	décadrage de cellule (<i>out of cell delineation</i>)
OSS	système logistique (<i>operations support system</i>)
PHY	couche Physique
PMD/TC	couche dépendant du milieu physique/couche de conversion de transmission (<i>physical media dependent/transmission conversion</i>)
POTS	service téléphonique ordinaire: un des services utilisant la bande vocale; utilisé parfois pour décrire tous les services en bande vocale (<i>plain old telephone service</i>)
ppm	millionièmes (<i>parts per million</i>)

PRBS	séquence binaire pseudo-aléatoire (<i>pseudo-random bit sequence</i>)
PRD	séquence pseudo-aléatoire aval (<i>pseudo-random downstream sequence</i>)
PRU	séquence pseudo-aléatoire amont (<i>pseudo-random upstream sequence</i>)
PSD	densité spectrale de puissance (<i>power spectral density</i>)
QAM	modulation d'amplitude en quadrature (<i>quadrature amplitude modulation</i>)
R-B&G	informations sur les bits et les gains à l'extrémité distante (<i>remote end bits and gains information</i>)
RDI	indication de défaut distant (<i>remote defect indication</i>)
REJPDN	rejet de baisse de puissance (<i>reject power down</i>)
REQPDN	demande de baisse de puissance (<i>request power down</i>)
rfi	indication de défaillance distante (<i>remote failure indication</i>)
R_F	nombre d'octets de redondance FEC vers l'aval (ou vers l'amont) – pour un tampon rapide (<i>fast buffer</i>)
R_I	nombre d'octets de redondance FEC vers l'aval (ou vers l'amont) – pour un tampon entrelacé (<i>interleaved buffer</i>)
rms	écart quadratique moyen (<i>root mean square</i>)
RNIS	réseau numérique à intégration de services
RRSI	paramètres de configuration pour le mode FEC et l'entrelacement
RS	Reed-Solomon
RT	terminal distant (<i>remote terminal</i>)
RTGC	réseau téléphonique général commuté
RTPC	réseau téléphonique public commuté
SB	octet de synchronisation (<i>sync byte</i>)
sc0-7	bits de commande de synchronisation (<i>synchronization control bit</i>)
SEF	trame sévèrement erronée (<i>severely errored frame</i>)
SM	module de service (<i>service module</i>)
SNR	rapport signal sur bruit (<i>signal-to-noise ratio</i>)
SONET	réseau optique synchrone (<i>synchronous optical network</i>)
SPF	supertrame (<i>superframe</i>)
SRL	affaiblissement d'adaptation de sifflement (<i>singing return loss</i>)
STM	mode de transfert synchrone (<i>synchronous transfer mode</i>)
SWB	tampon de fenêtre glissante (Annexe C) (<i>sliding window buffer</i>)
TC	(sous-couche de) convergence de transmission (<i>transmission convergence</i>)
TCM	multiplexage par compression temporelle (<i>time compression multiplex</i>)
T-R	interface entre une unité ATU-R et la couche de commutation (ATM ou STM)
T/S	interface entre une terminaison réseau ADSL et une installation client ou un réseau d'origine
TTR	référence d'horloge de liaison RNIS-TCM (Annexe C) (<i>TCM-ISDN timing reference</i>)

Tx	émetteur (<i>transmitter</i>)
U-C	interface de boucle – au niveau de l'extrémité du centre de commutation
U-R	interface de boucle – au niveau de l'extrémité du terminal distant (<i>remote terminal end</i>)
UTC	conformité impossible (<i>unable to comply</i>)
V-C	interface logique entre une unité ATU-C et un élément réseau numérique, par exemple un ou plusieurs systèmes de commutateur
ZHP	impédance de filtre passe-haut (<i>impedance high-pass filter</i>)
4-QAM	modulation d'amplitude quadratique à quatre points (c'est-à-dire, avec deux bits par symbole)
⊕	ou exclusif, addition modulo 2

5 Modèles de référence

Les Figures 5-1 à 5-4 ne fournissent pas de prescriptions ou de suggestions pour la réalisation d'un émetteur DMT. Il s'agit plutôt de modèles qui permettent une description précise et concise de la forme des signaux DMT. L'entrée Z_i représente, dans ces figures, la sous-porteuse DMT de rang i (définie dans le domaine des fréquences) et la sortie x_n représente l'échantillon de rang n du résultat de la transformation IDFT (défini dans le domaine des temps). Le convertisseur N/A et les blocs de traitement analogique des Figures 5-1 à 5-4 réalisent la synthèse de la forme d'onde d'une tension continue transmise qui correspond aux échantillons d'entrée numériques discrets. Des prescriptions plus précises pour ce bloc analogique résultent indirectement du caractère linéaire du signal analogique émis et des spécifications de densité de puissance spectrale fournies par les 7.13 et 7.14. L'utilisation de ces figures comme modèle de référence de l'émetteur permet de décrire toutes les formes d'onde de signal d'initialisation sous la forme d'une succession $\{Z_i\}$ de symboles DMT nécessaires à la production de ce signal. Les tolérances de caractéristiques pour les divers blocs de conversion numérique/analogique et de traitement analogique conduiront à la génération des formes d'onde légèrement différentes pour les signaux de tension continue correspondant à un même signal d'initialisation. Un émetteur conforme générera toutefois des signaux d'initialisation dont les séquences de porteuse DMT sous-jacentes correspondront exactement aux descriptions de signal des 10.4 à 10.9.

5.1 Modèles de référence de l'émetteur ATU-C

Les modes ATM et STM sont des options de l'application. Les unités ATU-C et ATU-R peuvent être configurées pour le transport binaire synchrone en mode STM ou pour le transport de cellules ATM. Les configurations hybrides (c'est-à-dire, dans lesquelles des applications utilisent le mode ATM et d'autres simultanément le mode STM) sont en dehors du domaine d'application de la présente Recommandation.

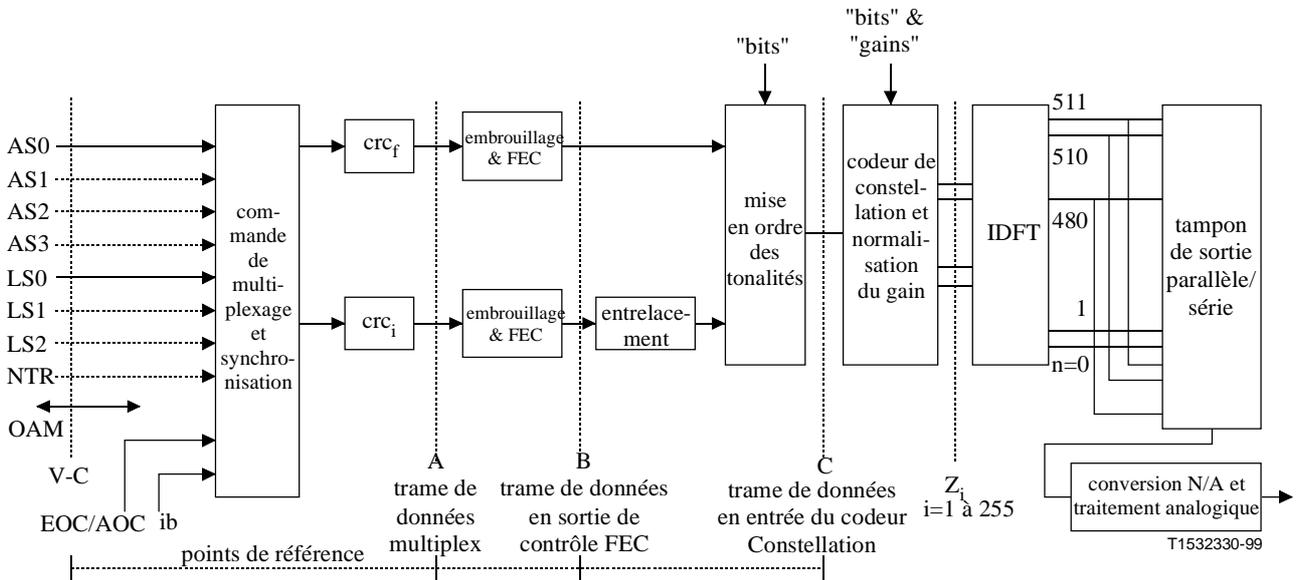
Si l'interface U-C est basée sur le mode binaire synchrone STM (c'est-à-dire, si les cellules ATM ne sont pas utilisées sur l'interface U-C), l'unité ATU-C est alors utilisée pour le transport en mode STM conformément aux prescriptions des 5.1.1, 6.1 et 7.1. Si l'interface U-C est basée sur des cellules ATM, l'unité ATU-C est alors configurée pour le transport ATM conformément aux prescriptions des 5.1.2, 6.2 et 7.2.

Si l'interface U-R est basée sur le mode binaire synchrone STM (c'est-à-dire, si les cellules ATM ne sont pas utilisées sur l'interface U-R), l'unité ATU-R est alors utilisée pour le transport en mode STM conformément aux prescriptions des 5.2.1, 6.1 et 8.1. Si l'interface U-R est basée sur ses cellules ATM (c'est-à-dire si les cellules ATM ne sont pas utilisées sur l'interface U-R), l'unité

ATU-R est alors configurée pour le transport ATM conformément aux prescriptions des 5.2.2, 6.2 et 8.2.

5.1.1 Modèle de référence de l'émetteur ATU-C pour le transport STM

La Figure 5-1 présente le schéma d'ensemble de l'unité émettrice-réceptrice ADSL pour un centre de commutation (ATU-C); elle indique les blocs fonctionnels et les interfaces qui font l'objet d'une référence dans la présente Recommandation pour le transport vers l'amont de données STM.



NOTE – Les lignes pleines et en pointillé indiquent respectivement des capacités obligatoires et optionnelles. Cette figure ne traite pas complètement ce point, voir paragraphes 6 et 7 pour plus de détails.

Figure 5-1/G.992.1 – Modèle de référence de l'émetteur ATU-C pour le transport STM

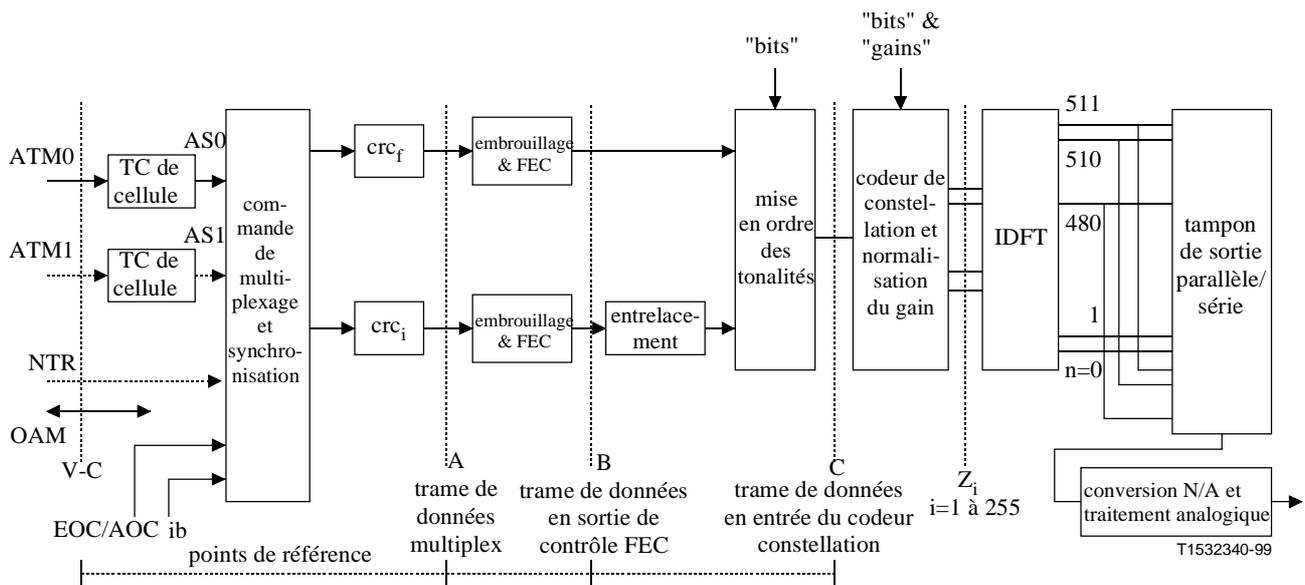
La prise en charge du mode STM est optionnelle; les prescriptions suivantes seront toutefois respectées si ce mode est fourni:

- le transport STM de base utilise le mode binaire en série;
- le mode de trame utilisé détermine si les frontières d'octets éventuellement présentes au niveau de l'interface V-C seront préservées;
- les octets de données sont transmis avec le bit MSB en tête à l'extérieur des interfaces série ASx/LSx. Tout traitement sériel de la trame ADSL (contrôle CRC, embrouillage, etc.) s'effectuera toutefois avec le bit LSB en tête, le bit MSB du monde extérieur étant considéré par le système ADSL comme bit LSB. Il en résulte que le premier bit entrant (bit MSB du monde extérieur) sera le premier bit traité dans le domaine du système ADSL (bit LSB du système ADSL);
- l'équipement ADSL prendra au minimum en charge les canaux supports AS0 et LS0 vers l'aval tels qu'ils sont définis au 6.1. La prise en charge d'autres canaux supports est optionnelle;
- la figure représente deux itinéraires entre la commande de multiplexage et de synchronisation et la mise en ordre des tonalités; l'itinéraire "rapide" fournit une latence faible alors que l'itinéraire "entrelacé" fournit un taux d'erreurs très faible et une latence plus importante. Le sous-paragraphe 7.4 définit l'allocation des données utilisateur entre ces deux itinéraires au niveau de l'interface V-C. Un système ADSL qui prend en charge le mode STM sera en mesure de fonctionner dans un mode avec latence duale dans le sens

amont, avec allocation des données utilisateur aux deux itinéraires, ainsi que dans un mode avec latence unique dans les directions aval et amont, avec allocation des données utilisateur à l'un des itinéraires (c'est-à-dire, rapide ou entrelacé). Un système ADSL qui prend en charge le transport STM peut être en mesure de fonctionner dans un mode optionnel avec latence duale dans le sens amont, avec allocation des données utilisateur aux deux itinéraires (c'est-à-dire, rapide et entrelacé).

5.1.2 Modèle de référence de l'émetteur ATU-C pour le transport ATM

La Figure 5-2 présente le schéma d'ensemble de l'unité émettrice-réceptrice ADSL pour un centre de commutation (ATU-C); elle indique les blocs fonctionnels et les interfaces qui font l'objet d'une référence dans la présente Recommandation pour le transport vers l'amont de données ATM.



NOTE – Les lignes pleines et en pointillé indiquent respectivement des capacités obligatoires et optionnelles. Cette figure ne traite pas complètement ce point, voir paragraphes 6 et 7 pour plus de détails.

Figure 5-2/G.992.1 – Modèle de référence de l'émetteur ATU-C pour le transport ATM

La prise en charge du mode ATM est optionnelle; les prescriptions suivantes seront toutefois respectées si ce mode est fourni:

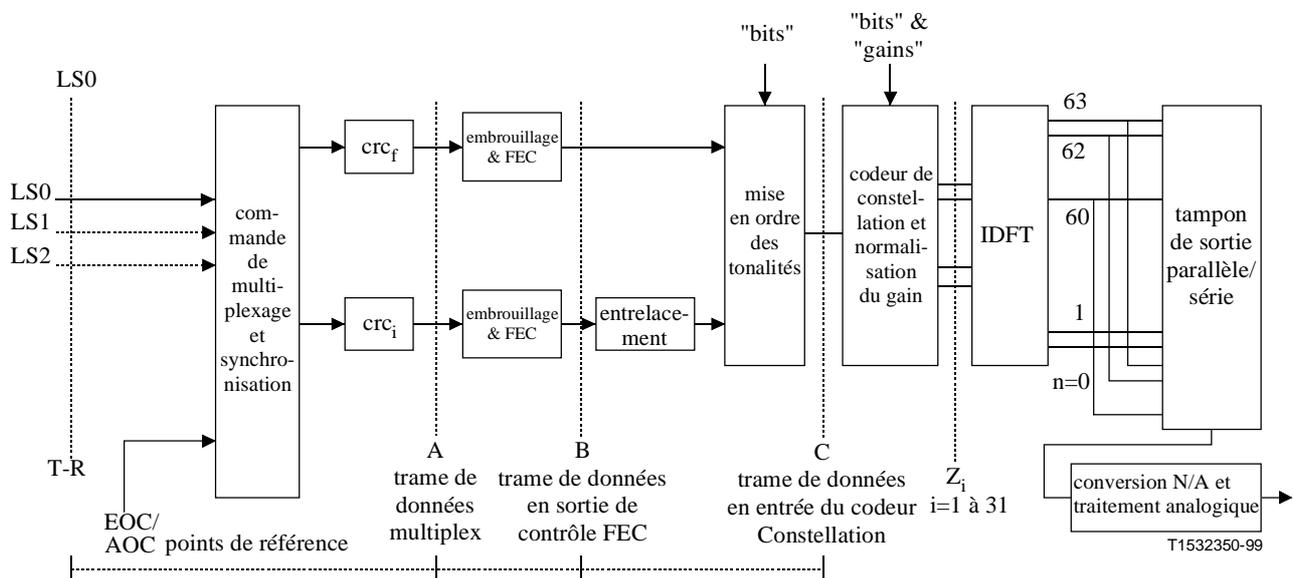
- les frontières d'octet au niveau de l'interface V-C seront préservées dans la trame de données ADSL;
- les octets de données sont transmis avec le bit MSB en tête à l'extérieur des interfaces série ASx/LSx. Tout traitement sériel de la trame ADSL (contrôle CRC, embrouillage, etc.) s'effectuera toutefois avec le bit LSB en tête, le bit MSB du monde extérieur étant considéré par le système ADSL comme bit LSB. Il en résulte que le premier bit entrant (bit MSB du monde extérieur) sera le premier bit traité dans le domaine du système ADSL (bit LSB du système ADSL) et le bit CLP de l'en-tête de cellule ATM sera véhiculé dans le bit MSB de l'octet de trame ADSL (c'est-à-dire, traité en dernier);
- l'équipement ADSL prendra au minimum en charge le canal support AS0 vers l'aval tel qu'il est défini au 6.2. La prise en charge d'autres canaux supports est optionnelle;
- la figure représente deux itinéraires entre la commande de multiplexage et de synchronisation et la mise en ordre des tonalités; l'itinéraire "rapide" fournit une latence

faible alors que l'itinéraire entrelacé fournit un taux d'erreurs très faible et une latence plus importante. Le paragraphe 7 définit l'allocation des données utilisateur entre ces deux itinéraires au niveau de l'interface V-C. Un système ADSL qui prend en charge le mode ATM sera en mesure de fonctionner dans un mode avec latence unique dans les directions aval et amont, avec allocation des données utilisateur à l'un des itinéraires (rapide ou entrelacé). Un système ADSL qui prend en charge le transport ATM peut être en mesure de fonctionner dans un mode optionnel avec latence duale, avec allocation des données utilisateur aux deux itinéraires (rapide et entrelacé).

5.2 Modèles de référence de l'émetteur ATU-R

5.2.1 Modèle de référence de l'émetteur ATU-R pour le transport STM

La Figure 5-3 donne le schéma d'ensemble de l'unité émettrice ATU-R; elle indique les blocs fonctionnels et les interfaces qui font l'objet d'une référence dans la présente Recommandation pour le transport vers l'amont de données STM.



NOTE – Les lignes pleines et en pointillé indiquent respectivement des capacités obligatoires et optionnelles. Cette figure ne traite pas complètement ce point, voir paragraphes 6 et 8 pour plus de détails.

Figure 5-3/G.992.1 – Modèle de référence de l'émetteur ATU-R pour le transport STM

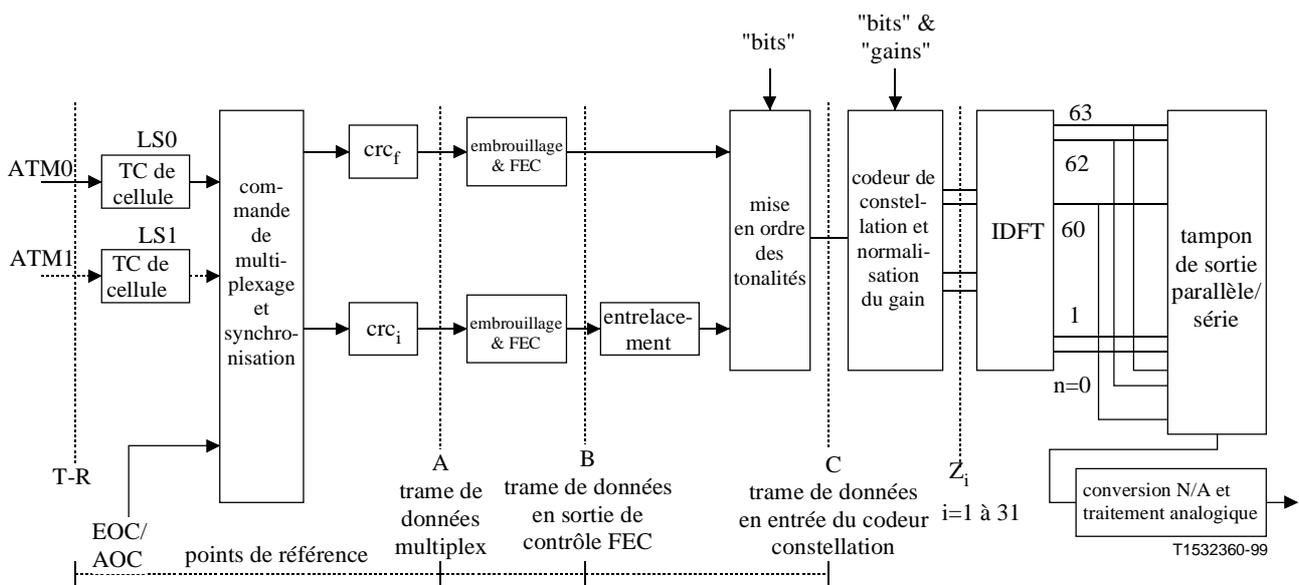
La prise en charge du mode STM est optionnelle; les prescriptions suivantes seront toutefois respectées si ce mode est fourni:

- le transport STM de base utilise le mode binaire en série;
- le mode de trame utilisé détermine si les frontières d'octets éventuellement présentes au niveau de l'interface T-R seront préservées;
- les octets de données sont transmis avec le bit MSB en tête à l'extérieur des interfaces série. Tout traitement sériel de la trame ADSL (contrôle CRC, embrouillage, etc.) s'effectuera toutefois avec le bit LSB en tête, le bit MSB du monde extérieur étant considéré par le système ADSL comme bit LSB. Il en résulte que le premier bit entrant (bit MSB du monde extérieur) sera le premier bit traité dans le domaine du système ADSL (bit LSB du système ADSL);

- l'équipement ADSL prendra au minimum en charge le canal support LS0 vers l'amont tel qu'il est défini au 6.1. La prise en charge d'autres canaux supports est optionnelle;
- la figure représente deux itinéraires entre la commande de multiplexage et de synchronisation et la mise en ordre des tonalités; l'itinéraire "rapide" fournit une latence faible alors que l'itinéraire entrelacé fournit un taux d'erreurs très faible et une latence plus importante. Le sous-paragraphe 8.4 définit l'allocation des données utilisateur entre ces deux itinéraires au niveau de l'interface T-R. Un système ADSL qui prend en charge le mode STM sera en mesure de fonctionner dans un mode avec latence duale dans le sens aval, avec allocation des données utilisateur aux deux itinéraires, ainsi que dans un mode avec latence unique dans les directions aval et amont, avec allocation des données utilisateur à l'un des itinéraires (c'est-à-dire, rapide ou entrelacé). Un système ADSL qui prend en charge le transport STM peut être en mesure de fonctionner dans un mode optionnel avec latence duale dans le sens aval, avec allocation des données utilisateur aux deux itinéraires (c'est-à-dire, rapide et entrelacé).

5.2.2 Modèle de référence de l'émetteur ATU-R pour le transport ATM

La Figure 5-4 donne le schéma d'ensemble de l'unité émettrice ATU-R; elle indique les blocs fonctionnels et les interfaces qui font l'objet d'une référence dans la présente Recommandation pour le transport vers l'amont de données ATM.



NOTE – Les lignes pleines et en pointillé indiquent respectivement des capacités obligatoires et optionnelles. Cette figure ne traite pas complètement ce point, voir paragraphes 6 et 8 pour plus de détails.

Figure 5-4/G.992.1 – Modèle de référence de l'émetteur ATU-R pour le transport ATM

La prise en charge du mode ATM est optionnelle; les prescriptions suivantes seront toutefois respectées si ce mode est fourni:

- les frontières d'octet au niveau de l'interface T-R seront préservées dans la trame de données ADSL;
- les octets de données sont transmis avec le bit MSB en tête à l'extérieur des interfaces série LSx, conformément aux Recommandations I.361 et I.432.1. Tout traitement sériel de la trame ADSL (contrôle CRC, embrouillage, etc.) s'effectuera toutefois avec le bit LSB en tête, le bit MSB du monde extérieur étant considéré par le système ADSL comme bit LSB. Il en résulte que le premier bit entrant (bit MSB du monde extérieur) sera le premier bit traité

dans le domaine du système ADSL (bit LSB du système ADSL) et le bit CLP de l'en-tête de cellule ATM sera véhiculé dans le bit MSB de l'octet de trame ADSL (c'est-à-dire, traité en dernier);

- l'équipement ADSL prendra au minimum en charge le canal support LS0 vers l'amont tel qu'il est défini au 6.2. La prise en charge d'autres canaux supports est optionnelle;
- la figure représente deux itinéraires entre la commande de multiplexage et de synchronisation et la mise en ordre des tonalités; l'itinéraire "rapide" fournit une latence faible alors que l'itinéraire entrelacé fournit un taux d'erreurs très faible et une latence plus importante. Le sous-paragraphe 8.4 définit l'allocation des données utilisateur entre ces deux itinéraires au niveau de l'interface T-R. Un système ADSL qui prend en charge le mode de transport ATM sera en mesure de fonctionner dans un mode avec latence unique avec allocation des données utilisateur à l'un des itinéraires (c'est-à-dire, rapide ou entrelacé). Un système ADSL qui prend en charge le transport ATM peut être en mesure de fonctionner dans un mode optionnel avec latence duale dans le sens aval, avec allocation des données utilisateur aux deux itinéraires (c'est-à-dire, rapide et entrelacé).

5.3 Modèle temporel de l'émetteur ATU-C/R (uniquement Annexe C)

Voir sous-paragraphe C.3.3 pour l'Annexe C.

6 Capacité de transport

Un système ADSL peut véhiculer simultanément jusqu'à sept flux de données utilisateur sur les sept canaux supports suivants:

- jusqu'à quatre supports simplex vers l'aval [unidirectionnel de l'opérateur réseau (c'est-à-dire, l'interface V-C) vers l'installation client (c'est-à-dire, l'interface T-R)];
- jusqu'à trois supports duplex (bidirectionnels entre l'opérateur réseau et l'installation client).

Les trois supports duplex peuvent être configurés, en variante, sous la forme de supports simplex unidirectionnels indépendants dont les débits dans les deux directions (opérateur réseau vers installation client et réciproquement) ne sont pas nécessairement identiques.

Tous les débits de données des canaux supports seront programmables avec des valeurs entières multiples de 32 kbit/s. Le format de multiplexage de données ADSL offre une flexibilité suffisante pour fournir d'autres débits de transport de données, correspondant par exemple à la réalisation de canaux sur la base d'un support à 1,544 Mbit/s existant, mais la prise en charge de ces débits de données (non multiples de 32 kbit/s) sera limitée par la capacité de synchronisation disponible pour le système ADSL (voir les Notes 1 et 2).

La capacité maximale nette du débit de données pour le transport sur un système ADSL dépendra des caractéristiques de la boucle sur laquelle le système est mis place et de certaines options de configuration qui affectent le débit supplémentaire (se référer à la Note 3). Les débits de données ADSL du canal support seront configurés lors des procédures d'initialisation et de conditionnement.

La capacité de transport intrinsèque d'un système ADSL est définie uniquement comme étant égale à celle des canaux supports. Toutefois, lorsqu'un système ADSL est installé sur une ligne qui véhicule également des signaux de téléphonie classique ou RNIS, la capacité totale est égale à la somme de la capacité de téléphonie classique ou RNIS et de la capacité ADSL.

Le transport de données en mode synchrone (STM, *synchronous transfer mode*) et en mode asynchrone (ATM, *asynchronous transfer mode*) sont examinés de manière distincte. Une unité ATU-x sera configurée pour la prise en charge de l'un ou l'autre des modes de transmission. La prise en charge du mode STM sera conforme aux prescriptions des 6.1 et 7.1 (unité ATU-C) ou du 8.1 (ATU-R). La prise en charge du mode ATM sera conforme aux prescriptions des 6.2 et 7.2 (unité ATU-C) ou du 8.2 (ATU-R). Des canaux supports configurés pour le transport de données STM

peuvent également être configurés pour véhiculer des données ATM. Un équipement ADSL peut prendre en charge simultanément les transports ATM et STM mais ce point est en dehors du domaine d'application de la présente Recommandation.

Une unité ATU-x qui prend en charge un canal support particulier fournira la prise en charge des itinéraires rapides et entrelacés.

Un système ADSL peut transporter en outre une référence d'horloge réseau (NTR, *network timing reference*). Le sous-paragraphe 7.2.4 spécifie la réalisation de ce transport.

NOTE 1 – Certaines parties du débit système supplémentaire ADSL sont partagées entre les canaux supports à des fins de synchronisation. Le restant du débit de données de chaque canal qui dépasse une valeur multiple de 32 kbit/s est transporté par ce débit supplémentaire partagé. Seul le 0 prend en charge des capacités non multiples de 32 kbit/s.

NOTE 2 – Le débit de tous les canaux supports est basé sur des multiples de 32 kbit/s. Les mises en place de lignes ADSL peuvent toutefois nécessiter un interfonctionnement avec des données DS1 (à 1,544 Mbit/s). Le débit supplémentaire du système ADSL et la synchronisation des données (voir 6.4.2) fournissent une capacité suffisante pour la prise en charge transparente de flux de données DS1 avec trames (ce qui signifie que la totalité du signal DS1 emprunte l'itinéraire de transmission ADSL sans interprétation ou suppression des bits de trame et sans autre débit supplémentaire).

NOTE 3 – Une partie de la séquence d'initialisation et de conditionnement ADSL se constitue de l'estimation des caractéristiques de boucle permettant de déterminer si le nombre d'octets par tonalité multiple discrète (DMT, *discrete multitone*) nécessaire à la fourniture du débit de données agrégé peut être transmis sur la boucle en question. Une partie du débit système supplémentaire ADSL, telle que l'allocation de canaux supports aux tampons de données entrelacés ou non entrelacés au sein de la trame ADSL (traitée aux 7.4 et 8.4), dépend des options de configuration alors qu'une autre partie est fixe.

NOTE 4 – Le mode de latence d'un système ADSL peut être différent pour la transmission vers l'amont et vers l'aval.

6.1 Transport de données en mode STM

Les systèmes ADSL qui fournissent le transport en mode STM prendront en charge le canal support simplex AS0 et le canal support duplex LS0 vers l'aval; la prise en charge des canaux AS1, AS2, AS3, LS1 et LS2 est optionnelle. Les canaux supports AS0 et LS0, ainsi que tout autre canal support, devront pouvoir être alloués de manière indépendante à un itinéraire de latence donnée en fonction d'une sélection faite par l'unité ATU-C au moment du démarrage. Le système prendra en charge la latence duale dans le sens aval.

Les systèmes ADSL qui fournissent le transport en mode STM prendront en charge le canal support duplex LS0 en utilisant un itinéraire à latence unique, la prise en charge des canaux LS1 et LS2 et de la latence duale est optionnelle.

Le canal support AS0 prendra en charge le transport de données pour toutes les valeurs de débit multiples de 32 kbit/s entre 32 kbit/s et 6,144 Mbit/s. Le canal support LS0 prendra en charge 16 kbit/s et toutes les valeurs de débit multiples de 32 kbit/s entre 32 kbit/s et 640 kbit/s.

Lorsque les canaux AS1, AS2, AS3, LS1 et LS2 sont pris en charge, ils fourniront alors le domaine des valeurs de débit multiples de 32 kbit/s indiquées dans le Tableau 6-1. La fourniture de multiples autres que ceux figurant dans ce tableau est optionnelle; la fourniture de débits qui ne sont pas multiples de 32 kbit/s est également optionnelle.

Tableau 6-1/G.992.1 – Débits multiples de 32 kbit/s exigés pour le transport en mode STM

Canal support	Plus petit multiple exigé	Plus grand multiple exigé	Débit de données maximal exigé correspondant (kbit/s)
AS0	1	192	6144
AS1	1	144	4608
AS2	1	96	3072
AS3	1	48	1536
LS0	1	20	640
LS1	1	20	640
LS2	1	20	640

Le Tableau 6-2 indique la terminologie et les définitions de débit de données utilisées pour le transport en mode STM. Les points de référence sont ceux des Figures 5-1 à 5-4.

Tableau 6-2/G.992.1 – Terminologie de débit de données pour le transport en mode STM

Débit de données			Equation (kbit/s)	Point de référence
Débit de données STM = "Débit de données net"			$\Sigma(B_I, B_F) \times 32$ (Note)	AS _x + LS _x
"Débit de données net"	+ Débit supplémentaire de trame	= "Débit de données agrégé"	$\Sigma(K_I, K_F) \times 32$	A
"Débit de données agrégé"	+ Débit supplémentaire de codage RS	= "Débit de données total"	$\Sigma(N_I, N_F) \times 32$	B
"Débit de données total"	+ Débit supplémentaire de codage par treillis	= Débit de ligne	$\Sigma b_i \times 4$	U
NOTE – Le débit de données est augmenté de 16 kbit/s si un canal C à 16 kbit/s est utilisé.				

6.2 Transport de données en mode ATM

Les systèmes ADSL qui fournissent le transport en mode ATM prendront en charge le mode avec latence unique (Note 1) pour toutes les valeurs multiples de 32 kbit/s jusqu'à 6,144 Mbit/s vers l'aval et jusqu'à 640 kbit/s vers l'amont. Les données ATM seront mappées, dans le cas avec latence unique, sur le canal support AS0 dans le sens aval et le canal support LS0 dans le sens amont. La latence unique est considérée comme correspondant à toutes les données de charge utile passant sur un itinéraire à latence unique. Il importe de relever qu'avec les modes de verrouillage de trames 0,1 et 2, il existe des données supplémentaires sur les deux itinéraires de latence même si la charge utile est allouée à un itinéraire à latence unique.

Le besoin de latence duale pour les services ATM dépend du profil du service ou de l'application; ce point est en cours d'étude. L'une des trois "classes de latence" suivantes peut être utilisée:

- latence unique, éventuellement avec une valeur différente dans chacune des directions de transmission;
- latence duale vers l'aval, latence unique vers l'amont;
- latence duale vers l'amont et l'aval.

Les systèmes ADSL qui fournissent le transport en mode ATM prendront en charge le canal support AS0 vers l'aval et le canal support LS0 vers l'amont, chacun de ces canaux supports pouvant être alloué de manière indépendante à un itinéraire de latence donné en fonction d'une sélection faite

par l'unité ATU-C au moment du démarrage. Il s'ensuit que la prise en charge de la latence duale est optionnelle dans les deux directions aval et amont.

Seul le canal support AS0 sera utilisé et alloué à l'itinéraire de latence adéquat lorsque des données ATM sont transmises vers l'aval sur un itinéraire à latence unique (c'est-à-dire, un itinéraire uniquement "rapide" ou "entrelacé"). Si ces données sont transmises sur les deux itinéraires (c'est-à-dire sur les itinéraires "rapide" et "entrelacé"), alors seuls les canaux supports AS0 et AS1 seront utilisés et alloués à des itinéraires de latences différentes.

De même, seul le canal support LS0 sera utilisé et alloué à l'itinéraire de latence adéquat lorsque des données ATM sont transmises vers l'aval sur un itinéraire à latence unique (c'est-à-dire, un itinéraire uniquement "rapide" ou "entrelacé"). Le choix de l'itinéraire rapide ou entrelacé peut être fait indépendamment de celui qui est fait pour les données aval. Si les données ATM sont transmises vers l'amont sur les deux itinéraires de latence (c'est-à-dire, "rapide" et "entrelacé"), alors les canaux supports LS0 et LS1 seront les seuls utilisés et alloués à des itinéraires de latences différentes.

Le canal support AS0 prendra en charge le transport de données pour toutes les valeurs de débit multiples de 32 kbit/s entre 32 kbit/s et 6,144 Mbit/s. Le canal support LS0 prendra en charge le transport de données pour toutes les valeurs de débit multiples de 32 kbit/s entre 32 kbit/s et 640 kbit/s. La prise en charge de débits de données pour des valeurs non multiples de 32 kbit/s est également optionnelle.

Lorsque les canaux AS1 et LS1 sont fournis, ils prendront en charge le domaine de valeurs de débit multiples de 32 kbit/s indiqué dans le Tableau 6-1. La fourniture de multiples autres que ceux figurant dans ce tableau est optionnelle. La fourniture de débits qui ne sont pas multiples de 32 kbit/s est également optionnelle.

Les canaux supports AS2, AS3 et LS2 ne seront pas fournis pour la transmission en mode ATM par une unité ATU-x.

NOTE 1 – Dans le cas des systèmes ATM, la mise en canal des diverses charges utiles est incorporée dans le flux de données ATM utilisant divers itinéraires virtuels ou canaux virtuels ou les deux. Il s'ensuit que la prescription de base pour le mode ATM concerne un canal support ADSL unique vers l'amont et un canal support ADSL unique vers l'aval.

NOTE 2 – L'Appendice I fournit plus de détails au sujet de l'interface logique entre la couche ATM et la couche Physique.

Le Tableau 6-3 indique la terminologie et les définitions de débit de données utilisées pour le transport en mode ATM. Les points de référence sont ceux des Figures 5-1 à 5-4.

Tableau 6-3/G.992.1 – Terminologie de débit de données pour le transport en mode ATM

Débit de données			Equation (kbit/s)	Point de référence
$53 \times 8 \times$ débit de cellules ATM	=	"Débit de données net"	$\Sigma(B_I, B_F) \times 32$	ASx + LSx
"Débit de données net"	+ Débit supplémentaire de trame	=	"Débit de données agrégé"	A
"Débit de données agrégé"	+ Débit supplémentaire de codage RS	=	"Débit de données total"	B
"Débit de données total"	+ Débit supplémentaire de codage par treillis	=	Débit de ligne	U

6.3 Débit système supplémentaire ADSL et débit binaire total

Le débit binaire total transmis par le système ADSL lorsqu'il fonctionne dans un mode optionnel avec débit supplémentaire réduit pour la mise en trame englobera les capacités nécessaires à la fourniture des débits suivants:

- débit binaire pour la transmission des canaux supports ADSL;
- débit système supplémentaire ADSL en vue de fournir:
 - un canal EOC pour le canal d'exploitation ADSL incorporé;
 - un canal AOC pour la commande de débit supplémentaire ADSL;
 - des octets de contrôle CRC;
 - des bits indicateurs fixes pour les opérations OAM;
 - des octets de redondance FEC.

Le débit binaire total englobera également, dans le cas de fonctionnement avec débit supplémentaire complet, une capacité pour les octets de commande de synchronisation et pour la commande de synchronisation de canal support.

Les flux de données ci-dessus seront organisés en trames et supertrames comme défini respectivement aux 7.4 et 8.4.

Le Tableau 6-4 indique les canaux de débit supplémentaire internes et leurs débits.

Tableau 6-4/G.992.1 – Fonctions et débits des canaux de débit supplémentaire internes

	Débit binaire aval (kbit/s) minimum/maximum		Débit binaire amont (kbit/s) minimum/maximum	
	Nombre de canaux supports ASx > 1	Nombre de canaux supports ASx = 1	Nombre de canaux supports LSx > 1	Nombre de canaux supports LSx = 1
Commande de synchronisation, CRC et AOC; tampon entrelacé	32/32	32/32	32/32	32/32
Commande de synchronisation, CRC, EOC et bits indicateurs; tampon rapide	32/32	32/32	32/32	32/32
Total pour la trame avec débit supplémentaire réduit	32/64 (Note 2)	32/64 (Note 2)	32/64 (Note 2)	32/64 (Note 2)
Capacité de synchronisation (partagée par tous les canaux supports)	64/128 (Note 3)	64/96 (Note 3)	32/64 (Note 3)	32/32 (Note 3)

Tableau 6-4/G.992.1 – Fonctions et débits des canaux de débit supplémentaire internes (*fin*)

	Débit binaire aval (kbit/s) minimum/maximum		Débit binaire amont (kbit/s) minimum/maximum	
	Nombre de canaux supports ASx > 1	Nombre de canaux supports ASx = 1	Nombre de canaux supports LSx > 1	Nombre de canaux supports LSx = 1
Total (Note 1)	128/192	128/160	96/128	96/96
<p>NOTE 1 – Le débit supplémentaire nécessaire pour la correction FEC ne figure pas dans ce tableau.</p> <p>NOTE 2 – Dans les modes de trame avec débit supplémentaire réduit, un débit système supplémentaire ADSL de 32 kbit/s est présent pour chacun des types de tampon. Toutefois, lorsque tous les canaux ASx et LSx sont alloués à un seul type de support, la commande de synchronisation, les octets CRC, EOC, AOC et les bits indicateurs peuvent être véhiculés par un débit système supplémentaire ADSL unique à 32 kbit/s présent pour le type de tampon utilisé. Dans le cas de mise en trame avec débit supplémentaire complet, un débit système supplémentaire ADSL de 32 kbit/s est toujours présent pour chacun des types de tampon.</p> <p>NOTE 3 – La capacité de synchronisation partagée contient un flux à 32 kbit/s partagé entre canaux LSx dans le tampon entrelacé, un flux de 32 kbit/s partagé entre canaux LSx au sein du tampon rapide, un flux à 32 kbit/s partagé entre canaux ASx au sein du tampon entrelacé et un débit supplémentaire de 32 kbit/s partagé entre canaux ASx au sein du tampon rapide. Le débit maximal se présente lorsqu'au moins un canal ASx est alloué à chacun des types de tampon, le débit minimal se présente lorsque tous les canaux ASx et LSx sont alloués à un même type de tampon.</p>				

7 Caractéristiques fonctionnelles de l'unité ATU-C

Une unité ATU-C peut prendre en charge la transmission en mode STM ou en mode ATM ou les deux. La prise en charge éventuelle du mode STM se conformera aux prescriptions du 7.1. La prise en charge éventuelle du mode ATM se conformera aux prescriptions du 7.2.

Les modes de trame qui seront pris en charge dépendent de la configuration de l'unité ATU-C pour le transport STM ou ATM; ils sont définis respectivement aux 7.1.5 et 7.2.4. Si le mode de trame k est pris en charge, les modes k-1, ..., 0 le seront alors également.

Les unités ATU-C et ATU-R indiqueront chacune pendant la phase d'initialisation le numéro de mode de trame 0, 1, 2 ou 3 qu'elles ont l'intention d'utiliser. Le mode utilisé sera celui avec le numéro indiqué le plus faible (voir 10.6.4 et 10.7.6).

L'utilisation du mode de trame 0 garantit qu'une unité ATU-x en mode STM utilisant une sous-couche de convergence ATM externe interfonctionnera avec une unité ATU-x en mode ATM. D'autres modes d'interfonctionnement sont possibles selon les fonctionnalités optionnelles de l'une ou l'autre unité ATU-x.

Une unité ATU-C peut fournir une référence d'horloge réseau (NTR, *network timing reference*). Ce fonctionnement sera indépendant de toute référence d'horloge interne du système ADSL. La référence NTR, si elle est fournie, sera insérée dans la structure de trame de l'interface U-C telle qu'elle est décrite au 7.3.2.

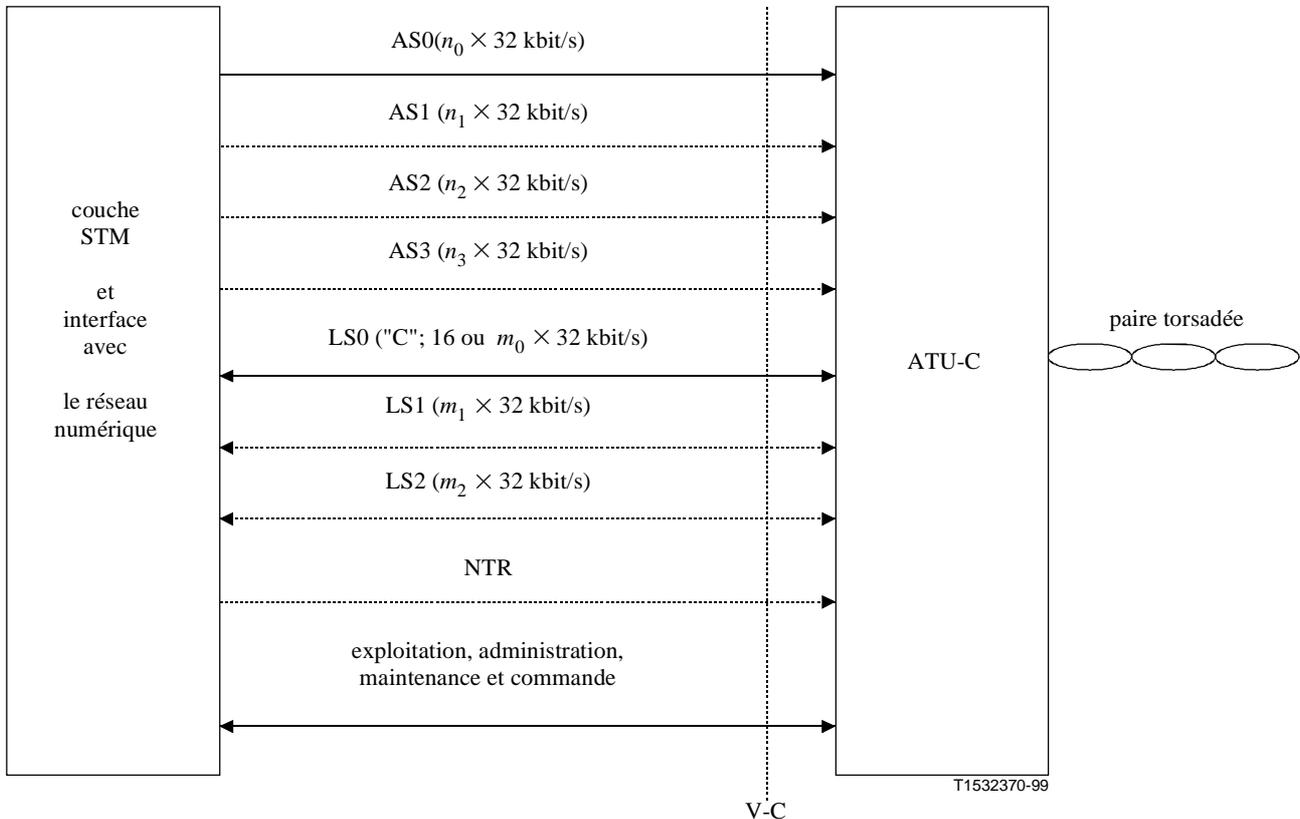
7.1 Fonctionnalités propres au protocole de transmission STM

7.1.1 Interfaces V d'entrée et de sortie de l'unité ATU-C pour le transport STM

La Figure 7-1 représente les interfaces de données fonctionnelles au niveau de l'unité ATU-C pour le transport STM. Les interfaces d'entrée des canaux supports simplex à haute vitesse vers l'aval sont

appelées AS0 à AS3; les interfaces d'entrée/sortie des canaux supports duplex sont appelées LS0 à LS2. Il existera également une interface duplex pour l'exploitation, l'administration et la maintenance (OAM, *operations, administration, maintenance*) ainsi que pour la commande du système ADSL.

Le sous-paragraphe 6.1 spécifie les débits de données des interfaces de données en entrée et en sortie de l'unité ATU-C. Les débits de données au niveau d'une interface particulière doivent correspondre au débit de données du canal support configuré pour cette interface.



NOTE – Les fonctionnalités et les canaux supports (duplex et simplex) optionnels sont indiqués par des lignes en pointillé.

Figure 7-1/G.992.1 – Interfaces V-C d'entrée et de sortie de l'unité ATU-C pour le transport STM

7.1.2 Débits des canaux simplex vers l'aval

Quatre interfaces d'entrée de données AS0, AS1, AS2 et AS3 (ASx en général) sont définies au niveau de l'unité ATU-C pour les canaux simplex à haute vitesse vers l'aval. Le sous-paragraphe 6.1 indique les débits binaires requis.

7.1.3 Débits des canaux duplex vers l'aval ou l'amont

Trois interfaces d'entrée et de sortie de données LS0, LS1, et LS2 (LSx en général) sont définies au niveau de l'unité ATU-C pour les canaux duplex pris en charge par le système ADSL. Le sous-paragraphe 6.1 indique les débits binaires requis.

Le canal LS0 est également appelé canal "C" ou canal de commande. Il véhicule la signalisation associée aux canaux supports ASx et peut également véhiculer tout ou partie de la signalisation associée aux autres canaux supports duplex.

7.1.4 Délai de transfert de charge utile

Le délai de transfert unidirectionnel des bits de charge utile ne sera pas supérieur à 2 ms sur tous les supports (simplex et duplex) entre le point de référence V au niveau du centre de commutation (V-C) et le point de référence T au niveau de l'extrémité distante (T-R) pour des canaux assignés au tampon rapide; il ne sera pas supérieur à $(4 + (S - 1)/4 + SxD/4)$ ms pour des canaux assignés au tampon entrelacé, S et D étant définis au 7.6. Les mêmes prescriptions s'appliquent dans la direction opposée, du point de référence T-R vers le point de référence V-C.

7.1.5 Structure de trame pour le transport STM

Une unité ATU-C configurée pour le transport STM prendra en charge la structure de trame 0 avec débit supplémentaire complet, telle qu'elle est spécifiée au 7.4. La prise en charge de la structure de trame 1 avec débit supplémentaire complet et des structures de trame 2 et 3 avec débit supplémentaire réduit est optionnelle.

La préservation, au niveau de l'interface U-C, des frontières d'octet éventuellement présentes au niveau de l'interface V-C peut être prise en charge par toutes les structures de trame de l'interface U-C.

Une unité ATU-C configurée pour le transport STM peut prendre en charge l'insertion d'une référence d'horloge réseau (NTR). La référence NTR sera insérée dans la structure de trame U-C telle qu'elle est décrite au 7.3.2.

7.2 Fonctionnalités propres au protocole de transmission ATM

7.2.1 Interfaces V d'entrée et de sortie de l'unité ATU-C pour le transport ATM

La Figure 7-2 représente les interfaces de données fonctionnelles au niveau de l'unité ATU-C pour le transport ATM. Le canal ATM0 sera fourni dans tous les cas, le canal ATM1 est optionnel et peut être fourni pour la prise en charge du mode avec latence duale. Chaque canal fonctionne comme une interface avec le conduit de couche Physique. Dans le cas d'un fonctionnement avec latence duale, on fait l'hypothèse qu'il n'existe au départ aucune allocation fixe entre les canaux ATM 0 et 1 d'une part et le transport "rapide" et "entrelacé" des données d'autre part. Cette relation est configurée au sein de l'unité ATU-C.

La fonctionnalité de contrôle de flux sera disponible au niveau du point de référence V en vue de permettre à l'unité ATU-C (c'est-à-dire, à la couche Physique) d'agir sur les flux de cellules échangés dans les deux sens avec la couche ATM. Cette fonctionnalité est représentée par les échanges de messages Tx_Cell_Handshake et Rx_Cell_Handshake (*respectivement, émission et réception de prise de contact de cellule*). Une cellule ne peut être transférée de la couche ATM vers la couche Physique que si l'unité ATU-C a émis au préalable le message Tx_Cell_Handshake. De même, une cellule ne peut être transférée de la couche Physique vers la couche ATM qu'après la réception du message Rx_Cell_Handshake. Cette fonctionnalité est importante pour éviter un débordement positif ou négatif des tampons de cellule dans les couches ATU-C et ATM.

Une interface duplex sera également fournie à des fins d'exploitation, d'administration, de maintenance (OAM) et de commande du système ADSL.

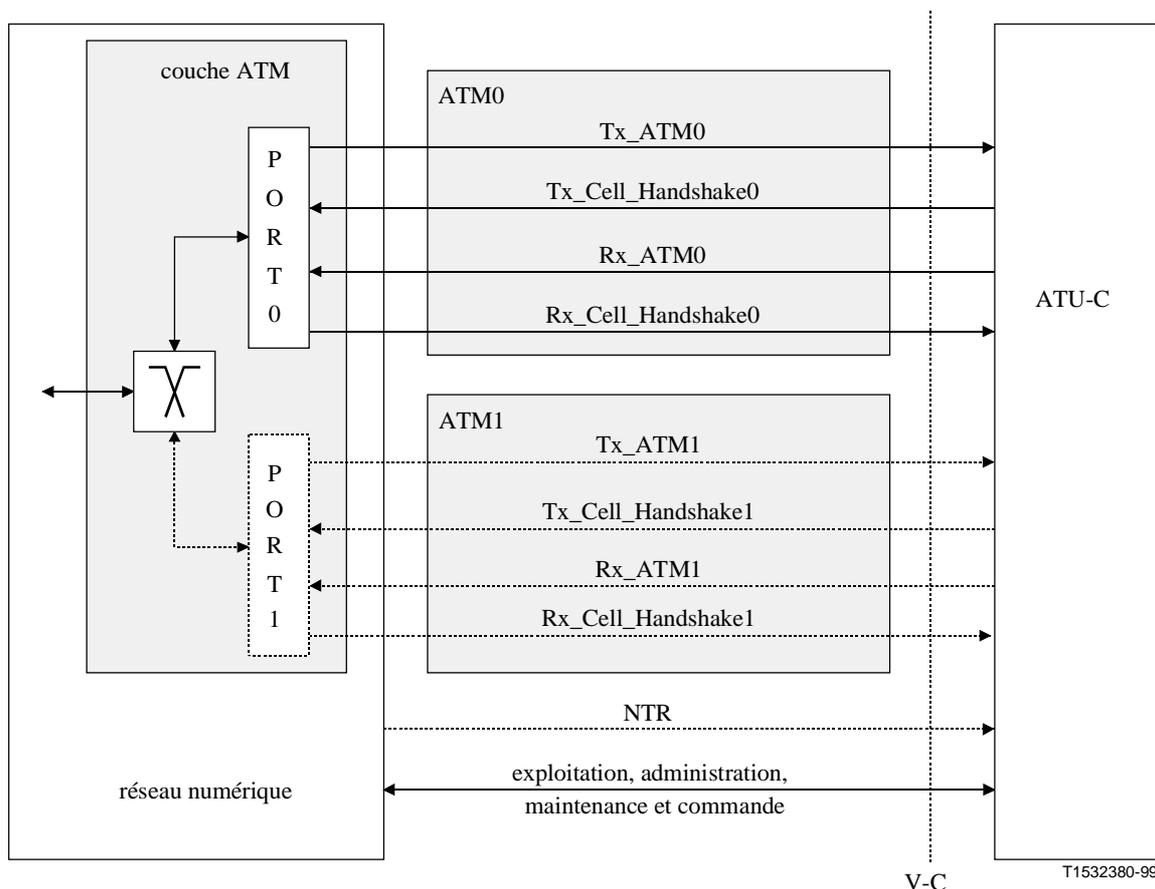


Figure 7-2/G.992.1 – Interfaces fonctionnelles de l'unité ATU-C avec la couche ATM au niveau du point de référence V-C

7.2.2 Délai de transfert de charge utile

Le délai de transfert unidirectionnel des bits de charge utile (à l'exclusion des fonctionnalités propres aux cellules) ne sera pas supérieur à 2 ms sur tous les supports (simplex et duplex) entre le point de référence V au niveau du centre de commutation (V-C) et le point de référence T au niveau de l'extrémité distante (T-R) pour des canaux assignés au tampon rapide; il ne sera pas supérieur à $(4 + (S - 1)/4 + SxD/4)$ ms pour des canaux assignés au tampon entrelacé, S et D étant définis au 7.6. Les mêmes prescriptions s'appliquent dans la direction opposée, entre le point de référence T-R et le point de référence V-C.

NOTE – Le délai supplémentaire introduit par les fonctionnalités propres aux cellules dépend de l'implémentation.

7.2.3 Fonctionnalités propres aux cellules ATM

7.2.3.1 Insertion de cellules vides

Des cellules vides seront insérées dans la direction d'émission à des fins de découplage de débit de cellule. Les cellules vides sont identifiées par la configuration normalisée pour l'en-tête de cellule définie par la Recommandation I.432.1.

NOTE – La présente Recommandation suppose qu'un récepteur ATU-R ignorera les cellules vides.

7.2.3.2 Génération du contrôle d'erreur d'en-tête (HEC, *header error control*)

L'octet HEC sera généré dans la direction d'émission comme prescrit par la Recommandation I.432.1, y compris l'addition modulo 2 (XOR) recommandée pour le profil 01010101₂ avec les bits HEC.

Les coefficients du polynôme générateur utilisé par la procédure de génération de l'octet HEC seront conformes à la Recommandation I.432.1.

7.2.3.3 Embrouillage de la charge utile de cellule

Un embrouillage du champ de charge utile de la cellule sera effectué dans la direction d'émission afin d'améliorer la sécurité et la robustesse du mécanisme de délimitation de cellule HEC. Ceci a en outre pour effet de créer des données aléatoires dans le champ d'informations, ce qui peut améliorer les performances de transmission. Le polynôme $X^{43} + 1$ avec synchronisation automatique sera utilisé et les procédures définies dans la Recommandation I.432.1 seront implémentées.

NOTE – La présente Recommandation suppose qu'un récepteur ATU-R désembrouillera la charge utile de la cellule.

7.2.3.4 Horloge et ordre des bits

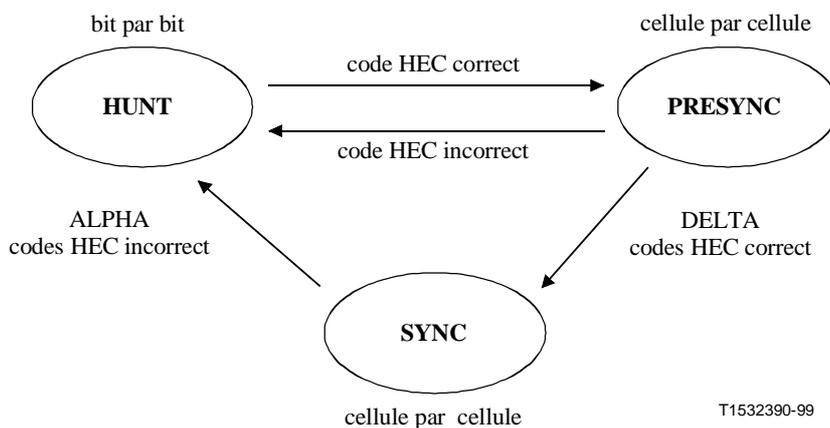
Le bit le plus significatif (MSB) sera émis en tête sur l'interface des octets de données ATM avec un canal support AS0 ou AS1. Les débits de données sur les canaux supports AS0 ou AS1 auront des valeurs multiples de 32 kbit/s, l'horloge de bit sera en synchronisme avec celle du modem ADSL vers l'aval (voir 7.4.2.1 et 7.4.2.2).

7.2.3.5 Délimitation des cellules

La fonction de délimitation de cellule permet d'identifier les frontières de cellule dans la charge utile. Elle utilise le champ HEC dans l'en-tête de cellule.

La délimitation de cellule s'effectuera par un processus de vérification du champ de contrôle HEC dans l'en-tête de cellule conformément à l'algorithme décrit dans la Recommandation I.432.1. La Figure 7-3 représente la machine d'état de délimitation de cellule. Les détails du diagramme d'état sont les suivants:

- 1) dans l'état HUNT (*recherche*), le processus de recherche vérifie bit par bit si le champ HEC est correct. On considère qu'un en-tête a été trouvé après la réussite de cette vérification et la machine passe dans l'état PRESYNC. Le processus de délimitation de cellule peut s'effectuer octet par octet si les frontières d'octets sont reconnues par la couche Physique réceptrice avant la délimitation de cellule (voir 7.4);
- 2) dans l'état PRESYNC (*avant synchronisme*), le processus de recherche s'effectue cellule par cellule pour le champ HEC correct. Le processus se répète jusqu'à la confirmation du champ HEC et ce un nombre *DELTA* de fois (se référer à la Note). Le processus revient dans l'état HUNT si un champ HEC incorrect est détecté;
- 3) on considère que, dans l'état SYNC (*synchronisme*), la délimitation de cellule a été perdue si un champ HEC incorrect est détecté un nombre *ALPHA* de fois.



NOTE – La référence à la Recommandation I.432.1 ne contient aucune recommandation pour les valeurs *ALPHA* et *DELTA* car on considère que le choix de ces valeurs n'a aucun effet sur l'interfonctionnement. Il convient toutefois de noter que l'utilisation des valeurs suggérées dans la Recommandation I.432.1 (*ALPHA* = 7, *DELTA* = 6) peut éventuellement ne pas convenir compte tenu des particularités de la transmission ADSL.

Figure 7-3/G.992.1 – Machine d'état de délimitation de cellule ATM

7.2.3.6 Vérification du champ de correction d'erreur d'en-tête

Le champ HEC concerne la totalité de l'en-tête de cellule, le code de contrôle utilisé pour cette fonction peut permettre l'une des actions suivantes:

- correction d'erreur de bit simple;
- correction d'erreur de bits multiples.

La détection d'erreur sera implémentée telle qu'elle est définie dans la Recommandation I.432.1, avec l'exception que toute erreur HEC sera considérée comme une erreur de bit multiple et que, de ce fait, aucune correction d'erreur ne sera effectuée.

7.2.4 Structure de trame pour le transport ATM

Une unité ATU-C configurée pour le transport ATM prendra en charge les structures de trame 0 et 1 avec débit supplémentaire complet telles qu'elles sont spécifiées au 7.4. La prise en charge des structures de trame 2 et 3 avec débit supplémentaire réduit est optionnelle.

L'émetteur de l'unité ATU-C préservera les frontières d'octet (présentes de manière explicite ou définies de manière implicite par les frontières de cellule ATM) au niveau de l'interface U-C, quelle que soit la structure de trame au niveau de l'interface U-C.

Les prescriptions suivantes s'appliqueront en vue de garantir l'interfonctionnement des structures de trame 0 entre une unité ATU-C en mode ATM et une sous-couche de convergence ATM associée à une unité ATU-R en mode STM (c'est-à-dire en mode ATM avec mode STM sous-jacent):

- une unité ATU-R en mode STM qui transporte des cellules ATM sans préserver les frontières d'octet T-R au niveau de l'interface U-R indiquera pendant la phase d'initialisation que la structure de trame 0 est la structure de trame de niveau le plus élevé prise en charge;
- une unité ATU-R en mode STM qui transporte des cellules ATM en préservant les frontières d'octet T-R au niveau de l'interface U-R indiquera pendant la phase d'initialisation que la structure de trame 0, 1, 2 ou 3 est la structure de trame de niveau le plus élevé prise en charge (en fonction de l'implémentation);
- une unité ATU-C réceptrice fonctionnant en mode ATM avec une structure de trame 0 ne peut pas supposer que l'unité ATU-R émettrice préservera les frontières d'octet T-R au

niveau de l'interface U-R; elle procédera en conséquence à une délimitation de cellule bit par bit (voir 7.2.3.5).

Une unité ATU-C configurée pour le transport ATM peut prendre en charge l'insertion d'une référence d'horloge réseau (NTR, *network timing reference*). L'opérateur réseau peut décider de ne pas insérer cette référence NTR. La référence NTR sera insérée dans la structure de trame U-C telle qu'elle est décrite au 7.3.2.

7.3 Référence d'horloge réseau (NTR)

7.3.1 Motivation de la référence NTR

Certains services peuvent nécessiter la disponibilité d'une horloge de référence au niveau des couches hautes de la pile de protocoles (c'est-à-dire, au-dessus de la couche Physique); cette référence est utilisée pour garantir la synchronisation de bout en bout des extrémités émettrices et réceptrices. La transmission de voix et de téléphonie en mode ATM (VTOA, *voice and telephony over ATM*) et la visioconférence de bureau (DVC, *desktop video conferencing*) sont des exemples de telles applications.

La prise en charge de la distribution d'une référence d'horloge par le réseau peut être effectuée au moyen du transport par le système ADSL d'une référence NTR sous la forme d'une marque de rythme à 8 kHz. Cette marque peut être utilisée au niveau du décodeur (convertisseur N/A) pour la restitution de la voix ou de la vidéo par des applications VTOA ou DVC. Le rythme à 8 kHz est fourni à l'entrée de l'unité ATU-C comme faisant partie de l'interface au niveau du point de référence V-C.

7.3.2 Transport de la référence NTR

Le principe du mécanisme de transport de la référence NTR est d'amener l'unité ATU-C à fournir, au niveau du point de référence U-C, des informations d'horloge permettant à l'unité ATU-R de fournir au niveau du point de référence T-R des informations d'horloge avec une précision dans le temps correspondant à celle de l'horloge présente au niveau du point de référence V-C. La référence NTR, si elle est fournie, sera insérée de la manière suivante dans la structure de trame de l'interface U-C:

- l'unité ATU-C peut générer une référence d'horloge locale (LTR, *local timing reference*) en divisant la fréquence de son horloge d'échantillonnage par un entier convenable (égal à 276 pour une horloge à 2,208 MHz);
- l'unité ATU-C transmettra les variations de déphasage entre les références NTR et LTR (exprimées en nombre de cycles de l'horloge à 2,208 MHz, soit approximativement en unités de 452 ns) entre la supertrame actuelle et la précédente; cette valeur sera codée sur les 4 bits ntr3 à ntr0 (ntr3 étant le bit MSB) sous la forme d'un entier signé compris entre -8 et +7 représenté en complément à deux. Les bits ntr3 à ntr0 seront véhiculés dans les bits indicateurs 23 (ntr3) à 20 (ntr0); voir Tableau 7-2;
- une valeur positive de la variation de déphasage $\Delta^2\phi$ indiquera que la fréquence de la référence LTR est supérieure à celle de la référence NTR;
- l'unité ATU-C peut, en variante, décider de verrouiller son horloge d'échantillonnage aval (2,208 MHz) sur une valeur égale à 276 fois la fréquence de la référence NTR, auquel cas elle fournira une valeur nulle pour $\Delta^2\phi$.

La variation maximale en fréquence de la référence NTR est de ± 32 ppm. La variation maximale en fréquence de la référence LTR est de ± 50 ppm, comme spécifié au 7.11.1. Le décalage maximal possible est donc de ± 82 ppm, ce qui conduirait à une variation de phase voisine de $\pm 3,5$ cycles pour chaque supertrame de 17 ms, valeur pouvant être mappée dans les 4 bits de débit supplémentaire.

La Figure 7-4 présente une méthode utilisable par l'unité ATU-C pour la mesure de cette variation du décalage de phase.

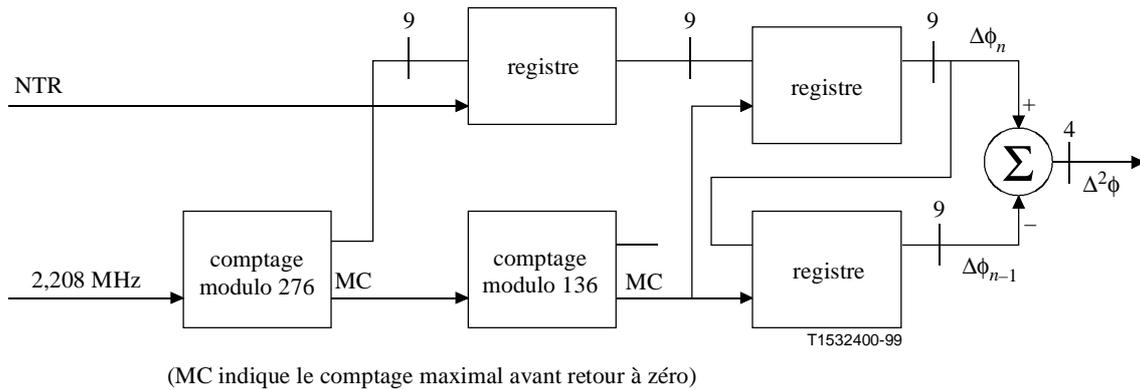


Figure 7-4/G.992.1 – Exemple d'implémentation de la mesure de $\Delta^2\phi$

7.4 Tramage

Le présent sous-paragraphe spécifie la mise en trame du signal aval (émetteur ATU-C). Le tramage pour le signal amont (émetteur ATU-R) est spécifiée au 8.4.

Deux types de trame sont définis: avec débit supplémentaire complet et débit supplémentaire réduit. On définit en outre deux versions pour chacun de ces débits supplémentaires. Les quatre modes de trame qui en résultent sont définis dans le Tableau 7-1 et seront appelés modes de trame 0, 1, 2 et 3.

Tableau 7-1/G.992.1 – Définition des modes de trame

Structure de trame	Description
0	Format de trame avec débit supplémentaire complet avec horloge de bit asynchrone au niveau du modem (voir 7.4.1) (c'est-à-dire, avec mécanisme de commande de synchronisation activé, voir 7.4.2)
1	Format de trame avec débit supplémentaire complet avec horloge de bit synchrone au niveau du modem (voir 7.4.1) (c'est-à-dire, sans mécanisme de commande de synchronisation activé, voir 7.4.2)
2	Format de trame avec débit supplémentaire réduit et des octets "rapide" et "sync" distincts respectivement dans les tampons rapide et entrelacé (c'est-à-dire un débit supplémentaire de trame à 64 kbit/s) (voir 7.4.3.1)
3	Format de trame avec débit supplémentaire réduit et des octets "rapide" et "sync" communs utilisant le tampon rapide ou entrelacé (c'est-à-dire un débit supplémentaire de trame à 32 kbit/s) (voir 7.4.3.2)

Les prescriptions pour les modes de trame devant être pris en charge dépendent de la configuration de l'unité ATU-C pour le transport STM ou ATM; les sous-paragraphe 7.1.5 et 7.2.4 fournissent les définitions correspondantes.

L'unité ATU-C indiquera pendant la phase d'initialisation le numéro le plus élevé des structures de trame qu'elle prend en charge; l'indication de la prise en charge de la structure de trame k signifie que toutes les structures de trame $k-1$ à 0 seront prises en charge. Si l'unité ATU-R indique un numéro de structure de trame inférieur pendant la phase d'initialisation, l'unité ATU-C reviendra alors à la structure de trame indiquée par cette unité ATU-R.

Comme spécifié dans le paragraphe 5, les octets de données sont transmis à l'extérieur des interfaces série ASx/LSx avec le bit MSB en tête, conformément aux Recommandations G.703, G.709, I.361 et I.432.1. Tout traitement en série au sein de la trame ADSL (par exemple, pour le contrôle CRC, l'embrouillage, etc.) sera toutefois effectué avec le bit LSB en tête, le bit MSB du monde extérieur étant considéré comme bit LSB pour le système ADSL. Il s'ensuit que le premier bit en entrée (bit MSB du monde extérieur) sera le premier traité au sein du système ADSL (bit LSB du système ADSL).

7.4.1 Symboles de données

Les Figures 5-1 et 5-2 présentent les schémas fonctionnels de l'émetteur de l'unité ATU-C ainsi que les points de référence pour la mise en trame des données. Un maximum de quatre canaux de données simplex aval et de trois canaux de données duplex seront synchronisés avec le débit de trame à 4 kHz de tonalité DMT du système ADSL et multiplexés dans deux tampons de données distincts (rapide et entrelacé). Un codage de contrôle de redondance cyclique (CRC), d'embrouillage et de correction d'erreur vers l'avant (FEC, *forward error correction*) sera appliqué séparément au contenu de chaque tampon; les données du tampon entrelacé seront ensuite traitées par une fonction d'entrelacement. Les deux flux de données seront ensuite ordonnés par tonalités, comme défini au 7.7, et combinés sous la forme d'un symbole de données qui constitue l'entrée du codeur de constellation. Les données après codage de constellation seront modulées afin de produire le signal analogique transmis sur la boucle du client.

Aucune configuration de trame au niveau bit ne sera insérée entre les symboles de données de la structure de trame ou de supertrame. Les frontières de la trame DMT (c'est-à-dire du symbole) sont délimitées par le préfixe cyclique inséré par le modulateur (voir 7.12). Les frontières de supertrame sont déterminées par le symbole de synchronisation qui sera également inséré par le modulateur et ne véhicule pas de données utilisateur (voir 7.11.3).

La trame de données se présente sous trois formes différentes au niveau des trois points de référence au sein de l'émetteur compte tenu de l'ajout des octets de redondance FEC et de l'entrelacement des données. Comme indiqué dans les Figures 5-1 et 5-2, les points de référence décrits dans les sous-paragraphe ci-dessous pour les données de trame sont les suivants:

- A (trame de données multiplex): trames de données multiplexées et synchronisées après insertion du contrôle CRC (la synchronisation est spécifiée au 7.4.2 et le contrôle CRC au 7.4.1.5). Les trames de données multiplexées seront générées avec le débit nominal de 4 kBd (c'est-à-dire toutes les 250 µs).
- B (trame à la sortie du contrôle FEC): trame de données générée en sortie du codeur de contrôle FEC avec le débit des symboles DMT, un bloc FEC pouvant occuper plus d'une durée de symbole DMT.
- C (trame de données à l'entrée du codeur de constellation): trame de données présentées au codeur de constellation.

7.4.1.1 Structure de supertrame

Le système ADSL utilise la structure de supertrame représentée dans la Figure 7-5. Chaque supertrame se constitue de 68 trames de données numérotées de 0 à 67, codées et modulées pour produire des symboles DMT, suivies d'un symbole de synchronisation inséré par le modulateur (voir 7.11.3) dont la fonction est de délimiter les frontières de supertrame et qui ne véhicule pas de données utilisateur ou de données de débit supplémentaire au niveau binaire. Le débit de symboles DMT, du point de vue des données utilisateur binaires, est égal à 4000 bauds (soit une période de 250 µs), mais le débit des symboles DMT émis est égal à $69/68 \times 4000$ bauds pour tenir compte de l'insertion du symbole de synchronisation.

Chacune des trames au sein de la supertrame contient des données de tampon rapide et de tampon entrelacé. La taille de chaque tampon dépend de l'attribution des canaux supports faite lors de la phase d'initialisation (voir 7.4.1.2 et 10.6.2).

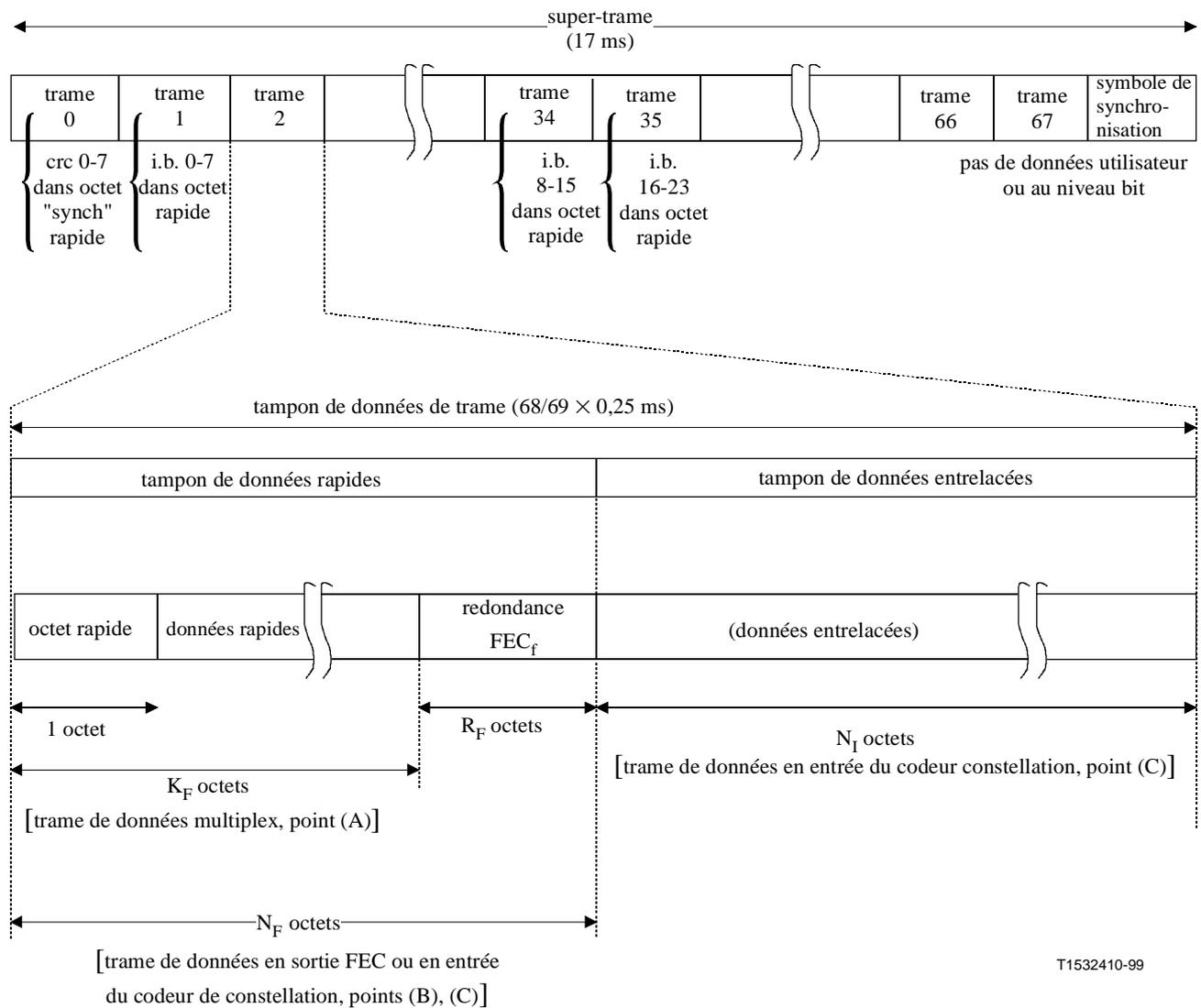


Figure 7-5/G.992.1 – Structure de supertrame ADSL – Emetteur ATU-C

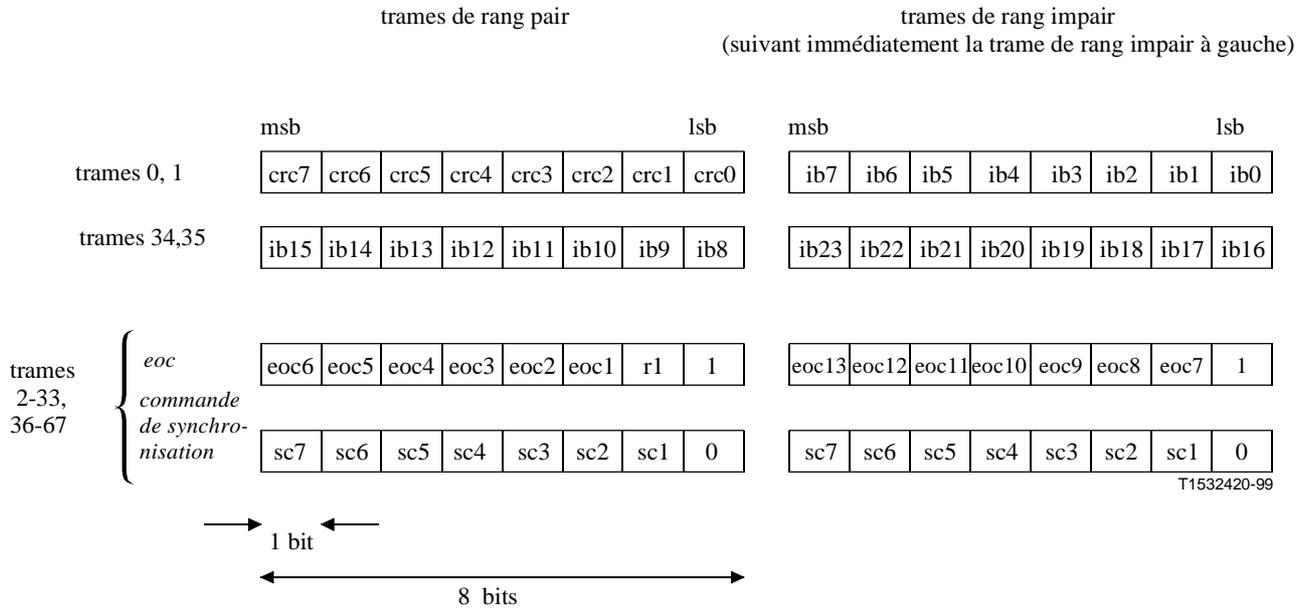
Huit bits seront réservés dans chaque supertrame ADSL pour le contrôle CRC du tampon de données rapides (crc0-crc7) et 24 bits indicateurs (ib0-ib23) seront attribués pour des fonctions OAM. Comme indiqué dans la Figure 7-6, l'octet "sync" du tampon de données rapides ("octet rapide") véhicule les bits de contrôle CRC dans la trame 0 et les bits indicateurs dans les trames 1, 34, et 35. L'octet rapide des autres trames est assigné pour les couples de trames paires et impaires, soit au canal EOC, soit à la commande de synchronisation des canaux supports assignés au tampon rapide.

Le bit 0 de l'octet rapide d'une trame de rang pair (autre que la trame 0 ou 34) et le bit 0 de l'octet rapide de la trame de rang impair consécutive seront positionnés sur "0" pour indiquer que ces trames véhiculent une information de commande de synchronisation.

Lorsqu'ils ne sont pas utilisés pour la commande de synchronisation, les octets rapides d'une trame ADSL de rang pair et de la trame impaire suivante peuvent contenir des indications d'absence d'action de synchronisation (voir 7.4.2) ou peuvent être utilisés, en

variante, pour transmettre les 13 bits d'un message EOC. Les bits indicateurs sont définis dans le Tableau 7-2.

Le bit 0 de l'octet rapide d'une trame de rang pair (autre que la trame 0 ou 34) et le bit 0 de l'octet rapide de la trame de rang impair consécutive seront positionnés sur "1" pour indiquer que ces trames véhiculent un message EOC de 13 bits et un bit r1 supplémentaire (voir paragraphe 9). Le bit r1 est réservé pour une utilisation future et sera positionné sur "1".



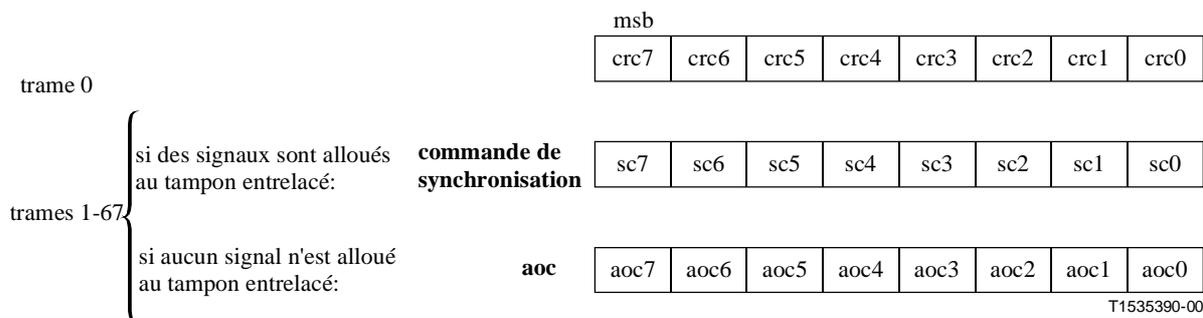
Dans toutes les trames, le bit 7 est le bit MSB et le bit 0, le bit LSB.

Figure 7-6/G.992.1 – Format de l'octet de synchronisation rapide ("octet rapide") – Emetteur ATU-C

**Tableau 7-2/G.992.1 – Définition des bits indicateurs – Emetteur ATU-C
(tampon de données rapides, direction aval)**

Bit indicateur (Note 1)	Définition (Note 2)
ib0-ib7	Réservé pour une utilisation ultérieure
ib8	FEBE-I
ib9	FECC-I
ib10	FEBE-F
ib11	FECC-F
ib12	LOS
ib13	RDI
ib14	NCD-I (utilisé uniquement pour le mode ATM, positionné sur "1" pour le mode STM)
ib15	NCD-F (utilisé uniquement pour le mode ATM, positionné sur "1" pour le mode STM)
ib16	HEC-I (utilisé uniquement pour le mode ATM, positionné sur "1" pour le mode STM)
ib17	HEC-F (utilisé uniquement pour le mode ATM, positionné sur "1" pour le mode STM)
ib18-19	Réservé pour une utilisation ultérieure
ib20-23	NTR0-3 (si la référence NTR n'est pas transportée, les ib20-23 seront positionnés sur "1"; l'état actif est 0)
NOTE 1 – Voir 9.3.1 pour la définition et l'utilisation des bits.	
NOTE 2 – Etant donné que tous les bits indicateurs sont définis avec 0 comme état actif, les bits réservés seront positionnés sur "1".	

Huit bits seront utilisés dans chaque supertrame ADSL pour le contrôle CRC du tampon de données entrelacées (crc0-crc7). Comme indiqué dans les Figures 7-7 et 7-9, l'octet de synchronisation du tampon de données entrelacées ("octet sync") véhicule dans la trame 0 les bits de contrôle CRC pour la supertrame précédente. Pour toutes les autres trames (de 1 à 67), l'octet "sync" sera utilisé pour la commande de synchronisation des canaux supports assignés au tampon de données entrelacées ou utilisés pour le transport d'un canal ADSL de commande de débit supplémentaire (AOC, *ADSL overhead control*). Dans le mode avec débit supplémentaire complet (voir 7.4.1.2), lorsqu'un support quelconque est présent dans le tampon entrelacé, les données AOC seront alors véhiculées dans l'octet LEX et l'octet "sync" indiquera si l'octet LEX contient des données AOC ou des octets de données du canal support. Lorsque aucun canal support n'est alloué au tampon de données entrelacées [c'est-à-dire, si toutes les valeurs $B_i(ASx) = B_i(LSx) = 0$], l'octet "sync" véhiculera alors directement les données AOC (les octets AEX et LEX décrits au 7.4.1.2 ne sont pas présents dans ce cas au sein du tampon entrelacé). Le sous-paragraphe 7.4.2.2 décrit le format de l'octet "sync".



NOTE – Les noms "octet rapide" et "octet sync" sont respectivement des abréviations des expressions "octet de synchronisation rapide" et "octet de synchronisation entrelacé" et peuvent être utilisés à leur place.

Figure 7-7/G.992.1 – Format de l'octet de synchronisation entrelacé ("octet sync") – Emetteur ATU-C

7.4.1.2 Structure de trame (avec débit supplémentaire complet)

Toute trame de données sera codée dans un symbole DMT comme décrit aux 7-7 à 7-9. Comme l'indique la Figure 7-5, chaque trame se compose d'un tampon de données rapides et d'un tampon de données entrelacées; la structure de trame se présente de manière différente au niveau de chacun des points de référence (A, B, et C). Les octets du tampon de données rapides seront introduits en premier dans le codeur de constellation, suivis des octets du tampon de données entrelacées. Les octets sont introduits avec le bit le moins significatif en tête.

Chaque canal support sera assigné au tampon rapide ou entrelacé pendant la phase d'initialisation (voir 10.6.2) et un couple d'octets (B_F, B_I) sera transmis pour chaque canal support, B_F et B_I désignant le nombre d'octets alloués respectivement au tampon rapide et entrelacé.

Les sept couples (B_F, B_I) qui spécifient les débits des canaux supports aval sont les suivants:

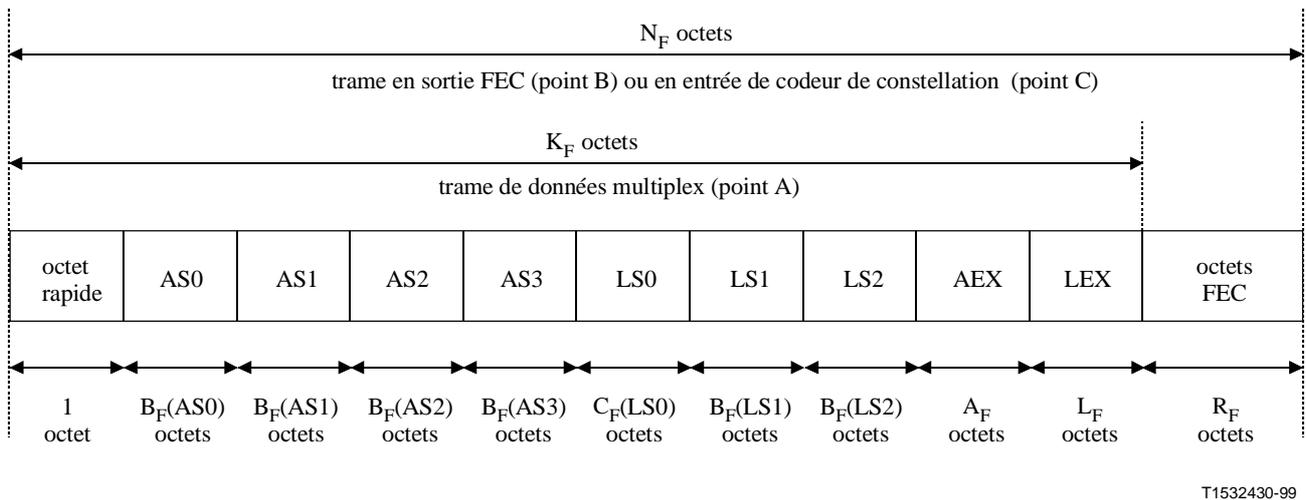
- $B_F(ASx), B_I(ASx)$; $X = 0, 1, 2, 3$, pour les canaux aval simplex;
- $B_F(LSx), B_I(LSx)$; $X = 0, 1, 2$, pour le transport aval des canaux duplex.

Les règles d'allocation sont les suivantes:

- pour tout canal support X , à l'exception de l'option de canal C à 16 kbit/s, soit $B_F(X)$ est égal au nombre d'octets par trame du tampon rapide et $B_I(X) = 0$; soit $B_F(X) = 0$ et $B_I(X)$ est égal au nombre d'octets par trame du tampon entrelacé.
- pour l'option de canal C à 16 kbit/s, $B_F(LS0)$ est égal à 255 (11111111_2) et $B_I(LS0) = 0$; $B_F(LS0) = 0$ et $B_I(LS0)$ est égal à 255.

7.4.1.2.1 Tampon de données rapides (avec débit supplémentaire complet)

La structure de trame du tampon de données rapides sera conforme à la Figure 7-8 pour les points de référence A et B définis dans les Figures 5-1 et 5-2.



T1532430-99

Figure 7-8/G.992.1 – Tampon de données rapides – Emetteur ATU-C

Les égalités suivantes s'appliqueront aux paramètres de la Figure 7-8.

$$C_F(LS0) = 0 \quad \text{si } B_F(LS0) = 255(11111111_2) \quad (7-1)$$

$$= B_F(LS0) \quad \text{sinon}$$

$$N_F = K_F + R_F \quad (7-2)$$

R_F étant le nombre d'octets de redondance FEC, et

$$K_F = 1 + \sum_{i=0}^3 B_F(ASi) + A_F + C_F(LS0) + \sum_{j=1}^2 B_F(LSj) + L_F \quad (7-3)$$

où:

$$A_F = 0 \quad \text{si } \sum_{i=0}^3 B_F(ASi) = 0 \quad (7-4)$$

$$= 1 \quad \text{sinon}$$

et:

$$L_F = 0 \quad \text{si } B_f(ASi) = 0 \text{ pour } i = 0-3 \text{ et } B_f(LSj) = 0 \text{ pour } j = 0-2 \quad (7-5)$$

$$= 1 \quad \text{sinon (y compris } B_F(LS0) = 255)$$

Le tampon rapide contiendra toujours au moins l'octet rapide au niveau du point de référence A (trame de données multiplex) des Figures 5-1 et 5-2. Cet octet est suivi de $B_F(AS0)$ octets du canal AS0, puis de $B_F(AS1)$ octets du canal AS1, de $B_F(AS2)$ octets du canal AS2 et de $B_F(AS3)$ octets du canal AS3. Les octets de tous les canaux duplex (LSx) alloués au tampon rapide viennent ensuite. Si l'un quelconque des octets $B_F(ASx)$ n'est pas nul, les octets AEX et un octet LEX seront alors présents à la suite des octets du dernier canal LSx ; l'octet LEX sera également présent si l'un quelconque des octets $B_F(LSx)$ n'est pas nul.

Aucun octet ne sera présent pour le canal LS0 lorsque $B_F(LS0) = 255$; dans ce cas, le canal C à 16 kbit/s sera transporté en moyenne dans un octet sur deux et l'octet de "sync" sera utilisé pour indiquer quand l'octet LEX doit figurer dans le canal support LS0.

R_F octets de redondance FEC seront ajoutés à la trame de données multiplex (point de référence A) pour produire la trame FEC de données de sortie (point de référence B); R_F est fourni dans l'option du signal RATES1 utilisé dans la phase d'initialisation.

La trame de données à l'entrée du codeur de constellation (point de référence C) sera identique à la trame de données de sortie FEC (point de référence B) du fait que le tampon rapide n'est pas entrelacé.

7.4.1.2.2 Tampon de données entrelacées (avec débit supplémentaire complet)

La Figure 7-9 représente la structure de trame du tampon de données entrelacées au niveau des points de référence A et B définis dans les Figures 5-1 et 5-2.

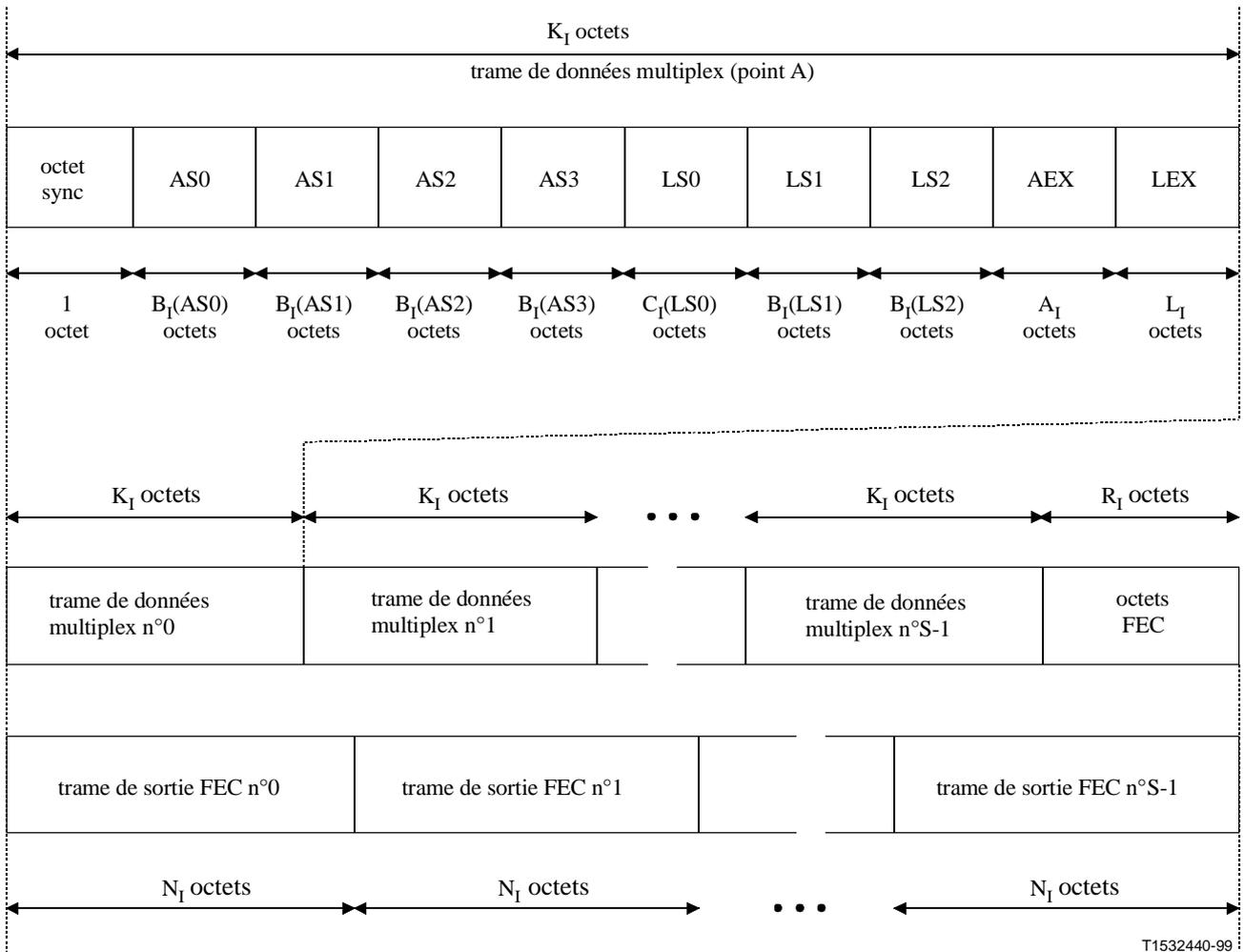


Figure 7-9/G.992.1 – Tampon de données entrelacées – Emetteur ATU-C

Les égalités suivantes s'appliqueront aux paramètres de la Figure 7-9.

$$C_I(LS0) = 0 \quad \text{si } B_I(LS0) = 255(11111111_2) \quad (7-6)$$

$$= B_I(LS0) \quad \text{sinon}$$

$$N_I = (S \times K_I + R_I)/S \quad (7-7)$$

R_I étant le nombre d'octets de redondance FEC et S le nombre de symboles DMT par mot de code FEC,

$$K_I = 1 + \sum_{i=0}^3 B_I(ASi) + A_I + C_I(LS0) + \sum_{j=1}^2 B_I(LSj) + L_I \quad (7-8)$$

où:

$$A_I = \begin{cases} 0 & \text{si } \sum_{i=0}^3 BI(ASi) = 0 \\ 1 & \text{sinon} \end{cases} \quad (7-9)$$

et:

$$L_I = \begin{cases} 0 & \text{si } B_I(ASi) = 0 \text{ pour } i = 0-3 \text{ et } B_I(LSj) = 0 \text{ pour } j = 0-2 \\ 1 & \text{sinon (y compris } B_I(LS0) = 255) \end{cases} \quad (7-10)$$

La trame de données multiplex contiendra toujours au moins l'octet rapide au niveau du point de référence A. Le restant du tampon de données entrelacées sera généré, comme dans le cas du tampon rapide, en remplaçant B_I par B_F . La longueur de chaque trame de données multiplex est égale à K_I octets, comme défini dans la Figure 7-9.

Le codeur FEC traitera S trames de données multiplex et leur ajoutera R_I octets de redondance FEC pour produire le mot de code FEC d'une longueur $N_{FEC} = S \times K_I + R_I$ octets. Les trames de données de sortie FEC contiendront un nombre entier d'octets $N_I = N_{FEC}/S$. Pour les S trames d'un mot de code FEC avec $S > 1$, la trame de données FEC en sortie (point de référence B) chevauchera en partie deux trames de données multiplex pour toutes les trames, à l'exception de la dernière qui contiendra les R_I octets de redondance FEC.

Les trames de données de sortie FEC sont entrelacées avec une distance d'entrelacement spécifiée. Le processus d'entrelacement (voir 7.6.3) provoque un retard variable pour chaque octet de la trame de données de sortie FEC, de sorte que les trames de données d'entrée du codeur de constellation contiendront des octets provenant d'un certain nombre de trames de données FEC différentes. Au niveau du point de référence A de l'émetteur, la trame de données multiplex 0 du tampon de données entrelacées est alignée avec la supertrame ASDL et avec la trame de données multiplex 0 du tampon de données rapides (ceci n'est pas le cas au niveau du point de référence C). Le tampon de données entrelacées au niveau du récepteur aura un retard égal à $(S \times \text{distance d'entrelacement} \times 250) \mu\text{s}$ par rapport au tampon de données rapides et la trame de données 0 (qui contient les bits de contrôle CRC pour le tampon de données entrelacées) apparaîtra avec un retard fixe d'un certain nombre de trames par rapport au début de la supertrame du récepteur.

7.4.1.3 Structure d'hypertrame (uniquement Annexe C)

Voir C.4.3.2 pour l'Annexe C.

7.4.1.4 Structure de sous-trame (uniquement Annexe C)

Voir C.4.3.3 pour l'Annexe C.

7.4.1.5 Contrôle de redondance cyclique (CRC, *cyclic redundancy check*)

Deux contrôles de redondance cycliques (CRC, *cyclic redundancy check*) seront générés pour chaque supertrame, un pour le tampon de données rapides et un pour le tampon de données entrelacées; ces contrôles seront transmis dans la première trame de la supertrame suivante. Huit bits seront alloués aux bits de contrôle CRC pour chaque type de tampon (rapide ou entrelacé) de chaque supertrame (7.4.1.1). Ces bits sont obtenus à partir des k bits du message au moyen de la formule suivante:

$$\text{crc}(D) = M(D) D^8 \text{ modulo } G(D) \quad (7-11)$$

dans laquelle:

$$M(D) = m_0D^{k-1} + m_1D^{k-2} + \dots + m_{k-2}D + m_{k-1} \quad (7-12)$$

représente le polynôme de message,

$$G(D) = D^8 + D^4 + D^3 + D^2 + 1 \quad (7-13)$$

représente le polynôme générateur, et

$$\text{crc}(D) = c_0 D^7 + c_1 D^6 + \dots + c_6 D + c_7 \quad (7-14)$$

représente le polynôme de contrôle; D est l'opérateur de retard. Ceci signifie que le contrôle CRC est égal au reste de la division du polynôme $M(D) D^8$ par $G(D)$. Les bits de contrôle CRC sont véhiculés dans les octets de synchronisation (rapides et entrelacés, à raison de 8 bits par octet) de la trame 0 de chaque tampon de données.

Les bits suivants (coefficients du polynôme de message) sont traités par le contrôle CRC:

- tampon de données rapides:
 - trame 0: octets AS x ($X = 0, 1, 2, 3$) suivis des octets LS x ($X = 0, 1, 2$) et de tout octet AEX et LEX;
 - autres trames: octet rapide suivi des octets AS x ($X = 0, 1, 2, 3$), des octets LS x ($X = 0, 1, 2$) et de tout octet AEX et LEX.
- tampon de données entrelacées:
 - trame 0: octets AS x ($X = 0, 1, 2, 3$) suivis des octets LS x ($X = 0, 1, 2$) et de tout octet AEX et LEX;
 - autres trames: octet sync suivi des octets AS x ($X = 0, 1, 2, 3$), des octets LS x ($X = 0, 1, 2$) et de tout octet AEX et LEX.

Tous les octets seront fournis au contrôle CRC avec le bit le moins significatif en tête.

Le nombre de bits traités par le contrôle CRC dépend de l'allocation des octets aux tampons de données rapides et entrelacés (le nombre d'octets AS x et LS x varie en fonction des couples $[B_F, B_I]$; les octets AEX sont présents dans un tampon si au moins un canal AS x est alloué au tampon en question, les octets LEX sont présents dans un tampon si au moins un canal AS x ou LS x est alloué au tampon en question).

La longueur approximative des champs CRC au sein d'une supertrame ADSL se situera entre 67 et 14 875 octets en raison de la souplesse de l'allocation des canaux supports aux tampons de données rapides et entrelacés.

7.4.2 Synchronisation

Les flux de données en entrée seront synchronisés avec l'horloge du système ADSL (constitué de l'octet de commande de synchronisation et des octets AEX et LEX) si l'horloge de bit des flux de données utilisateur n'est pas en synchronisme avec celle du modem ADSL. Le codage de correction d'erreur vers l'avant s'appliquera toujours à l'octet ou aux octets de commande de synchronisation.

Le mécanisme de commande de synchronisation n'est pas nécessaire si l'horloge de bit des flux de données utilisateur en entrée est en synchronisme avec l'horloge du modem ADSL; l'octet de commande de synchronisation indiquera toujours dans ce cas le code "pas d'action de synchronisation" (voir Tableaux 7-3 et 7-4).

7.4.2.1 Synchronisation du tampon de données rapides

Lorsque l'octet rapide peut être utilisé à cet effet, la commande de synchronisation du tampon de données rapides peut alors s'effectuer dans les trames 2 à 33 et 36 à 67 d'une supertrame ADSL,

comme décrit au 7.4.1.1. Aucune action de synchronisation n'aura lieu pour les trames dont l'octet rapide est utilisé pour véhiculer le contrôle CRC, les bits indicateurs fixes ou le canal EOC.

Le Tableau 7-3 décrit le format de l'octet rapide lorsqu'il est utilisé pour la commande de synchronisation du tampon de données rapides.

Tableau 7-3/G.992.1 – Format d'octet rapide utilisé pour la synchronisation

Bits	Désignation	Codes
sc7, sc6	Désignation du canal support ASx	"00 ₂ ": AS0 "01 ₂ ": AS1 "10 ₂ ": AS2 "11 ₂ ": AS3
sc5, sc4	Commande de synchronisation du canal support ASx désigné	"00 ₂ ": pas d'action de synchronisation "01 ₂ ": ajouter l'octet AEX au canal support ASx désigné "11 ₂ ": ajouter les octets AEX et LEX au canal support ASx "10 ₂ ": supprimer le dernier octet du canal support ASx désigné
sc3, sc2	Désignation du canal support LSx	"00 ₂ ": LS0 "01 ₂ ": LS1 "10 ₂ ": LS2 "11 ₂ ": pas d'action de synchronisation
sc1	Commande de synchronisation du canal support LSx désigné	"1 ₂ ": ajouter l'octet LEX au canal support LSx désigné "0 ₂ ": supprimer le dernier octet du canal support LSx désigné
sc0	Synchronisation/désignation EOC	"0 ₂ ": commande de synchronisation comme indiqué dans sc7-sc1 "1 ₂ ": cet octet fait partie d'une trame EOC

Les systèmes ADSL peuvent avoir besoin d'interfonctionner avec des flux DS1 (à 1,544 Mbit/s) ou DS1C (à 3,152 Mbit/s). L'option de commande de synchronisation, qui permet d'ajouter un à deux octets à un canal support ASx, fournit une capacité de débit supplémentaire suffisante pour le transport transparent de combinaisons de canaux DS1 ou DS1C (sans nécessiter d'opérations d'interprétation ou d'extraction et de régénération sur les structures de trame incorporées dans les flux DS1 ou DS1C). L'algorithme de commande de synchronisation garantit une disponibilité minimale de l'octet rapide dans un certain nombre de trames qui suffit pour maintenir un débit minimal de trames EOC de 4 kbit/s.

Lorsque le débit de données du canal C est égal à 16 kbit/s, le canal support LS0 sera alors transporté dans l'octet LEX en moyenne une trame sur deux; le code utilisé sera "ajouter l'octet LEX au canal LSx désigné" et le canal LS0 le canal désigné.

Si l'horloge de bit des canaux supports en entrée (ASx, LSx) est en synchronisme avec l'horloge du modem ADSL, les systèmes ADSL n'ont alors pas besoin d'effectuer de commande de synchronisation par ajout ou suppression d'octets AEX ou LEX sur les canaux ASx et LSx désignés; l'octet de commande de synchronisation indiquera "pas d'action de synchronisation" (c'est-à-dire avec un codage "XX0011X0₂" pour les bits sc7-0, X représentant des bits quelconques).

7.4.2.2 Synchronisation du tampon de données entrelacées

Lorsque l'octet "sync" peut être utilisé à cet effet, la commande de synchronisation du tampon de données entrelacées peut alors s'effectuer dans les trames 1 à 67 d'une supertrame ADSL, comme décrit au 7.4.1.1. Aucune action de synchronisation n'aura lieu pour la trame de données 0, lorsque

l'octet "sync" est utilisé pour le contrôle CRC pendant les trames pour lesquelles l'octet LEX véhicule le canal AOC.

Le Tableau 7-4 décrit le format de l'octet "sync" lorsqu'il est utilisé pour la commande de synchronisation du tampon de données entrelacées. Dans le cas où aucun signal n'est alloué au tampon de données entrelacées, l'octet "sync" véhiculera alors directement les données AOC, comme indiqué dans la Figure 7-7 du 7.4.1.1.

Tableau 7-4/G.992.1 – Format d'octet "sync" utilisé pour la synchronisation

Bits	Désignation	Codes
sc7, sc6	Désignation du canal support ASx	"00 ₂ ": AS0 "01 ₂ ": AS1 "10 ₂ ": AS2 "11 ₂ ": AS3
sc5, sc4	Commande de synchronisation du canal support ASx désigné	"00 ₂ ": pas d'action de synchronisation "01 ₂ ": ajouter l'octet AEX au canal support ASx désigné "11 ₂ ": ajouter les octets AEX et LEX au canal support ASx "10 ₂ ": supprimer le dernier octet du canal support ASx désigné
sc3, sc2	Désignation du canal support LSx	"00 ₂ ": LS0 "01 ₂ ": LS1 "10 ₂ ": LS2 "11 ₂ ": pas d'action de synchronisation
sc1	Commande de synchronisation du canal support LSx désigné	"1 ₂ ": ajouter l'octet LEX au canal support LSx désigné "0 ₂ ": supprimer le dernier octet du canal support LSx désigné
sc0	Synchronisation/désignation AOC	"0 ₂ ": commande de synchronisation comme indiqué dans sc7-sc1 "1 ₂ ": l'octet LEX véhicule un canal de données de commande ADSL; la commande de synchronisation est autorisée pour les codes "ajouter AEX" ou "supprimer" dans les bits sc7-sc1

Les systèmes ADSL peuvent avoir besoin d'un interfonctionnement avec des flux DS1 (à 1,544 Mbit/s) ou DS1C (à 3,152 Mbit/s). L'option de commande de synchronisation, qui permet d'ajouter un à deux octets à un canal support ASx, fournit une capacité de débit supplémentaire suffisante pour le transport transparent de combinaisons de canaux DS1 ou DS1C (sans nécessiter des opérations d'interprétation ou d'extraction et de régénération sur les structures de trame contenues dans les flux DS1 ou DS1C).

Lorsque le débit de données du canal C est égal à 16 kbit/s, le canal support LS0 sera alors transporté dans l'octet LEX en moyenne une trame sur deux; le code utilisé sera "ajouter l'octet LEX au canal LSx désigné" et le canal LS0 sera le canal désigné.

Si l'horloge de bit des canaux supports en entrée (ASx, LSx) est en synchronisme avec l'horloge du modem ADSL, les systèmes ADSL n'ont alors pas besoin d'effectuer de commande de synchronisation par ajout ou suppression d'octets AEX ou LEX sur les canaux ASx et LSx désignés et l'octet de commande de synchronisation indiquera "pas d'action de synchronisation" (c'est-à-dire avec le codage "XX0011XX₂", des bits, X représentant un bit quelconque). L'octet LEX véhiculera le canal AOC lorsque sc0 est positionné sur "1". L'octet LEX sera codé 00₁₆. lorsque le bit sc0 est positionné sur "1". Le bit sc0 ne peut être positionné sur "0" qu'entre des transmissions de 5 messages AOC identiques concaténés.

7.4.3 Format de trame avec débit supplémentaire réduit

Le format de trame décrit au 7.4.1.2 inclut un débit supplémentaire permettant la synchronisation de sept canaux supports ASx et LSx. L'équipement ADSL peut fonctionner dans un mode avec débit supplémentaire réduit lorsque la fonction de synchronisation décrite au 7.4.2 n'est pas requise. Ce mode englobe la totalité du débit supplémentaire complet à l'exception de la commande de synchronisation. La structure de trame sera telle qu'elle est définie au 7.4.3.1 ou 7.4.3.2 lorsque le format de trame avec débit supplémentaire réduit est utilisé.

7.4.3.1 Format de trame avec débit supplémentaire réduit et octets rapides et "sync" distincts

Les octets AEX et LEX seront éliminés du format de trame ADSL et les octets rapides et "sync" véhiculeront des informations de débit supplémentaire, telles qu'elles sont décrites au 7.4.1.2. L'octet rapide véhicule le contrôle CRC du tampon rapide, les bits indicateurs et les messages EOC; l'octet "sync" véhicule le contrôle CRC du tampon entrelacé et les messages AOC. L'assignation des fonctions de débit supplémentaire aux octets rapides et "sync" pour les deux formats de trame avec débit supplémentaire complet et réduit se fera conformément au Tableau 7-5.

La structure du tampon de données rapides dans le cas du format de trame avec débit supplémentaire réduit et avec octets rapides et "sync" distincts sera conforme à la description du 7.4.1.2.1, avec les octets A_F et L_F positionnés sur "0". La structure du tampon de données entrelacées se conformera à la description du 7.4.1.2.2 avec les octets A_I et L_I positionnés sur "0".

Tableau 7-5/G.992.1 – Fonctions de débit supplémentaire pour les modes de trame

Numéro de trame	Mode avec débit supplémentaire complet		Mode avec débit supplémentaire réduit	
	Synchronisation rapide	Synchronisation entrelacée	Synchronisation rapide	Synchronisation entrelacée
0	CRC rapide	CRC entrelacé	CRC rapide	CRC entrelacé
1	IB0-7	sync ou AOC	IB0-7	AOC
34	IB8-15	sync ou AOC	IB8-15	AOC
35	IB16-23	sync ou AOC	IB16-23	AOC
autres trames	sync ou EOC	sync ou AOC	sync ou EOC (Note)	AOC

NOTE – Seul le code "pas d'action de synchronisation" sera utilisé dans le mode avec débit supplémentaire réduit.

7.4.3.2 Format de trame avec débit supplémentaire réduit et octets rapides et "sync" communs

Les données sont assignées à un seul tampon de données (rapide ou entrelacé) dans le mode avec latence unique. L'octet rapide sera utilisé pour véhiculer les informations supplémentaires si les données sont assignées uniquement au tampon rapide. Seul l'octet "sync" sera utilisé pour véhiculer les informations supplémentaires si les données sont assignées uniquement au tampon entrelacé. La mise en trame avec débit supplémentaire réduit ainsi que les octets rapides et "sync" communs ne seront pas utilisés dans le cas d'un fonctionnement en mode avec latence duale.

Dans le cas de systèmes ADSL qui transportent des données au moyen d'un seul tampon de données (rapide ou entrelacé), les fonctions d'indicateur CRC, EOC et AOC seront véhiculées dans un octet supplémentaire unique assigné à une trame de données distinctes au sein de la structure de

supertrame. Le contrôle CRC est contenu dans la trame 0 et les bits indicateurs dans les trames 1, 34, et 35. Les octets AOC et EOC sont assignés en alternance à deux trames successives. L'assignation des fonctions de débit supplémentaire se fera comme indiqué dans le Tableau 7-6 dans le cas d'un équipement ADSL qui fonctionne dans le mode avec latence unique, avec débit supplémentaire réduit et octets rapides et "sync" communs.

Un seul tampon de données sera utilisé dans le mode avec latence unique qui utilise le format de trame avec débit supplémentaire réduit et octets rapides et "sync" communs. La structure du tampon sera telle qu'elle est décrite au 7.4.1.2.1 et le tampon de données rapides sera vide (avec les octets A_F et L_F positionnés sur "0"). Dans le cas du tampon de données entrelacées, la structure sera telle qu'elle est décrite au 7.4.1.2.2 (avec les octets A_I et L_I positionnés sur "0") et le tampon de données rapides sera vide (pas d'octet rapide et $K_F = 0$).

Tableau 7-6/G.992.1 – Fonctions de débit supplémentaire pour le mode avec débit supplémentaire réduit et octets rapides et "sync" communs

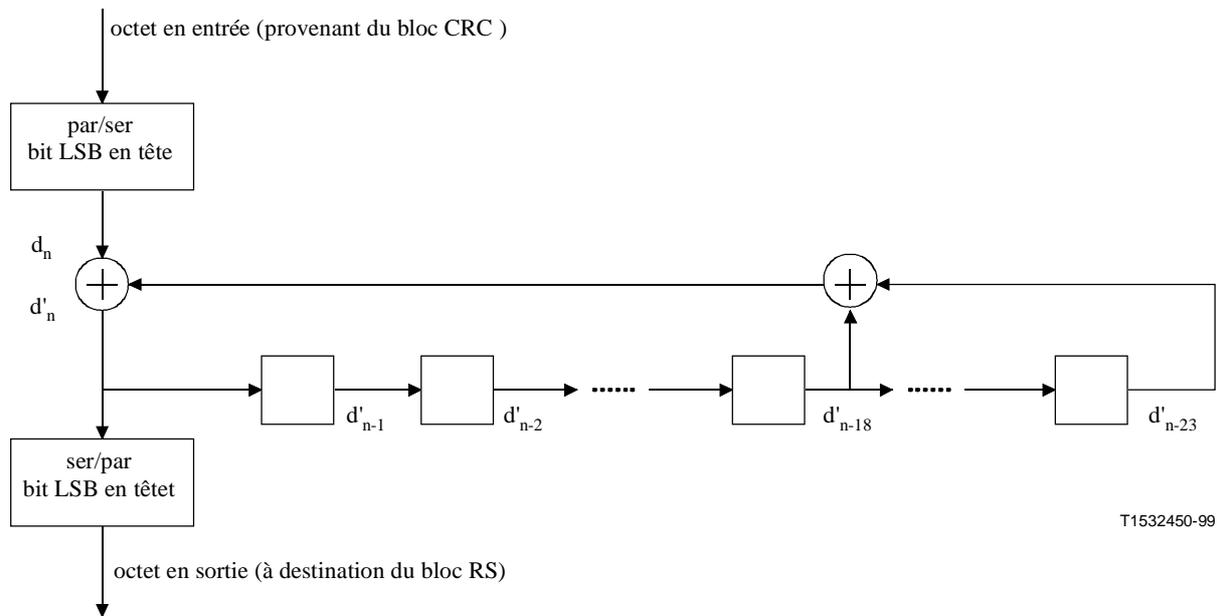
Numéro de trame	(Tampon rapide seul) Format de l'octet rapide	(Tampon entrelacé seul) Format de l'octet "sync"
0	CRC rapide	CRC entrelacé
1	IB0-7	IB0-7
34	IB8-15	IB8-15
35	IB16-23	IB16-23
$4n+2, 4n+3$ avec $n = 0...16, n \neq 8$	EOC ou sync (Note)	EOC ou sync (Note)
$4n, 4n+1$ avec $n = 0...16, n \neq 0$	AOC	AOC
NOTE – Seul le code "pas d'action de synchronisation" sera utilisé dans le mode avec débit supplémentaire réduit.		

7.5 Embrouilleurs

Les sorties des flux de données binaires (avec le bit LSB en tête pour chaque octet) des tampons de données rapides et entrelacées seront embrouillées séparément en utilisant dans les deux cas l'algorithme suivant:

$$d'_n = d_n \oplus d'_{n-18} \oplus d'_{n-23} \quad (7-15)$$

dans lequel d_n représente la sortie de rang n du tampon rapide ou entrelacé (c'est-à-dire, en entrée de l'embrouilleur) et d'_n la sortie de rang n de l'embrouilleur correspondant. La Figure 7-10 illustre ce processus.



T1532450-99

Figure 7-10/G.992.1 – Embrouilleur

L'embrouillage s'applique au flux de données série sans référence à une trame ou synchronisation quelconque. Le désembrouillage peut, de même, s'effectuer indépendamment de la synchronisation de symbole.

7.6 Correction d'erreur vers l'avant

L'unité ATU-C prendra en charge l'émission vers l'aval avec au moins l'une des combinaisons de capacités de codage FEC figurant dans le Tableau 7-7.

Tableau 7-7/G.992.1 – Capacités de codage minimales pour l'unité ATU-C

Paramètre	Tampon rapide	Tampon entrelacé
Octets de parité par mot de code RS	$R_F = 0, 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16$ (Note 1)	$R_I = 0, 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16$ (Notes 1 et 2)
Symboles DMT par mot de code RS	$S = 1$	$S = 1, 2, 4, 8, 16$
Distance d'entrelacement	Ne s'applique pas	$D = 1, 2, 4, 8, 16, 32, 64$
NOTE 1 – R_F peut être > 0 seulement si $K_F > 0$, et R_I peut être > 0 seulement si $K_I > 0$.		
NOTE 2 – R_I sera un multiple de S .		

L'unité ATU-C prendra également en charge l'émission vers l'amont avec au moins l'une des combinaisons de capacités de codage FEC indiquées dans le Tableau 8-3.

7.6.1 Codage Reed-Solomon

Un nombre R (c'est-à-dire, R_F ou R_I) d'octets de contrôle redondant $c_0, c_1, \dots, c_{R-2}, c_{R-1}$ sera ajouté aux K (c'est-à-dire, K_F ou $S \times K_I$) octets de message $m_0, m_1, \dots, m_{K-2}, m_{K-1}$ pour constituer un mot de code Reed-Solomon d'une taille de $N = K + R$ octets. Les octets de contrôle sont calculés à partir des octets de message au moyen de la formule suivante:

$$C(D) = M(D) D^R \text{ modulo } G(D) \quad (7-16)$$

dans laquelle:

$$M(D) = m_0 D^{K-1} + m_1 D^{K-2} + \dots + m_{K-2} D + m_{K-1} \quad (7-17)$$

représente le polynôme de message,

$$C(D) = c_0 D^{R-1} + c_1 D^{R-2} + \dots + c_{R-2} D + c_{R-1} \quad (7-18)$$

représente le polynôme de contrôle, et

$$G(D) = \prod_{i=0}^{R-1} (D + \alpha^i) \quad (7-19)$$

représente le polynôme générateur du code Reed-Solomon, l'index de l'opération de multiplication prenant les valeurs de $i = 0$ à $R-1$. Ceci signifie que le polynôme $C(D)$ est le reste de la division de $M(D) D^R$ par $G(D)$. Les opérations arithmétiques sont effectuées dans le champ de Galois GF(256), et α est un élément primitif qui satisfait au polynôme primitif binaire $x^8 + x^4 + x^3 + x^2 + 1$. Un octet de données ($d_7, d_6, \dots, d_1, d_0$) est identifié par l'élément $d_7\alpha^7 + d_6\alpha^6 \dots + d_1\alpha + d_0$ du champ de Galois.

Le nombre R d'octets de contrôle et la taille N du mot de code varient comme indiqué au 7.4.

7.6.2 Synchronisation de la supertrame Reed-Solomon de correction d'erreur vers l'avant

L'unité ATU alignera le premier octet du premier mot de code Reed-Solomon avec le premier octet de données de la trame DF 0 lorsqu'elle passe dans la phase active (état SHOWTIME) à la fin de la phase d'initialisation et de conditionnement rapide.

7.6.3 Entrelacement

Les mots de code Reed-Solomon dans le tampon entrelacé seront entrelacés par convolution. La distance d'entrelacement est variable, comme indiqué au 7.4, mais sera toujours une puissance de 2. L'entrelacement par convolution est défini par la règle suivante:

chacun des N octets B_0, B_1, \dots, B_{N-1} d'un mot de code Reed-Solomon est retardé d'une quantité qui croît de manière linéaire avec le rang de l'octet. D'une manière plus précise, l'octet D_i (de rang i) est retardé d'un nombre de $(D-1) \times i$ octets, D étant la distance d'entrelacement.

Le Tableau 7-8 donne un exemple correspondant à $N = 5$ et $D = 2$, dans lequel B_{ji} désigne l'octet de rang i du mot de code de rang j .

Tableau 7-8/G.992.1 – Exemple d'entrelacement par convolution avec $N = 5$ et $D = 2$

Entrée de l'entrelaceur	B_{j0}	B_{j1}	B_{j2}	B_{j3}	B_{j4}	B_{j+10}	B_{j+11}	B_{j+12}	B_{j+13}	B_{j+14}
Sortie de l'entrelaceur	B_{j0}	B_{j-13}	B_{j1}	B_{j-14}	B_{j2}	B_{j+10}	B_{j3}	B_{j+11}	B_{j4}	B_{j+12}

Les octets sortant de l'entrelaceur occupent toujours des créneaux temporels distincts avec la règle définie ci-dessus et les distances d'entrelacement choisies (puissances de 2). Un octet vide sera ajouté en tête du mot de code à l'entrée de l'entrelaceur lorsque N est pair. Le mot de code de longueur impaire qui en résulte est entrelacé par convolution et l'octet vide sera supprimé à la sortie de l'entrelaceur.

7.6.4 Prise en charge de débits binaires supérieurs avec $S = 1/2$ (optionnelle)

Le débit de la ligne ADSL aval est limité à environ 8 Mbit/s par itinéraire de latence pour un débit de 4000 trames de données par seconde et un maximum de 255 octets par trame (taille maximale du mot de code RS). Ce débit de ligne maximal peut être porté à 16 Mbit/s environ pour l'itinéraire

entrelacé en mappant deux mots de code RS dans une trame de données FEC (c'est-à-dire, en utilisant $S = 1/2$ sur l'itinéraire entrelacé). La valeur $S = 1/2$ sera utilisée uniquement dans le sens aval sur le canal support AS0. La prise en charge de $S = 1/2$ est optionnelle.

Lorsque les K_I octets de données par trame de données multiplex entrelacées ne peuvent pas être placés dans un seul mot de code RS, c'est-à-dire lorsque K_I est tel que $K_I + R > 255$, les K_I octets de données seront répartis sur deux mots de code RS consécutifs. Si K_I est pair, le premier et le deuxième mot de code ont alors la même longueur $N_{I1} = N_{I2} = (K_I/2 + R_I)$; dans le cas contraire, la longueur du premier mot de code est supérieure d'un octet à celle du deuxième, c'est-à-dire que la longueur de premier mot de code est égale à $N_{I1} = (K_I + 1)/2 + R_I$ octets et celle du deuxième à $N_{I2} = (K_I - 1)/2 + R_I$ octets. Pour la trame de données de correction FEC en sortie, $N_I = N_{I1} + N_{I2}$, avec $N_I < 511$ octets.

L'entrelacement par convolution nécessite que tous les mots de code aient la même longueur impaire. Une insertion d'un octet vide (non transmis) peut être nécessaire pour rendre impaire la longueur du mot de code. Dans le cas $S = 1/2$, l'ajout d'un octet vide à l'un ou l'autre des mots de code ou au deux à l'entrée de l'entrelacement se fera comme indiqué par le Tableau 7-9.

Tableau 7-9/G.992.1 – Insertion d'octet vide au niveau de l'entrée de l'entrelacement pour $S = 1/2$

N_{I1}	N_{I2}	Action d'insertion d'octet vide
Impair	Impair	Aucune action
Pair	Pair	Ajouter un octet vide au début des deux mots de code
Impair	Pair	Ajouter un octet vide au début du deuxième mot de code
Pair	Impair	Ajouter un octet vide au début du premier mot de code et deux octets vides au début du deuxième [le processus de désentrelacement insérera un octet vide dans la matrice de désentrelacement au niveau du premier octet et de l'octet de rang $(D + 1)$ du mot de code correspondant pour assurer un fonctionnement correct de l'adressage].

7.7 Mise en ordre des tonalités

Les amplitudes importantes du signal DMT risquent d'être écrêtées par le convertisseur numérique/analogique en raison du rapport important entre la valeur de crête et la valeur moyenne du signal DMT dans le domaine des temps (la distribution des amplitudes est pratiquement gaussienne). Le signal d'erreur résultant de l'écrêtage peut être considéré comme une impulsion négative venant s'ajouter à l'échantillon temporel écrêté. La puissance de l'erreur d'écrêtage est distribuée de manière pratiquement égale sur toutes les tonalités du symbole affecté. Il est donc probable que l'écrêtage aura tendance à provoquer des erreurs sur les tonalités auxquelles un grand nombre de bits a été affecté en prévision de la réception d'un rapport signal sur bruit plus important (et qui correspondent de ce fait à une constellation plus dense). Ces erreurs transitoires peuvent être corrigées de manière fiable par le codage FEC si les tonalités correspondant aux nombres de bits les plus élevés ont été assignées au tampon entrelacé.

Le nombre de bits et le gain relatif utilisés pour chaque tonalité seront calculés par le récepteur de l'unité ATU-R et renvoyés à l'unité ATU-C conformément à un protocole défini (voir 10.9.14). Les couples de nombres sont en général stockés dans une table de bits et de gains dans l'ordre des fréquences ou des rangs i des tonalités.

Le codage avec "mise en ordre" des fréquences assignera les $8 \times N_F$ premiers bits du tampon de données rapides (voir 7.4) aux tonalités auxquelles ont été assignés les plus petits nombres de bits, puis les $8 \times N_I$ bits du tampon de données entrelacées aux tonalités restantes.

Toutes les tonalités seront codées en utilisant le nombre de bits qui leur a été assigné et une tonalité peut de ce fait contenir un mélange de bits issus du tampon rapide et du tampon entrelacé.

La table de bits ordonnée b'_i sera dérivée de la manière suivante de la table de bit b_i d'origine:

Pour $k = 0$ à 15 {

trouver dans la table de bits l'ensemble de toutes les valeurs de l'index i correspondant à un nombre de bits par tonalité $b_i = k$

assigner la valeur b_i à la table d'allocation de bit ordonnée par ordre ascendant de i

}

Une procédure symétrique d'annulation de l'ordre devrait être appliquée au niveau du récepteur ATU-R. Il n'est toutefois pas nécessaire de transmettre les résultats du processus de mise en ordre au récepteur, parce que la table de bits a été créée au départ par l'ATU-R et contient de ce fait toutes les informations nécessaires à l'annulation de l'ordre.

Les Figures 7-11 et 7-12 présentent un exemple de mise en ordre et d'extraction de bit (respectivement avec et sans codage par treillis) dans le cas d'une tonalité DMT à six valeurs avec, dans un but de simplification, $N_F = 1$ et $N_I = 1$).

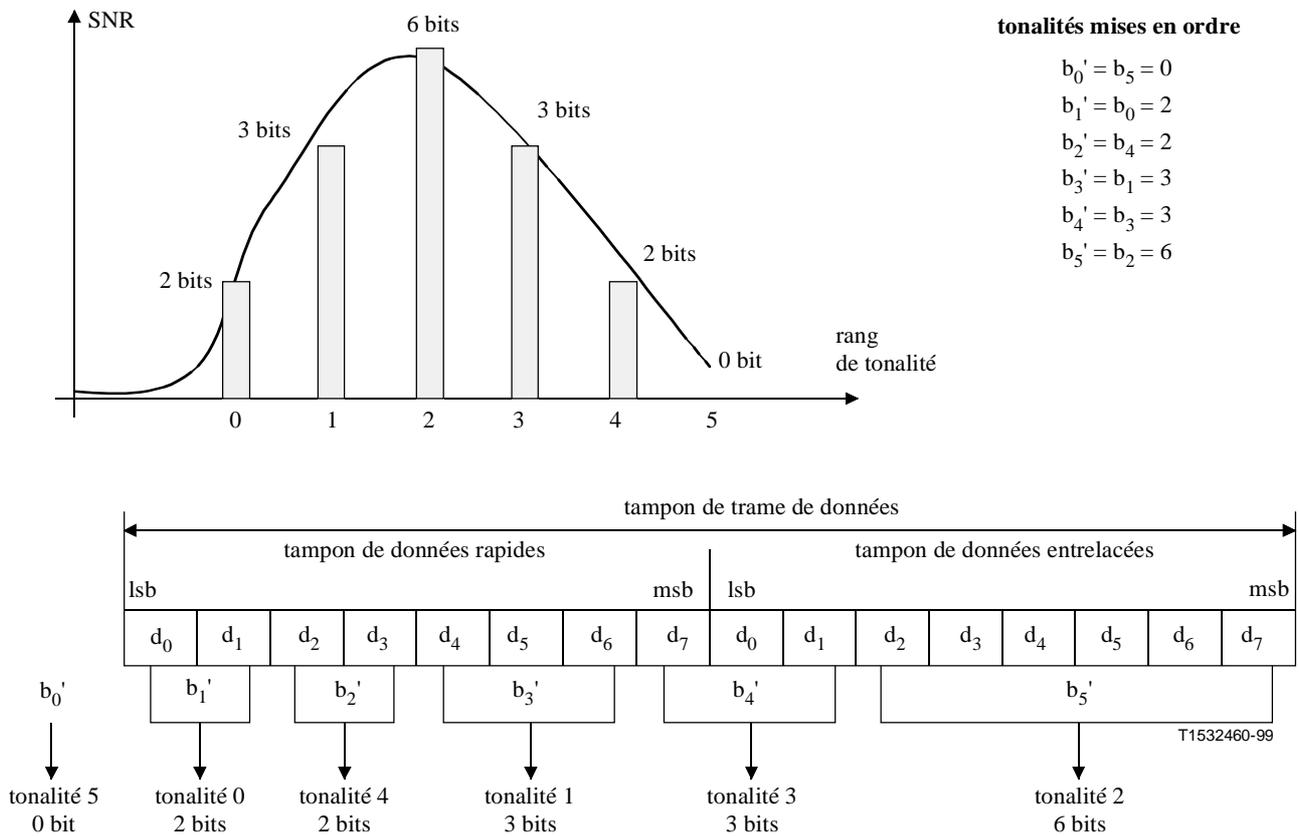


Figure 7-11/G.992.1 – Exemple de mise en ordre de tonalités et d'extraction de bit (sans codage par treillis)

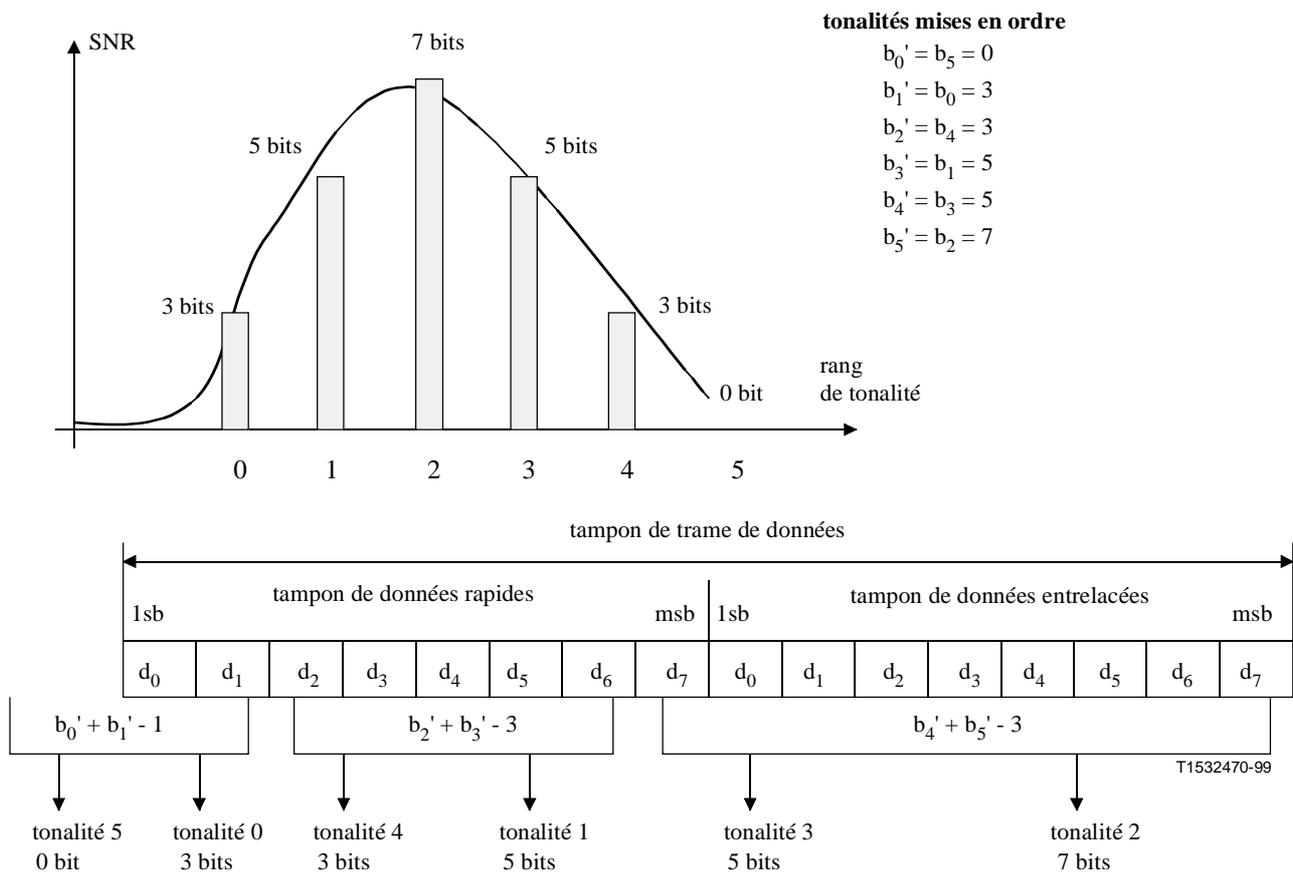


Figure 7-12/G.992.1 – Exemple de mise en ordre de tonalités et d'extraction de bit (avec codage par treillis)

7.8 Codeur de constellation (version avec code de treillis)

Le traitement optionnel du code de treillis de Wei avec 16 états et 4 dimensions peut être utilisé pour améliorer les performances du système. Un codeur de constellation algorithmique sera utilisé pour générer des constellations avec un nombre maximal de bits égal à N_{downmax} , avec $8 \leq N_{\text{downmax}} \leq 15$.

7.8.1 Extraction de bit

Les octets de données seront extraits du tampon de données avec le bit le moins significatif en tête, conformément à une table d'allocation de bit b'_i avec remise en ordre. Compte tenu du codage à 4 dimensions, l'extraction se fait par couple de bits b'_i et non bit par bit comme dans le cas sans codage par treillis. La table d'allocation de bits b'_i spécifie en outre le nombre de bits codés par tonalité pour tenir compte de l'expansion résultant du codage; ce nombre peut prendre toute valeur entre 2 et 15. Un couple (x, y) de bits consécutifs b'_i , $x + y - 1$ (correspondant à une expansion de constellation de 1 bit pour 4 dimensions, soit 0,5 bit par tonalité) est extrait du tampon de données. Ces $(z = x + y - 1)$ bits $(t_z, t_{z-1}, \dots, t_1)$ sont utilisés pour générer le mot u comme indiqué dans le Tableau 7-10. La procédure de mise en ordre des tonalités garantit que $x \leq y$. Les constellations à 1 bit ne sont pas autorisées, car elles peuvent être remplacées par des constellations à 2 bits de la même énergie moyenne. Voir 7.8.2 en ce qui concerne la justification de la forme du mot u pour le cas $x = 0, y > 1$.

Tableau 7-10/G.992.1 – Constitution du mot binaire u

Condition	Mot binaire/commentaire
$x > 1, y > 1$	$u = (t_z, t_{z-1}, \dots, t_1)$
$x = 1, y \geq 1$	Condition interdite
$x = 0, y > 1$	$u = (t_z, t_{z-1}, \dots, t_2, 0, t_1, 0)$
$x = 0, y = 0$	Extraction de bit non nécessaire, pas de message transmis
$x = 0, y = 1$	Condition interdite
NOTE – t_1 est le premier bit extrait du tampon de trame de données.	

Les deux derniers symboles à 4 dimensions du symbole DMT seront choisis de manière à forcer le retour à l'état nul du codeur convolutionnel. Les deux bits LSB du mot u de chacun de ces symboles sont prédéterminés et $(x + y - 3)$ bits seulement seront extraits du tampon de trame de données et alloués aux bits t_3, t_4, \dots, t_z .

7.8.2 Conversion de bit

Le mot binaire $u = (u_{z'}, u_{z'-1}, \dots, u_1)$ détermine deux mots binaires $v = (v_{z'-y}, \dots, v_0)$ et $w = (w_{y-1}, \dots, w_0)$ qui sont utilisés pour rechercher deux points de constellation dans la table de constellations du codeur. Dans le cas général avec $x > 1$ et $y > 1$, on a $z' = z = x + y - 1$ et les mots v et w contiennent respectivement x et y bits. Dans le cas particulier $x = 0$ et $y > 1$, on a $z' = z + 2 = y + 1$, $v = (v_1, v_0) = 0$ et $w = (w_{y-1}, \dots, w_0)$. Les bits (u_3, u_2, u_1) déterminent les couples (v_1, v_0) et (w_1, w_0) conformément à la Figure 7-13.

Le codeur convolutionnel de la Figure 7-13 est systématique (c'est-à-dire que u_1 et u_2 sont retransmis sans modification) comme le montre la Figure 7-14. Les états du codeur convolutionnel (S_3, S_2, S_1, S_0) sont utilisés comme étiquettes pour les états du treillis représentés dans la Figure 7-16. Cet état est initialisé à $(0, 0, 0, 0)$ au début d'une période de symbole DMT.

Les autres bits des mots v et w proviennent respectivement des parties les moins significatives de $(u_{z'}, u_{z'-1}, \dots, u_4)$. Lorsque $x > 1$ et $y > 1$, alors $v = (u_{z'-y+2}, u_{z'-y+1}, \dots, u_4, v_1, v_0)$ et $w = (u_{z'}, u_{z'-1}, \dots, u_{z'-y+3}, w_1, w_0)$. Les algorithmes d'extraction et de conversion de bit ont été conçus de manière à ce que $v_1 = v_0 = 0$ lorsque $x = 0$. Les mots binaires v et w sont fournis successivement à l'entrée du codeur de constellation.

Les deux bits LSB u_1 et u_2 du dernier symbole à 4 dimensions au sein du symbole DMT sont soumis aux contraintes $u_1 = S_1 \oplus S_3$, et $u_2 = S_2$, de manière à provoquer le retour à l'état final nul $(0, 0, 0, 0)$.

7.8.3 Partition de l'ensemble "coset" et diagramme de treillis

La constellation étendue d'un système de modulation à code treillis est étiquetée et subdivisée en deux sous-ensembles (appelés co-ensembles) en utilisant un procédé appelé "mappage par partition d'ensemble". Chacun des co-ensembles en code de Wei à quatre dimensions peut être représenté comme l'union de deux produits cartésiens de deux co-ensembles à 2 dimensions, par exemple $C_4^0 = (C_2^0 \times C_2^1) \cup (C_2^2 \times C_2^3)$. Les quatre co-ensembles à 2 dimensions sont représentés dans la Figure 7-15.

L'algorithme de codage garantit que les deux bits les moins significatifs de chaque point de constellation contiennent l'index i du co-ensemble C_2^i à 2 dimensions auquel appartient le point de constellation. Les bits (v_1, v_0) et (w_1, w_0) sont en fait les représentations binaires de cet index.

Les trois bits (u_2, u_1, u_0) sont utilisés pour choisir l'une des possibilités parmi les 8 co-ensembles à 4 dimensions. Les étiquettes C_4^i sont attribuées aux 8 co-ensembles, i correspondant au nombre entier en représentation binaire (u_2, u_1, u_0). Le bit u_3 supplémentaire (se référer à la Figure 7-13) est le critère de choix de l'un des deux produits cartésiens de co-ensembles à 2 dimensions du co-ensemble à 4 dimensions. Cette relation est présentée dans le Tableau 7-11. Les bits (v_1, v_0) et (w_1, w_0) sont calculés à partir des bits (u_3, u_2, u_1, u_0) en appliquant les formules linéaires de la Figure 7-13.

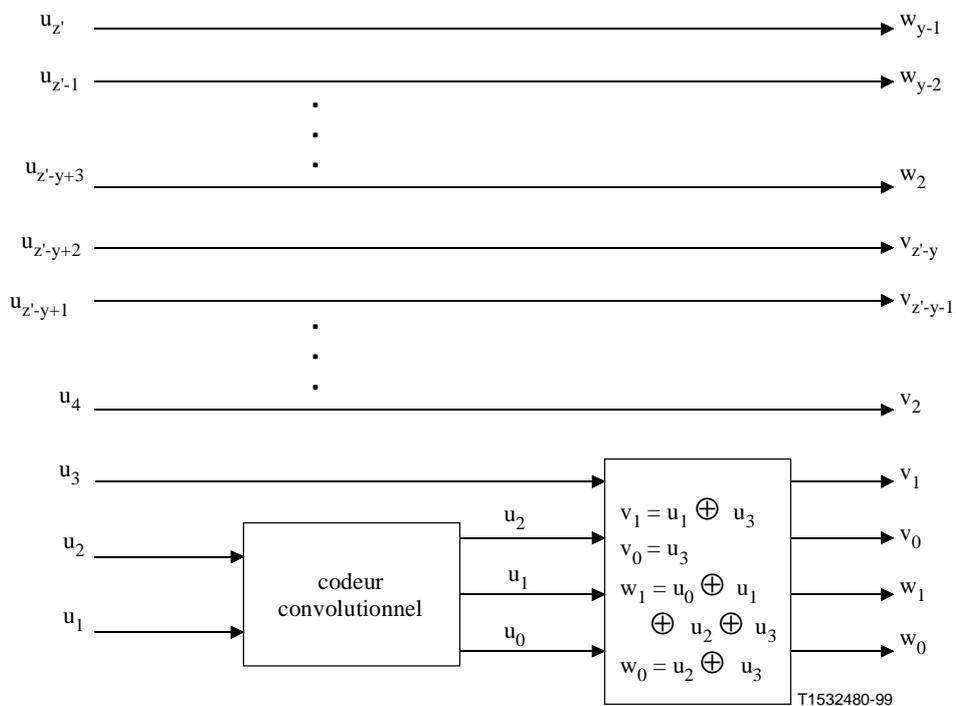


Figure 7-13/G.992.1 – Calcul des bits v et w à partir des bits u

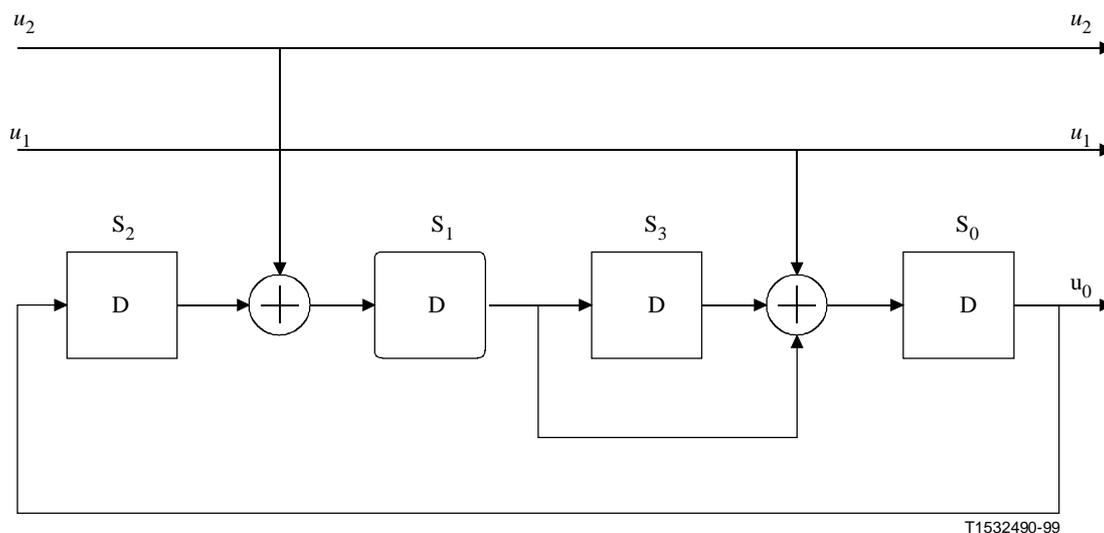


Figure 7-14/G.992.1 – Machine à états finis pour le codeur de Wei

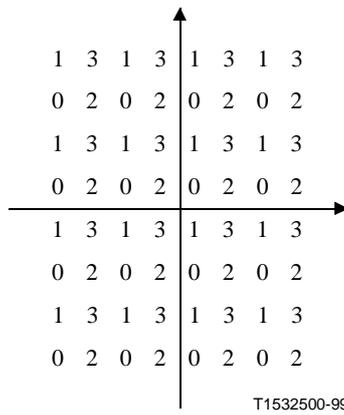


Figure 7-15/G.992.1 – Codeur convolutionnel

Tableau 7-11/G.992.1 – Relations entre les ensembles coset à 4 et 2 dimensions

Co-ensemble 4-D	u_3	u_2	u_1	u_0	v_1	v_0	w_1	w_0	Co-ensemble 2-D
C_4^0	0	0	0	0	0	0	0	0	$C_2^0 \times C_2^0$
	1	0	0	0	1	1	1	1	$C_2^3 \times C_2^3$
C_4^4	0	1	0	0	0	0	1	1	$C_2^0 \times C_2^3$
	1	1	0	0	1	1	0	0	$C_2^3 \times C_2^0$
C_4^2	0	0	1	0	1	0	1	0	$C_2^2 \times C_2^2$
	1	0	1	0	0	1	0	1	$C_2^1 \times C_2^1$
C_4^6	0	1	1	0	1	0	0	1	$C_2^2 \times C_2^1$
	1	1	1	0	0	1	1	0	$C_2^1 \times C_2^2$
C_4^1	0	0	0	1	0	0	1	0	$C_2^0 \times C_2^2$
	1	0	0	1	1	1	0	1	$C_2^3 \times C_2^1$
C_4^5	0	1	0	1	0	0	0	1	$C_2^0 \times C_2^1$
	1	1	0	1	1	1	0	1	$C_2^3 \times C_2^2$
C_4^3	0	0	1	1	1	0	0	0	$C_2^2 \times C_2^0$
	1	0	1	1	0	1	1	1	$C_2^1 \times C_2^3$
C_4^7	0	1	1	1	1	0	1	1	$C_2^2 \times C_2^3$
	1	1	1	1	0	1	0	0	$C_2^1 \times C_2^0$

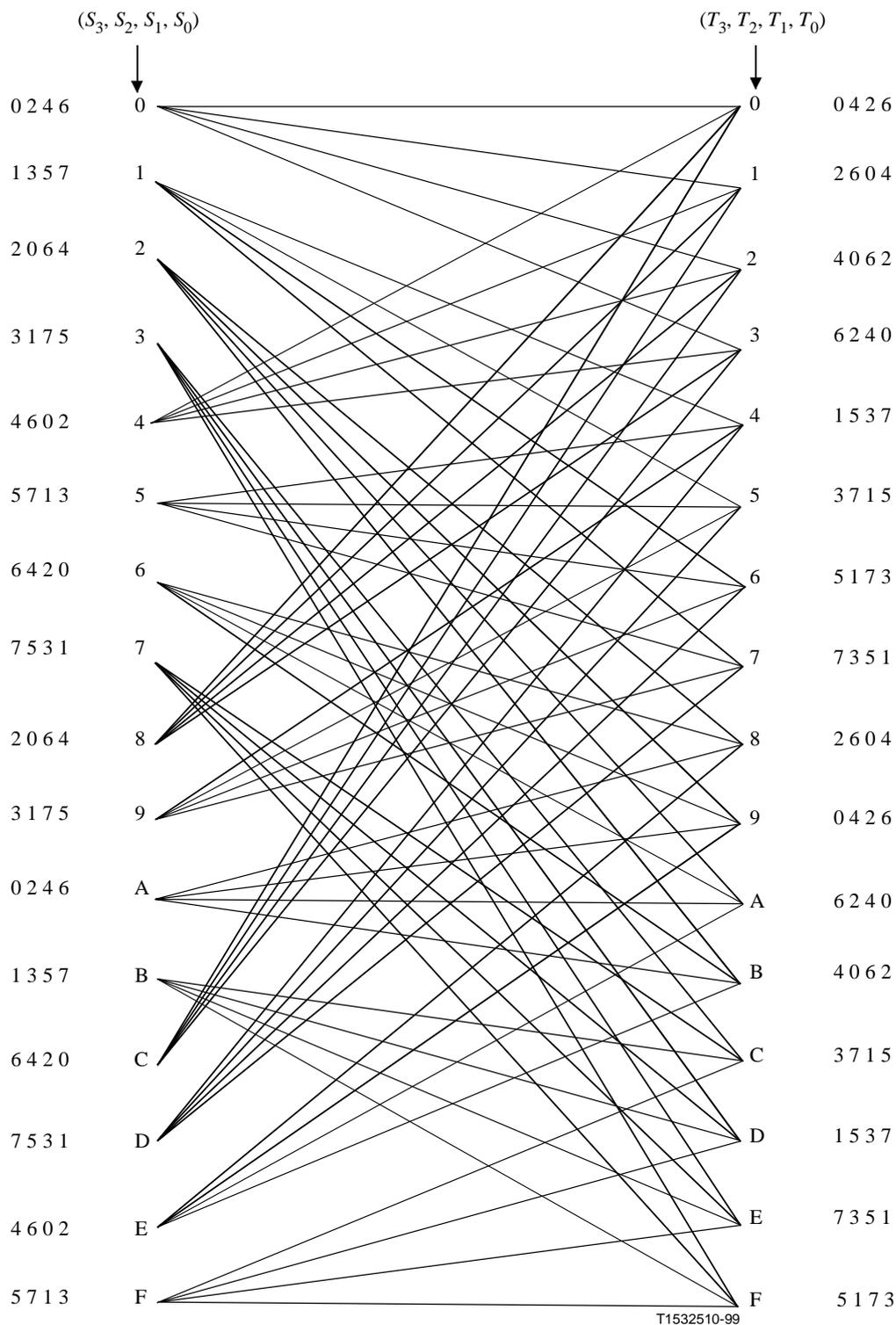


Figure 7-16/G.992.1 – Diagramme en treillis

La Figure 7-16 représente le diagramme en treillis basé sur la machine à états finis de la Figure 7-14, ainsi que la correspondance biunivoque entre les bits (u_2, u_1, u_0) et les co-ensembles à 4 dimensions. Dans les figures, l'état $S = (S_3, S_2, S_1, S_0)$ représente l'état actuel de la machine à états finis et l'état $T = (T_3, T_2, T_1, T_0)$, l'état suivant. Les états S et T sont reliés dans le diagramme en constellation, par un arc déterminé par les valeurs de u_2 et u_1 . L'arc porte une étiquette correspondant au co-ensemble à 4 dimensions spécifié par les valeurs de u_2, u_1 (et $u_0 = S_0$, se référer à la Figure 7-15). Afin d'améliorer la lisibilité du diagramme de constellation, les indices des étiquettes

des co-ensembles à 4 dimensions sont indiqués à côté des points d'origine et d'arrivée des arcs plutôt que sur les arcs mêmes. L'étiquette située la plus à gauche correspond à la branche la plus haute de chacun des états. Le diagramme de constellation est utilisé pour le décodage du code de treillis au moyen de l'algorithme de Viterbi.

7.8.4 Codeur de constellation

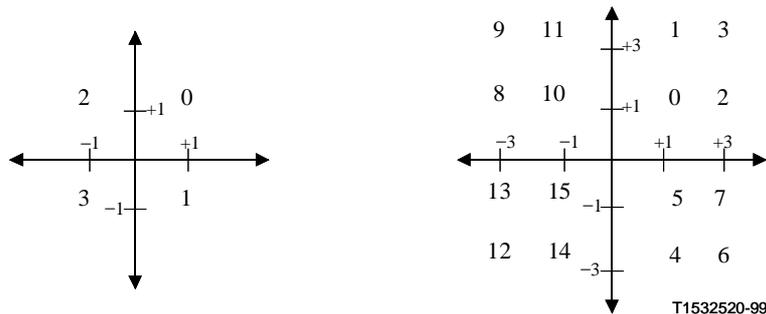
Le codeur sélectionnera pour une sous-porteuse donnée un point entier impair (X, Y) dans la grille de constellation carrée en se basant sur b bits $\{v_{b-1}, v_{b-2}, \dots, v_1, v_0\}$ ou $\{w_{b-1}, w_{b-2}, \dots, w_1, w_0\}$. Ces bits sont désignés pour plus de commodité par une étiquette de nombre entier qui représente le nombre binaire $(v_{b-1}, v_{b-2}, \dots, v_1, v_0)$, les mêmes règles de codage s'appliquant au vecteur w . Pour $b = 2$, par exemple, les quatre points de constellation portent les étiquettes 0, 1, 2, 3 correspondant respectivement aux couples $(v_1, v_0) = (0, 0), (0, 1), (1, 0), (1, 1)$.

NOTE – Il convient de noter que le bit v_0 est extrait en premier du tampon.

7.8.4.1 Valeurs paires de b

Lorsque b est pair, les valeurs entières X et Y du point de constellation (X, Y) seront déterminées de la manière suivante à partir des b bits $\{v_{b-1}, v_{b-2}, \dots, v_1, v_0\}$. X et Y sont des nombres entiers impairs en représentation binaire avec complément à deux correspondant respectivement aux bits $(v_{b-1}, v_{b-3}, \dots, v_1, 1)$ et $(v_{b-2}, v_{b-4}, \dots, v_0, 1)$. Les bits les plus significatifs (MSB, *most significant bit*) v_{b-1} et v_{b-2} correspondent respectivement aux signes des entiers X et Y .

La Figure 7-17 présente des exemples de constellation pour les cas $b = 2$ et $b = 4$.



NOTE – Les valeurs de X et Y indiquées représentent la sortie du codeur de constellation. Elles nécessitent une normalisation de manière:

- 1) à ce que toutes les constellations possèdent la même puissance RMS, quelle que soit leur taille;
- 2) à effectuer la normalisation fine du gain (7.10) avant modulation par la transformation IDTF (7.11.2).

Figure 7-17/G.992.1 – Etiquettes de constellation pour $b = 2$ et $b = 4$

La constellation à 4 bits peut être obtenue à partir de la constellation à 2 bits en remplaçant chaque étiquette n par un bloc de 2×2 étiquettes comme indiqué dans la Figure 7-18.

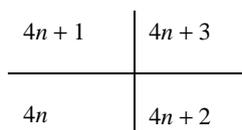


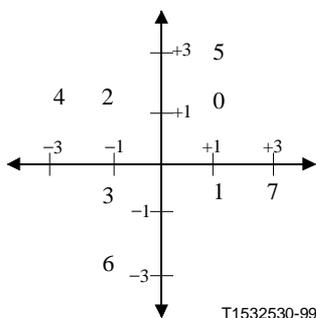
Figure 7-18/G.922.1 – Expansion du point n dans le carré de constellation de taille supérieure

La même procédure peut être utilisée pour générer de manière récursive les constellations plus étendues pour un nombre pair de bits.

Les constellations obtenues pour les valeurs paires de b ont une forme carrée. Les bits les moins significatifs $\{v_1, v_0\}$ représentent l'étiquetage des ensembles coset à deux dimensions constitutifs utilisé pour le code de treillis de Wei à 4 dimensions.

7.8.4.2 Valeurs impaires de b , $b = 3$

La Figure 7-19 présente un exemple de constellation pour le cas $b = 3$.



NOTE – Les valeurs de X et Y indiquées représentent la sortie du codeur de constellation. Elles nécessitent une normalisation de manière:

- 1) à ce que toutes les constellations possèdent la même puissance RMS, quelle que soit leur taille;
- 2) à effectuer la normalisation fine du gain (7.10) avant modulation par la transformation IDTF (7.11.2).

Figure 7-19/G.922.1 – Etiquettes de constellation pour $b = 3$

7.8.4.3 Valeurs impaires de b , $b > 3$

Si b est impair et supérieur à 3, les deux bits MSB de X et Y sont déterminés par les 5 bits les plus significatifs des bits b . Si $c = (b + 1)/2$, les valeurs X et Y ont alors les représentations binaires avec complément à deux suivantes: $(X_c, X_{c-1}, v_{b-4}, v_{b-6}, \dots, v_3, v_1, 1)$ et $(Y_c, Y_{c-1}, v_{b-5}, v_{b-7}, v_{b-9}, \dots, v_2, v_0, 1)$, dans lesquelles X_c et Y_c sont respectivement les bits de signe de X et de Y . La relation entre $X_c, X_{c-1}, Y_c, Y_{c-1}$ et $v_{b-1}, v_{b-2}, \dots, v_{b-5}$ est indiquée dans le Tableau 7-12.

Tableau 7-12/G.992.1 – Détermination des deux bits de tête de X et Y

$v_{b-1}, v_{b-2}, \dots, v_{b-5}$	X_c, X_{c-1}	Y_c, Y_{c-1}
00000	00	00
00001	00	00
00010	00	00
00011	00	00
00100	00	11
00101	00	11
00110	00	11
00111	00	11
01000	11	00
01001	11	00
01010	11	00
01011	11	00
01100	11	11
01101	11	11
01110	11	11
01111	11	11
10000	01	00
10001	01	00
10010	10	00
10011	10	00
10100	00	01
10101	00	10
10110	00	01
10111	00	10
11000	11	01
11001	11	10
11010	11	01
11011	11	10
11100	01	11
11101	01	11
11110	10	11
11111	10	11

La Figure 7-20 représente la constellation dans le cas $b = 5$.

	24	26	20	22	
19	09	11	01	03	17
18	08	10	00	02	16
31	13	15	05	07	29
30	12	14	04	06	28
	25	27	21	23	

NOTE 1 – Les valeurs de X et de Y se situent sur une grille $\pm 1, \pm 3, \dots$, comme dans le cas de la Figure 7-19.

NOTE 2 – Les valeurs de X et Y indiquées représentent la sortie du codeur de constellation. Elles nécessitent une normalisation de manière:

- 1) à ce que toutes les constellations possèdent la même puissance RMS, quelle que soit leur taille;
- 2) à effectuer la normalisation fine du gain (7.10) avant modulation par la transformation IDFT (7.11.2).

Figure 7-20/G.992.1 – Etiquettes de constellation pour $b = 5$

La constellation à 7 bits sera obtenue à partir de la constellation à 5 bits en remplaçant chaque étiquette n par un bloc de 2×2 étiquettes comme indiqué dans la Figure 7-18.

La même procédure peut également être utilisée pour générer de manière récursive les constellations plus étendues pour un nombre impair de bits. Il convient également de noter que les bits les moins significatifs $\{v_1, v_0\}$ représentent l'étiquetage des ensembles coset à deux dimensions constitutifs utilisé pour le code de treillis de Wei à 4 dimensions.

7.9 Codeur de constellation – Sans codage par treillis

Un codeur de constellation algorithmique sera utilisé pour générer des constellations avec un nombre maximal de bits égal à N_{downmax} , avec $8 \leq N_{\text{downmax}} \leq 15$. Le codeur de constellation n'utilisera pas de codage par treillis pour cette option.

7.9.1 Extraction de bits

Les octets de données seront extraits du tampon de données, avec le bit le moins significatif en tête, conformément à une table d'allocation de bit b'_i . Le nombre de bits par tonalité b'_i peut prendre toute valeur entière supérieure à 1 et n'excédant pas N_{downmax} . Un nombre $b = b'_i$ de bits est extrait du tampon de trame de données pour chaque tonalité, ces bits constituent un mot binaire $\{v_{b-1}, v_{b-2}, \dots, v_1, v_0\}$. Le premier bit extrait sera le bit LSB v_0 .

7.9.2 Codeur de constellation

Les prescriptions du codeur de constellation sont spécifiées au 7.8.4.

7.10 Normalisation du gain

Le facteur g_i de normalisation du gain sera appliqué, conformément à la demande faite par l'unité ATU-R, aux symboles de données émis (voir 10.9.14, A.1.2.1 et B.1.3.1); ce facteur sera mis à jour si possible pendant la phase active (SHOWTIME) de la procédure d'échange de bit. Seules les valeurs g_i de gain nulles ou comprises dans un domaine allant approximativement de 0,19 à 1,33 (c'est-à-dire, de $-14,5$ dB à $+2,5$ dB) peuvent être utilisées. La normalisation de gain n'est appliquée

à aucune sous-porteuse pour la transmission des symboles de synchronisation, comme défini dans les Annexes A, B et C.

Tout point de constellation (X_i, Y_i) à la sortie du codeur, correspondant au nombre complexe $X_i + jY_i$ sera multiplié par g_i :

$$Z_i = g_i (X_i + jY_i) \quad (7-20)$$

NOTE – Le gain g_i définit une normalisation de la valeur quadratique moyenne (rms, *root mean square*) des niveaux de sous-porteuse par rapport à ceux utilisés pour le signal C-MEDLEY (voir 10.6.6). Ils sont indépendants de toute méthode pouvant être implémentée par les constructeurs pour simplifier l'implémentation (par exemple, l'imbrication de constellations).

7.11 Modulation

7.11.1 Sous-porteuses

L'espacement de fréquence Δf entre les sous-porteuses est de 4,3125 kHz avec une tolérance de ± 50 ppm.

7.11.1.1 Sous-porteuses de données

Le signal d'analyse de canal défini au 10.6.6 permet l'utilisation d'un nombre maximal de 255 porteuses (à des fréquences $n\Delta f$, $n = 1$ à 255). La limite inférieure de n dépend de la sélection des options duplex et de service. Dans l'exemple d'une ligne ASDL au-dessus d'une option de service de téléphonie classique, telle qu'elle est définie dans l'Annexe A, et si un chevauchement de spectre est utilisé pour la séparation des signaux amont et aval, la limite inférieure de n sera alors déterminée par les filtres de séparation de téléphonie classique; si par contre un multiplexage par répartition en fréquence (FDM, *frequency-division multiplexing*) est utilisé, la limite inférieure sera alors déterminée par les filtres de séparation aval-amont.

Les fréquences de coupure de ces filtres sont déterminées dans tous les cas par les constructeurs et le domaine des valeurs utilisables pour n est déterminé au moment de l'estimation de canal.

7.11.1.2 Sous-porteuse pilote

La porteuse de rang N_{pilot} ($f_{\text{pilot}} = 4,3125 \times N_{\text{pilot}}$ kHz) sera réservée pour une sous-porteuse pilote; ce qui signifie que $b(N_{\text{pilot}}) = 0$ et $g(N_{\text{pilot}}) = g_{\text{sync}}$.

Le rang N_{pilot} et g_{sync} sont définis dans les Annexes A, B et C. La valeur g_{sync} représente la normalisation du gain appliquée au symbole de synchronisation. (Voir 10.4.2).

La constante {0,0} sera utilisée pour la modulation de la sous-porteuse pilote. L'utilisation de cette porteuse pilote permet la détermination modulo 8 de la valeur de l'horloge d'échantillonnage d'un récepteur d'échantillons. Il en résulte qu'une erreur globale d'horloge multiple de 8 échantillons peut subsister après une micro-interruption (par exemple, un court-circuit ou une coupure temporaire, ou un choc grave sur la ligne); le symbole de synchronisation défini au 7.11.3 permet la correction de ce genre d'erreurs d'horloge.

7.11.1.3 Fréquence de Nyquist

La porteuse à la fréquence de Nyquist ($n^\circ 256$) ne sera pas utilisée pour des données utilisateur et correspondra à une valeur réelle; d'autres utilisations possibles appellent une étude ultérieure.

7.11.1.4 Composante continue

La porteuse de composante continue ($n^\circ 0$) ne sera pas utilisée et ne contiendra aucune énergie.

7.11.2 Modulation par la transformation de Fourier discrète inverse (IDFT, *inverse discrete Fourier transform*)

La transformation de modulation définit la relation entre les 512 valeurs réelles x_n et les valeurs Z_i :

$$x_n = \sum_{i=0}^{511} \exp\left(\frac{j\pi ni}{256}\right) Z_i \quad \text{pour } n = 0 \text{ à } 511 \quad (7-21)$$

Le codeur de constellation et la normalisation ne génèrent que 255 valeurs complexes pour Z_i . La génération des valeurs réelles de x_n nécessitera de compléter les valeurs en entrée (255 valeurs complexes plus zéro pour la composante continue et une valeur réelle pour la fréquence de Nyquist utilisée éventuellement) de manière à ce que le vecteur Z présente une symétrie hermitique. Ceci signifie que

$$Z_i = \text{conj}(Z'_{512-i}) \quad \text{pour } i = 257 \text{ à } 511 \quad (7-22)$$

7.11.3 Symbole de synchronisation

Le symbole de synchronisation permet la récupération des erreurs de trame après des micro-interruptions qui auraient entraîné un nouveau conditionnement en son absence.

Le débit de symboles de données, $f_{\text{symp}} = 4$ kHz, la séparation de porteuse $\Delta f = 4,3125$ kHz et la dimension $N = 512$ de la transformée IDFT permettent d'utiliser un préfixe cyclique de 40 échantillons, étant donné que

$$(512 + 40) \times 4,0 = 512 \times 4,3125 = 2208 \quad (7-23)$$

Le préfixe cyclique sera toutefois réduit à 32 échantillons et un symbole de synchronisation d'une longueur nominale de 544 échantillons sera inséré périodiquement tous les 68 symboles de données, compte tenu de l'égalité

$$(512 + 32) \times 69 = (512 + 40) \times 68 \quad (7-24)$$

Le masque de données utilisé dans le symbole de synchronisation sera la séquence pseudo-aléatoire aval PRD (d_n , avec $n = 1$ à 512), définie par les relations suivantes:

$$d_n = 1 \quad \text{pour } n = 1 \text{ à } 9 \quad (7-25)$$

$$d_n = d_{n-4} \oplus d_{n-9} \quad \text{pour } n = 10 \text{ à } 512 \quad (7-26)$$

Le premier couple de bits (d_1 et d_2) sera utilisé pour les sous-porteuses continue et de Nyquist (ces bit sont ignorés physiquement car une puissance nulle leur est associée); les deux premiers bits des couples suivants sont utilisés pour définir les valeurs de X_i et Y_i pour $i = 1$ à 255, comme indiqué dans le Tableau 7-13.

Tableau 7-13/G.992.1 – Mappage de deux bits de données dans une constellation 4-QAM

d_{2i+1}, d_{2i+2}	Étiquette décimale (Note)	X_i, Y_i
0 0	0	+ +
0 1	1	+ -
1 0	2	- +
1 1	3	- -

NOTE – Cet étiquetage ne correspond pas au mappage de la Figure 7-17 dans lequel d_{2i+1} serait considéré comme le premier et le bit le moins significatif.

La périodicité de la séquence PRD est de 511 bits, de sorte que d_{512} sera égal à d_1 .

Les bits d_1 à d_9 seront réinitialisés pour chaque symbole de données, de sorte que ceux-ci utilisent des données identiques.

Les bits 129 et 130 qui modulent la porteuse pilote seront remplacés par le couple $\{0,0\}$ qui génère la constellation $\{+,+\}$.

L'ensemble minimal de sous-porteuses devant être utilisé est identique à celui qui est utilisé pour la transmission de données (c'est-à-dire, les sous-porteuses pour lesquelles $b_i > 0$); celles pour lesquelles $b_i = 0$ peuvent être utilisées avec une densité spectrale de puissance (PSD) réduite, comme défini dans les sous-paragraphes des Annexes A, B et C traitant de la densité PSD. Les données modulées sur chaque sous-porteuse seront conformes à la définition précédente et ne dépendent pas de la sous-porteuse utilisée.

7.11.4 Symbole de synchronisation inverse (uniquement Annexe C)

Voir sous-paragraphes C.4.7.1 pour l'Annexe C.

7.12 Préfixe cyclique

Les 32 derniers échantillons de la sortie de la transformation IDFT (x_n pour $n = 480$ à 511) seront ajoutés en tête du bloc de 512 échantillons et transférés en série vers le convertisseur numérique/analogique (N/A). Ceci signifie que la succession des rangs n des échantillons numériques transmis sera 480 ... 511, 0 ... 511.

Le préfixe cyclique sera utilisé pour tous les symboles à partir du segment C-RATES1 de la séquence d'initialisation, comme décrit au 10.6.2.

7.13 Domaine dynamique de l'émetteur

L'émetteur contient la totalité des fonctions de transmission analogique: le convertisseur N/A, le filtre anti-distorsion, les circuits hybrides et le filtre passe-haut téléphonique ou séparateur RNIS. Le signal émis se conformera aux prescriptions de fréquence du 7.11.1 pour l'espacement des fréquences.

7.13.1 Débit d'écrêtage maximal

Le niveau maximal du signal de sortie de l'émetteur sera tel qu'il ne provoquera pas d'écrêtage pendant plus de 0,00001% du temps.

7.13.2 Seuil de bruit ou de distorsion

Le rapport signal sur bruit plus distorsion du signal émis sur une sous-porteuse particulière est défini comme le rapport entre la valeur quadratique moyenne de la tonalité pour cette sous-porteuse et la somme des valeurs quadratiques moyennes de tous les signaux sans tonalité présents dans la bande de fréquence de 4,3125 kHz centrée sur la sous-porteuse. Ce rapport est mesuré pour chaque sous-porteuse utilisée pour la transmission au moyen d'un essai de rapport de puissance de tonalité multiple (MTPR, *multitone power ratio*) comme indiqué dans la Figure 7-21.

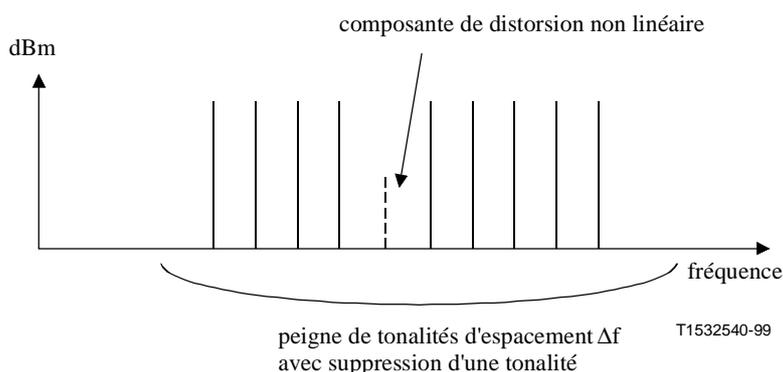


Figure 7-21/G.992.1 – Essai MTPR

Le rapport MTPR de l'émetteur pour toute sous-porteuse dans la bande de fréquences émise fournira un résultat inférieur ou égal à $(3N_{\text{downi}} + 20)$ dB, N_{downi} étant défini comme la taille (en bits) de la constellation utilisée pour la sous-porteuse i . La valeur minimale du rapport MTPR de l'émetteur sera au moins égale à 38 dB (correspondant à une valeur de N_{downi} égale à 6) pour toute sous-porteuse.

NOTE – Les signaux transmis pendant une phase normale d'initialisation et de transmission de données ne conviennent pas pour cet essai parce qu'un préfixe cyclique est ajouté aux symboles DMT et que la densité PSD d'un signal non répétitif ne présente pas de zéros pour toutes les fréquences de sous-porteuse. Il est possible d'utiliser un analyseur de transformée FFT à déclenchement, mais un tel essai mesure à la fois la distorsion non linéaire et la distorsion linéaire introduite par le filtre. Il s'ensuit que ce test nécessiterait que l'émetteur mette en œuvre un logiciel spécial, utilisé sans doute uniquement pendant la phase de mise au point. Le problème de la mesure du rapport MTPR pour un modem de série appelle une étude ultérieure.

7.14 Masques spectraux de l'émetteur ATU-C dans le sens aval

Les masques spectraux correspondant aux trois options de service sont définis dans les Annexes A, B et C.

Voir sous-paragraphes A.1.2 et A.1.3 pour l'Annexe A.

Voir sous-paragraphe B.1.3 pour l'Annexe B.

Voir sous-paragraphe C.4.8 pour l'Annexe C.

7.15 Table de bits duale et conversion de débit (uniquement Annexe C)

Voir sous-paragraphe C.4.4 pour l'Annexe C.

7.16 Table de bits FEXT (uniquement Annexe C)

Voir sous-paragraphe C.4.5 pour l'Annexe C.

8 Caractéristiques fonctionnelles de l'unité ATU-R

Une unité ATU-R peut prendre en charge la transmission en mode STM ou en mode ATM ou les deux. La prise en charge éventuelle du mode STM se fera comme défini au 8.1. La prise en charge éventuelle du mode ATM se fera comme défini au 8.2.

Les modes de trame qui seront pris en charge dépendent de la configuration de l'unité ATU-R pour le transport STM ou ATM, définis respectivement aux 8.1.4 et 8.2.3. Si le mode de trame k est pris en charge, les modes $k - 1, \dots, 0$ le seront alors également.

Les unités ATU-C et ATU-R indiqueront pendant la phase d'initialisation le numéro de mode de trame 0, 1, 2 ou 3 qu'elles ont l'intention d'utiliser. Le mode utilisé sera celui avec le numéro indiqué le plus faible (voir 10.6.4 et 10.7.6).

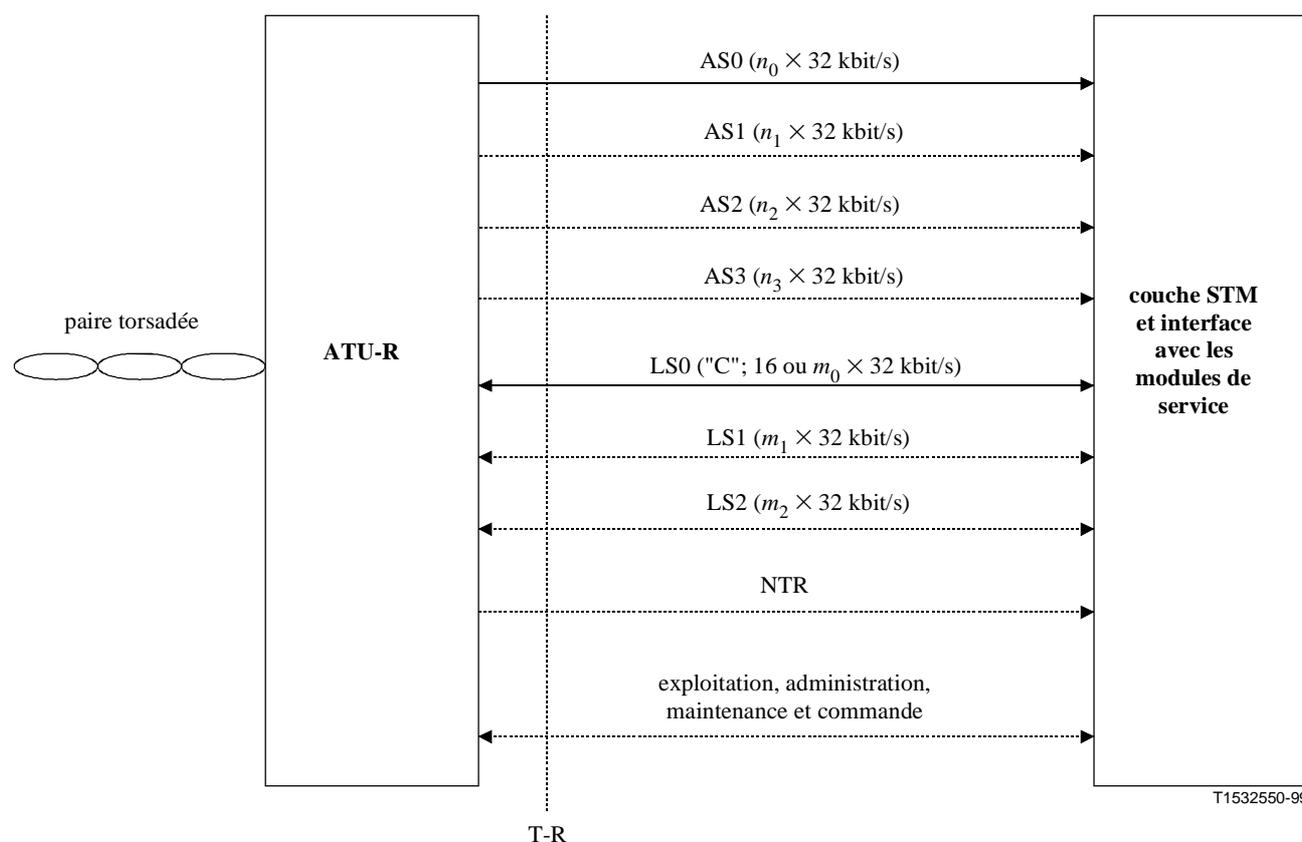
Une unité ATU-R peut prendre en charge la reconstitution d'une référence d'horloge réseau (NTR, *network timing reference*) à partir des bits indicateurs aval.

8.1 Fonctionnalités propres au protocole de transmission STM

8.1.1 Interfaces T d'entrée et de sortie de l'unité ATU-R pour le transport STM

La Figure 8-1 représente les interfaces fonctionnelles au niveau de l'unité ATU-R. Les interfaces de sortie des canaux supports simplex à haute vitesse vers l'aval sont appelées AS0 à AS3 et les interfaces d'entrée/sortie des canaux supports duplex LS0 à LS2. Une interface fonctionnelle peut également être fournie pour le transport des indicateurs d'exploitation, d'administration et de maintenance (OAM, *operations, administration and maintenance*) de l'interface client vers l'unité ATU-R; cette interface peut être combinée sur le plan physique avec l'interface LS0.

Le sous-paragraphe 6.1 spécifie les débits binaires des interfaces de données en entrée et en sortie au niveau de l'unité ATU-R pour les configurations par défaut.



NOTE – Les fonctionnalités et les canaux supports (duplex et simplex) optionnels sont indiqués par des lignes en pointillé.

Figure 8-1/G.992.1 – Interfaces fonctionnelles de l'unité ATU-R au niveau de l'interface T-R pour le transport STM

8.1.2 Débits de l'émetteur-récepteur des canaux simplex aval

Les interfaces de données des canaux simplex au niveau de l'unité ATU-R fonctionnent uniquement en sortie car ces canaux sont transportés uniquement vers l'aval. Les débits sont ceux spécifiés au 6.1 pour l'émetteur de l'unité ATU-C.

8.1.3 Débits de l'émetteur-récepteur des canaux duplex

L'unité ATU-R fournira les interfaces de données en entrée et en sortie pour les canaux duplex transportés dans les deux directions. Les débits sont ceux spécifiés au 6.1 pour l'émetteur de l'unité ATU-C.

8.1.4 Structure de trame pour le transport STM

Une unité ATU-R configurée pour le transport STM prendra en charge la structure de trame 0 avec débit supplémentaire complet, telle qu'elle est spécifiée au 8.4. La prise en charge de la structure de trame 1 avec débit supplémentaire complet et des structures de trame 2 et 3 avec débit supplémentaire réduit est optionnelle.

La préservation, au niveau de l'interface T-R, des frontières d'octet éventuellement présentes au niveau de l'interface U-R peut être prise en charge par toutes les structures de trame de l'interface U-R.

Une unité ATU-R configurée pour le transport STM peut prendre en charge la reconstitution d'une référence d'horloge réseau (NTR).

8.2 Fonctionnalités propres au protocole de transmission ATM

8.2.1 Interfaces T d'entrée et de sortie de l'unité ATU-R pour le transport STM

Les interfaces T de l'unité ATU-R en entrée et en sortie sont identiques à celles qui sont définies pour l'unité ATU-C au 7.2; elles sont représentées dans la Figure 8-2.

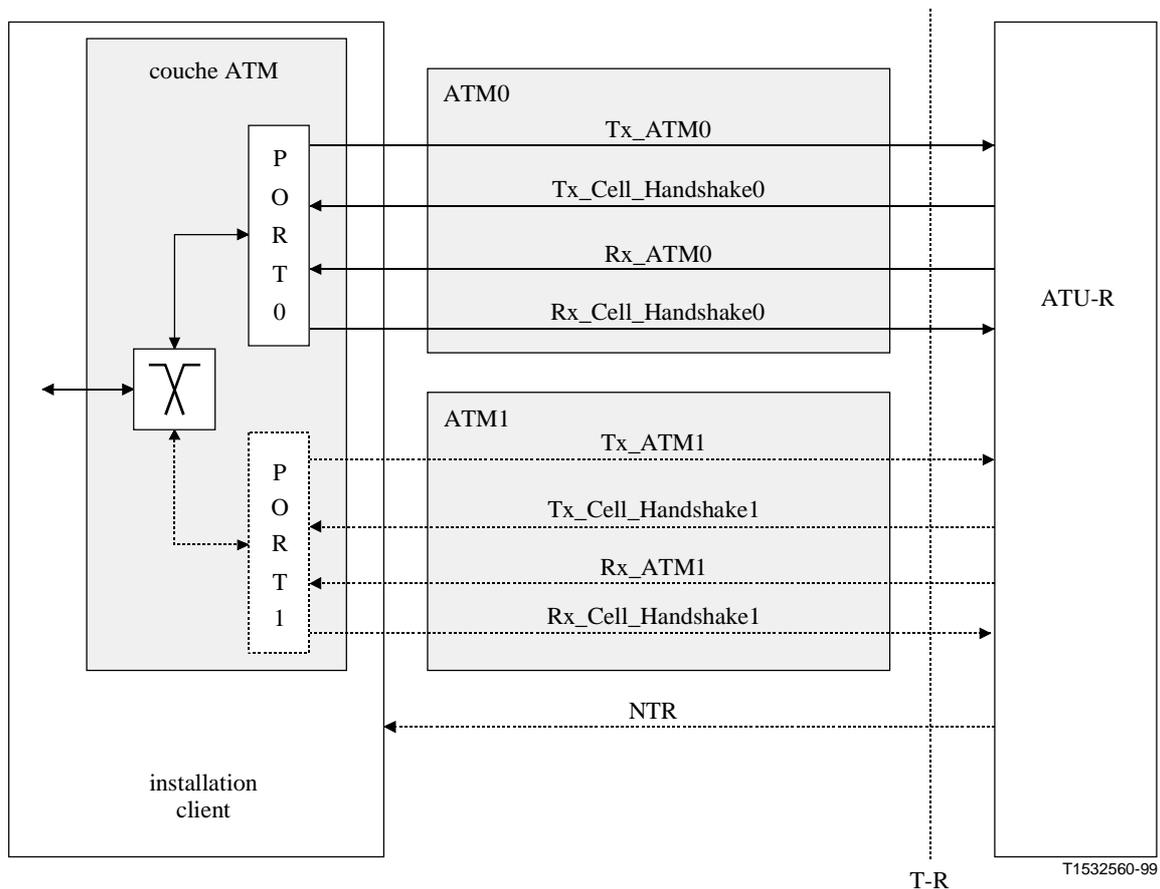


Figure 8-2/G.992.1 – Interfaces fonctionnelles de l'unité ATU-R avec la couche ATM au niveau du point de référence T-R

8.2.2 Fonctionnalités propres aux cellules ATM

Les fonctionnalités propres aux cellules ATM au niveau de l'unité ATU-R seront identiques à celles qui sont fournies au niveau de l'unité ATU-C et décrites au 7.2.3.

8.2.3 Structure de trame pour le transport ATM

Une unité ATU-R configurée pour le transport ATM prendra en charge les structures de trame 0 et 1 avec débit supplémentaire complet, telles qu'elles sont spécifiées au 8.4. La prise en charge des structures de trame 2 et 3 avec débit supplémentaire réduit est optionnelle.

L'émetteur de l'unité ATU-R préservera, au niveau de l'interface T-R, les frontières d'octet (présentes de manière explicite ou définies de manière implicite par les frontières de cellule ATM) indépendamment de la structure de trame au niveau de l'interface U-R.

Une unité ATU-R configurée pour le transport ATM peut prendre en charge la reconstitution d'une référence d'horloge réseau (NTR).

Les prescriptions suivantes s'appliqueront en vue de garantir l'interfonctionnement pour des structures de trame 0 entre une unité ATU-R en mode ATM et une sous-couche de convergence ATM associée à une unité ATU-C en mode STM (c'est-à-dire en mode ATM avec mode STM sous-jacent):

- une unité ATU-C en mode STM qui transporte des cellules ATM sans préserver les frontières d'octet V-C au niveau de l'interface U-C indiquera pendant la phase d'initialisation que les structures de trame 0 est la structure de trame de niveau le plus élevé qu'elle prend en charge;

- une unité ATU-C en mode STM qui transporte des cellules ATM en préservant les frontières d'octet V-C au niveau de l'interface U-C indiquera pendant la phase d'initialisation que la structure de trame 0, 1, 2 ou 3 est la structure de trame de niveau le plus élevé qu'elle prend en charge (en fonction de l'implémentation);
- une unité réceptrice ATU-R fonctionnant en mode ATM avec une structure de trame 0 ne peut pas supposer que l'unité ATU-C émettrice préservera les frontières d'octet V-C au niveau de l'interface U-C; elle procédera en conséquence à une délimitation de cellule bit par bit (voir 7.2.3.5).

8.3 Référence d'horloge réseau (NTR)

L'unité ATU-R peut fournir le signal à 8 kHz au niveau de l'interface T-R si l'unité ATU-C a signalé qu'elle utilisera les bits indicateurs 20 à 23 (voir 10.6.4) pour la transmission des variations du décalage de phase.

8.4 Mise en trame

La mise en trame du signal amont (émetteur ATU-R) est similaire à celle qui est effectuée pour le signal aval (émetteur ATU-C) et spécifiée au 7.4, avec les différences suivantes:

- les canaux ASx et l'octet AEX n'existent pas;
- le nombre maximal de canaux est égal à trois, de sorte que trois couples B_F , B_I seulement sont spécifiés;
- les paramètres minimaux de codage Reed-Solomon du bloc FEC et la distance d'entrelacement sont différents (voir Tableau 8-3);
- quatre bits des octets rapides et "sync" ne sont pas utilisés (correspondant aux positions de bit utilisées par l'émetteur de l'unité ATU-C pour indiquer la commande de synchronisation des canaux ASx, voir Tableaux 8-1 et 8-2);
- les quatre bits indicateurs pour le transport de la référence NTR ne sont pas utilisés vers l'amont.

Deux types de trame sont définis, l'un avec débit supplémentaire complet et l'autre avec débit supplémentaire réduit. Deux versions sont définies en outre pour le débit supplémentaire complet et deux autres pour le débit supplémentaire réduit. Les quatre modes de trame qui en résultent sont définis au 7.4 et seront appelés modes de trame 0, 1, 2 et 3.

Les prescriptions pour les modes de trame devant être pris en charge dépendent de la configuration de l'unité ATU-R pour le transport STM ou ATM, les 8.1.4 et 8.2.3 fournissent les définitions correspondantes.

Comme spécifié dans le paragraphe 5, les octets de données sont transmis avec le bit MSB en tête à l'extérieur des interfaces série ASx/LSx, conformément aux Recommandations G.703, G.707, I.361, et I.432.1. Tout traitement en série au sein de la trame ADSL (par exemple, pour le contrôle CRC, l'embrouillage, etc.) sera toutefois effectué avec le bit LSB en tête, le bit MSB du monde extérieur étant considéré comme bit LSB pour le système ADSL. Il s'ensuit que le premier bit en entrée (bit MSB du monde extérieur) sera le premier traité au sein du système ADSL (bit LSB du système ADSL).

8.4.1 Symboles de données

L'émetteur de l'unité ATU-R est fonctionnellement identique à celui de l'unité ATU-C tel qu'il est spécifié au 7.4.1, à l'exception du fait que jusqu'à trois canaux de données duplex peuvent être synchronisés avec le débit de symboles DMT à 4 kHz (au lieu d'un maximum de quatre canaux simples et de trois canaux duplex dans le cas de l'unité ATU-C) et multiplexés dans les deux

tampons distincts (rapide et entrelacé). L'émetteur de l'unité ATU-R et les points de référence associés pour les données mises en trame sont représentés dans les Figures 5-3 et 5-4.

8.4.1.1 Structure de supertrame

La structure de supertrame de l'émetteur de l'unité ATU-R est identique à celle de l'émetteur de l'unité ATU-C telle qu'elle est spécifiée au 7.4.1.1 et représentée dans la Figure 7-5.

L'unité ATU-R prendra en charge les bits indicateurs définis dans le Tableau 7-2. Les bits indicateurs ib_{20-23} ne transporteront pas de référence NTR dans le sens amont et seront positionnés sur "1".

8.4.1.2 Structure de trame (avec débit supplémentaire complet)

Toute trame de données sera codée dans un symbole DMT comme décrit aux 8.8 à 8.11.4. Comme spécifié pour l'unité ATU-C et indiqué dans la Figure 7-5, chaque trame se compose d'un tampon de données rapides et d'un tampon de données entrelacées; la structure de trame se présente de manière différente au niveau de chacun des points de référence (A, B, et C). Les octets du tampon de données rapides seront introduits en premier dans le codeur de constellation, suivis des octets du tampon de données entrelacées. Les octets sont introduits avec le bit le moins significatif en tête.

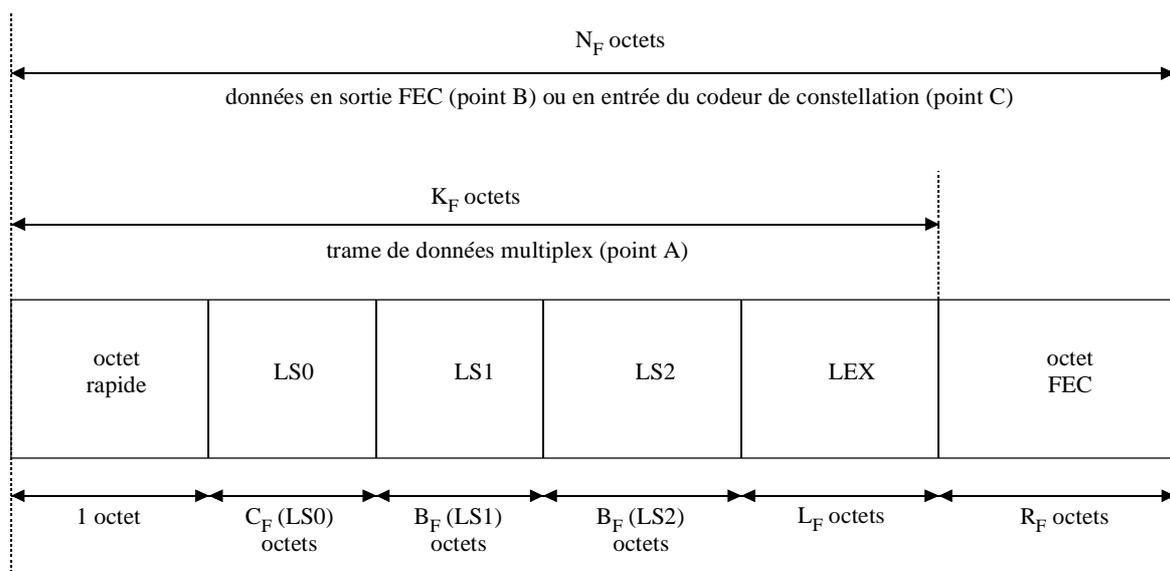
Tout canal support sera assigné au tampon rapide ou entrelacé pendant la phase d'initialisation (voir 10.7.4) au moyen de l'échange d'un couple (B_F, B_I) pour chaque canal support, B_F, B_I désignant le nombre d'octets alloués respectivement aux tampons rapide et entrelacé.

Les trois couples (B_F, B_I) possibles sont $B_F(LS_x), B_I(LS_x)$ pour $X = 0, 1, 2$, pour les canaux duplex; ils sont spécifiés au 10.7.4 comme pour l'unité ATU-C.

8.4.1.2.1 Tampon de données rapides

La Figure 8-3 représente la structure de trame du tampon de données rapides au niveau des trois points de référence définis dans les Figures 5-3 et 5-4. Cette structure est identique à celle spécifiée pour l'unité ATU-C avec les différences suivantes:

- les octets AS_x sont absents;
- l'octet AEX est absent.



T1532570-99

Figure 8-3/G.992.1 – Tampon de données rapides – Emetteur ATU-R

Les égalités suivantes s'appliqueront aux paramètres de la Figure 8-3:

$$\begin{aligned} C_F(\text{LS0}) &= 0 && \text{si } B_F(\text{LS0}) = 255 \text{ (11111111)}_2 && (8-1) \\ &= B_F(\text{LS0}) && \text{sinon} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} L_F &= 0 && \text{si } B_F(\text{LS0}) = B_F(\text{LS1}) = B_F(\text{LS2}) = 0 && (8-2) \\ &= 1 && \text{sinon} \end{aligned}$$

$$K_F = 1 + C_F(\text{LS0}) + B_F(\text{LS1}) + B_F(\text{LS2}) + L_F \quad (8-3)$$

$$N_F = K_F + R_F \quad (8-4)$$

R_F étant le nombre d'octets de redondance FEC sur l'itinéraire rapide vers l'amont.

Le tampon rapide contiendra toujours au moins l'octet rapide au niveau du point de référence A (trame de données multiplex) des Figures 5-3 et 5-4. Cet octet est suivi de $B_F(\text{LS0})$ octets du canal LS0, de $B_F(\text{LS1})$ octets du canal LS1 et de $B_F(\text{LS2})$ octets du canal LS2 ainsi que d'un octet LEX si l'un quelconque des octets $B_F(\text{LSx})$ n'est pas nul.

Aucun autre octet ne sera présent pour le canal LS0 si $B_F(\text{LS0}) = 255 \text{ (11111111)}_2$. Le canal C à 16 kbit/s sera transporté dans ce cas en moyenne dans un octet LEX sur deux et l'octet de synchronisation sera utilisé pour indiquer quand l'octet LEX doit figurer dans le canal support LS0.

Un nombre R_F d'octets de redondance FEC sera ajouté à la trame de données multiplex (point de référence A) afin de produire la trame de données de sortie FEC (point de référence B), la valeur de R_F étant fournie dans l'option du signal C-RATES1 utilisé dans la phase d'initialisation (voir 10.6.2). La trame de données à l'entrée du codeur de constellation (point de référence C) sera identique à la trame de données de sortie FEC (point de référence B) du fait qu'aucun entrelacement n'est effectué pour le tampon rapide.

8.4.1.2.2 Tampon de données entrelacées

La Figure 8-4 représente la structure de trame du tampon de données entrelacées au niveau des trois points de référence définis dans les Figures 5-3 et 5-4. Cette structure est identique à celle qui est spécifiée pour l'unité ATU-C avec les différences suivantes:

- les octets ASx sont absents;
- l'octet AEX est absent.

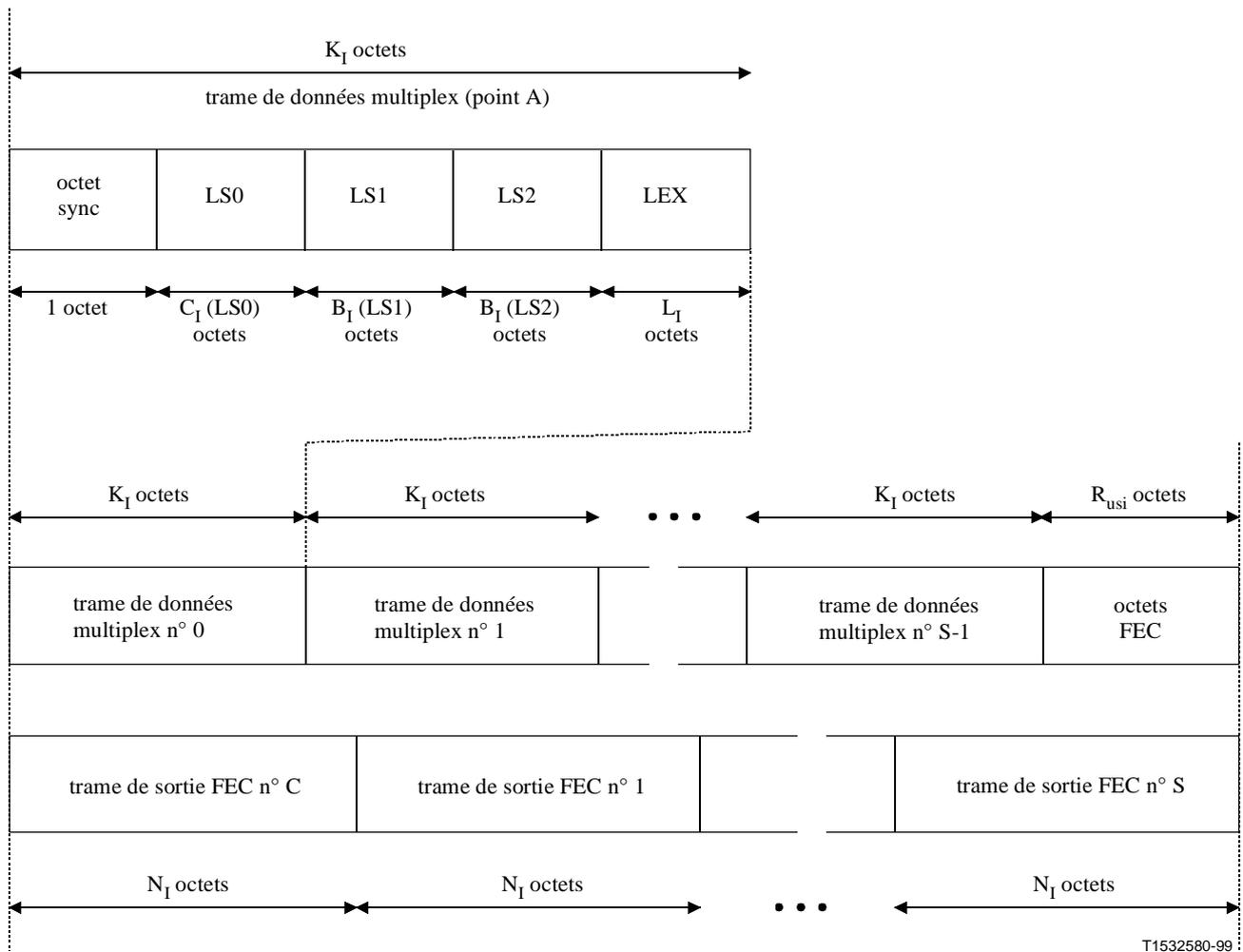


Figure 8-4/G.992.1 – Tampon de données entrelacées – Emetteur ATU-R

Les égalités suivantes s'appliqueront aux paramètres de la Figure 8-4:

$$C_I(LS0) = 0 \quad \text{si } B_I(LS0) = 255 \text{ (11111111}_2\text{)} \quad (8-5)$$

$$= B_I(LS0) \quad \text{sinon}$$

$$L_I = 0 \quad \text{si } B_I(LS0) = B_I(LS1) = B_I(LS2) = 0 \quad (8-6)$$

$$= 1 \quad \text{sinon}$$

$$K_I = 1 + C_I(LS0) + B_I(LS1) + B_I(LS2) + L_I \quad (8-7)$$

$$N_I = (S \times K_I + R_I)/S \quad (8-8)$$

R_I = nombre d'octets de redondance FEC

S = nombre de trames de données multiplex par mot de code FEC (voir 8.6).

8.4.1.3 Structure d'hypertrame (uniquement Annexe C)

Voir sous-paragraphe C.5.1.2 pour l'Annexe C.

8.4.1.4 Structure de sous-trame (uniquement Annexe C)

Voir sous-paragraphe C.5.1.3 pour l'Annexe C.

8.4.1.5 Contrôle de redondance cyclique (CRC)

Deux contrôles de redondance cycliques (CRC), l'un pour le tampon de données rapides et l'autre pour le tampon de données entrelacées, sont générés pour chaque supertrame et transmis dans la première trame de la supertrame suivante. Une allocation de huit bits est faite par type de tampon (rapide ou entrelacé) pour les bits de contrôle dans la supertrame. Ces bits sont calculés à partir des k bits de message au moyen de l'équation:

les bits de contrôle CRC sont transportés dans l'octet rapide (8 bits) de la trame 0 dans le tampon de données rapides et dans l'octet de "sync" (8 bits) de la trame 0 dans le tampon de données entrelacées.

Les bits suivants sont pris en compte par le contrôle CRC:

- pour le tampon de données rapides:
 - *trame 0*: octets LSx ($X = 0, 1, 2$) suivis de l'octet LEX;
 - *autres trames*: octet rapide suivi des octets LSx ($X = 0, 1, 2$) et de l'octet LEX.
- pour le tampon de données entrelacées:
 - *trame 0*: octets LSx ($X = 0, 1, 2$) suivis de l'octet LEX;
 - *autres trames*: octet "sync" suivi des octets LSx ($X = 0, 1, 2$) et de l'octet LEX.

Tous les octets seront introduits dans calcul du contrôle CRC avec le bit le moins significatif en tête.

Le polynôme générateur du contrôle CRC et la méthode de génération de l'octet CRC sont identiques à ceux spécifiés au 7.4.1.3 pour les données aval.

8.4.2 Synchronisation

Si l'horloge de bit des flux de données utilisateur n'est pas en synchronisme avec l'horloge du modem ADSL, les flux de données en entrée seront alors synchronisés avec l'horloge du système ADSL utilisant le mécanisme de contrôle de synchronisation (constitué de l'octet de commande de synchronisation et de l'octet LEX). Le codage de correction d'erreur vers l'avant s'appliquera toujours à l'octet ou aux octets de commande de synchronisation.

Le mécanisme de commande de synchronisation n'est pas nécessaire si l'horloge de bit des flux de données utilisateur en entrée est en synchronisme avec l'horloge du modem ADSL et l'octet de commande de synchronisation indiquera alors toujours "pas d'action de synchronisation" (voir Tableau 8-1).

8.4.2.1 Synchronisation du tampon de données rapides

Lorsque l'octet rapide peut être utilisé comme octet de commande de synchronisation, la commande de synchronisation du tampon de données rapides peut alors s'effectuer dans les trames 2 à 33 et 36 à 67 d'une supertrame ADSL, comme décrit au 7.4.1.1. Aucune action de synchronisation n'aura lieu pour les trames dont l'octet rapide est utilisé pour le contrôle CRC, les bits indicateurs fixes ou le canal EOC.

Le Tableau 8-1 décrit le format de l'octet rapide lorsqu'il est utilisé pour la commande de synchronisation du tampon de données rapides.

L'octet de synchronisation véhicule directement les données AOC, comme indiqué dans la Figure 7-7 si aucune donnée n'est allouée au tampon rapide.

Tableau 8-1/G.992.1 – Format d'octet "sync" utilisé pour la synchronisation

Bits	Application	Utilisation spécifique
sc7-sc4	Non utilisé	Positionné sur "0 ₂ " sauf spécification contraire
sc3, sc2	Désignation du canal LSx	"00 ₂ ": canal LS0 "01 ₂ ": canal LS1 "10 ₂ ": canal LS2 "11 ₂ ": pas d'action de synchronisation
sc1	Commande de synchronisation du canal LSx désigné	"1 ₂ ": ajouter l'octet LEX au canal LSx désigné "0 ₂ ": supprimer le dernier octet du canal support LSx désigné
sc0	Synchronisation/désignation EOC	"0 ₂ ": commande de synchronisation comme indiqué dans sc7-sc1 "1 ₂ ": cet octet appartient à une trame EOC

Si l'horloge de bit des canaux supports en entrée (LSx) est en synchronisme avec l'horloge du modem ADSL, les systèmes ADSL n'ont alors pas besoin d'effectuer de commande de synchronisation par ajout ou suppression d'octets LEX sur les canaux LSx désignés; l'octet de commande de synchronisation indiquera "pas d'action de synchronisation" (c'est-à-dire avec le codage "000011X0₂" pour les bits sc7-0, X représentant des bits quelconques).

Lorsque le débit de données du canal C est égal à 16 kbit/s, le canal support LS0 sera alors transporté dans l'octet LEX en moyenne une trame sur deux; le code utilisé sera "ajouter l'octet LEX au canal LSx désigné" et le canal LS0 sera le canal désigné.

8.4.2.2 Synchronisation du tampon de données entrelacées

Lorsque l'octet rapide peut être utilisé comme octet de commande de synchronisation, la commande de synchronisation du tampon de données entrelacées peut alors s'effectuer dans les trames 1 à 67 d'une supertrame ADSL, comme décrit au 7.4.1.1, l'octet "sync" pouvant être utilisé comme octet de synchronisation. Aucune action de synchronisation n'aura lieu pour la trame de données 0, lorsque l'octet de "sync" est utilisé pour le contrôle CRC et pendant, pour les trames dont l'octet LEX véhicule le canal AOC.

Le Tableau 8-2 décrit le format de l'octet rapide lorsqu'il est utilisé pour la commande de synchronisation du tampon de données entrelacées. Dans le cas où aucun signal n'est alloué au tampon de données entrelacées, l'octet de "sync" véhiculera alors directement les données AOC, comme indiqué dans la Figure 7-7 du 7.4.1.1.

Tableau 8-2/G.992.1 – Format d'octet "sync" utilisé pour la synchronisation

Bits	Application	Utilisation spécifique
sc7-sc4	Non utilisé	Positionné sur "0 ₂ " sauf spécification contraire
sc3, sc2	Désignation du canal LSx	"00 ₂ ": canal LS0 "01 ₂ ": canal LS1 "10 ₂ ": canal LS2 "11 ₂ ": pas d'action de synchronisation
sc1	Commande de synchronisation du canal LSx désigné	"1 ₂ ": ajouter l'octet LEX au canal LSx désigné "0 ₂ ": supprimer le dernier octet du canal support LSx désigné
sc0	Synchronisation/désignation AOC	"0 ₂ ": commande de synchronisation comme indiqué dans les bits sc3-sc1 "1 ₂ ": l'octet LEX véhicule des données de canal de commande de débit supplémentaire ASDL; une commande de suppression de synchronisation peut être indiquée dans les bits sc3-sc1

Lorsque le débit de données du canal C est égal à 16 kbit/s, le canal support LS0 sera alors transporté dans l'octet LEX en moyenne une trame sur deux; le code utilisé sera "ajouter l'octet LEX au canal LSx désigné" et le canal LS0 sera le canal désigné.

Si l'horloge de bit des canaux supports en entrée (LSx) est en synchronisme avec l'horloge du modem ADSL, les systèmes ADSL n'ont alors pas besoin d'effectuer de commande de synchronisation par ajout ou suppression d'octets LEX sur les canaux LSx désignés et l'octet de commande de synchronisation indiquera "pas d'action de synchronisation". Dans ce cas, et lorsque la structure de trame 1 est utilisée, les bits sc7-0 seront toujours codés "000011XX₂", X représentant des bits quelconques. L'octet LEX véhiculera le canal AOC lorsque le bit sc0 est positionné sur "1". L'octet LEX sera codé 00₁₆ lorsque le bit sc0 est positionné sur "0". Le bit sc0 ne peut être positionné sur "0" qu'entre des transmissions de 5 messages AOC identiques concaténés.

8.4.3 Format de trame avec débit supplémentaire réduit

Le format de trame avec débit supplémentaire complet décrit au 8.4.1.2 inclut un débit supplémentaire permettant la synchronisation de trois canaux supports LSx. L'équipement ASDL peut fonctionner dans un mode avec débit supplémentaire réduit lorsque la fonction de synchronisation décrite au 8.4.2 n'est pas requise. Ce mode englobe la totalité du débit supplémentaire complet à l'exception de la commande de synchronisation. La structure de trame sera telle qu'elle est définie au 7.4.3.1 (octets rapides et "sync" distincts) au 7.4.3.2 (octets rapides et "sync" communs) lorsque le format de trame avec débit supplémentaire réduit est utilisé.

8.5 Embrouilleurs

Les sorties des flux de données des tampons de données rapides et entrelacées seront embrouillées séparément en utilisant un algorithme identique à celui qui est spécifié au 7.5 pour le signal aval.

8.6 Correction d'erreurs vers l'avant

Un codage Reed-Solomon et un entrelacement seront appliqués au flux de données amont en utilisant un algorithme identique à celui qui est spécifié au 7.6 pour les données aval.

Le débit supplémentaire de codage FEC, le nombre de symboles par mot de code FEC et la distance d'entrelacement sont donnés par les options du signal C-RATES1 reçu de l'unité ATU-C pendant la phase d'initialisation (voir 10.6.2).

L'unité ATU-R prendra en charge l'émission vers l'aval avec au moins l'une des combinaisons de capacités de codage FEC indiquées dans le Tableau 8-3.

Tableau 8-3/G.992.1 – Capacités de codage minimales pour l'unité ATU-R

Paramètre	Tampon rapide	Tampon entrelacé
Octets de parité par mot de code RS	$R_F = 0, 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16$ (Note 1)	$R_I = 0, 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16$ (Notes 1 et 2)
Symboles DMT par mot de code RS	$S = 1$	$S = 1, 2, 4, 8, 16$
Distance d'entrelacement	Ne s'applique pas	$D = 1, 2, 4, 8$
NOTE 1 – R_F peut être > 0 seulement si $K_F > 0$, et R_I peut être > 0 seulement si $K_I > 0$		
NOTE 2 – R_I sera un multiple de S .		

L'unité ATU-R prendra également en charge l'émission vers l'aval avec au moins une des combinaisons des capacités de codages FEC figurant dans le Tableau 7-7.

8.7 Mise en ordre des tonalités

L'algorithme de mise en ordre des tonalités sera celui qui est spécifié au 7.7 pour les données aval.

8.8 Codeur de constellation – Version avec code de treillis

Le traitement optionnel du code de treillis de Wei à 16 états et 4 dimensions peut être utilisé pour améliorer les performances du système. Un codeur de constellation algorithmique sera utilisé pour générer des constellations avec un nombre maximal de bits égal à N_{upmax} , avec $8 \leq N_{upmax} \leq 15$.

L'algorithme de codage sera identique à celui qui est spécifié au 7.8 pour les données aval (en remplaçant la limite de constellation $N_{downmax}$ par N_{upmax}).

8.9 Codeur de constellation – Version sans codage

Un codeur de constellation algorithmique sera utilisé pour générer des constellations avec un nombre maximal de bits égal à N_{upmax} , avec $8 \leq N_{upmax} \leq 15$. L'algorithme de codage sera identique à celui qui est spécifié au 7.9 pour les données aval (en remplaçant la limite de constellation $N_{downmax}$ par N_{upmax}). Le codeur de constellation n'utilisera pas de codage par treillis pour cette option.

8.10 Normalisation du gain

Le facteur g_i de normalisation du gain sera appliqué, conformément à la demande faite par l'unité ATU-C, aux symboles de données émis (voir 10.8.13, A.2.4.1 et B.2.2.1); ce facteur sera mis à jour si possible pendant la phase active (SHOWTIME) par le biais de la procédure d'échange de bit. Seules les valeurs de gain nulles ou comprises dans un domaine allant approximativement de 0,19 à 1,33 (c'est-à-dire, de $-14,5$ dB à $+2,5$ dB) peuvent être utilisées. La normalisation de gain n'est appliquée à aucune sous-porteuse pour la transmission des symboles de synchronisation comme défini dans les Annexes A, B et C.

Tout point de constellation (X_i, Y_i) à la sortie du codeur, correspondant au nombre complexe $X_i + jY_i$ sera multiplié par g_i :

$$Z_i = g_i (X_i + jY_i) \quad (8-9)$$

NOTE – Le gain g_i définit une normalisation de la valeur quadratique moyenne (RMS) des niveaux de sous-porteuse par rapport à ceux utilisés pour le signal R-MEDLEY (voir 10.7.8). Ils sont indépendants de

toute méthode pouvant être implémentée par les constructeurs pour simplifier l'implémentation (par exemple, l'imbrication de constellations).

8.11 Modulation

L'espacement de fréquence Δf entre les sous-porteuses est de 4,3125 kHz avec une tolérance de ± 50 ppm.

8.11.1 Sous-porteuses

8.11.1.1 Sous-porteuses de données

Le signal d'analyse de canal défini au 10.7 permet l'utilisation d'un nombre maximal de 31 porteuses (à des fréquences $n\Delta f$). La limite inférieure de n dépend de la sélection de l'option de service. Si un chevauchement de spectre est utilisé pour la séparation des signaux amont et aval dans l'exemple d'une ligne ASDL au-dessus d'une option de service de téléphonie classique telle qu'elle est définie dans l'Annexe A, la limite inférieure de n sera alors déterminée par les filtres de séparation de téléphonie classique; la limite supérieure est fixée par les filtres passe-bande en transmission et en réception et ne sera pas supérieure à 31; les fréquences de coupure de ces filtres sont fixées par les constructeurs et le domaine des valeurs utilisables pour n est déterminé au moment de l'estimation du canal.

Les sous-porteuses de données pour l'Annexe B sont définies au B.2.3.

8.11.1.2 Fréquence de Nyquist

La sous-porteuse à la fréquence de Nyquist ($n^\circ 256$) ne sera pas utilisée pour des données utilisateur et correspondra à une valeur réelle; d'autres utilisations possibles appellent une étude ultérieure.

La fréquence de Nyquist pour les Annexes A et C est spécifiée au A.2.5.

La fréquence de Nyquist pour l'Annexe B est spécifiée au B.2.5.

8.11.1.3 Composante continue

La sous-porteuse de composante continue ($n^\circ 0$) ne sera pas utilisée et ne contiendra aucune énergie.

8.11.2 Modulation par la transformation de Fourier discrète inverse (IDFT)

Voir sous-paragraphe A.2.1 pour les Annexes A et C.

Voir sous-paragraphe B.2.6 pour l'Annexe B.

8.11.3 Symbole de synchronisation

Le symbole de synchronisation permet la récupération des erreurs de trame après des micro-interruptions qui auraient entraîné un nouveau conditionnement en son absence.

Le débit de symboles de données, $f_{\text{ymb}} = 4$ kHz, la séparation de porteuse $\Delta f = 4,3125$ kHz et la dimension $N = 64$ de la transformée IDFT rendent possible l'utilisation d'un préfixe cyclique de 5 échantillons, étant donné que:

$$(64 + 5) \times 4,0 = 64 \times 4,3125 = 276 \quad (8-10)$$

Le préfixe cyclique sera toutefois réduit à 4 échantillons et un symbole de synchronisation d'une longueur nominale de 68 échantillons sera inséré périodiquement tous les 68 symboles de données, compte tenu de l'égalité

$$(64 + 4) \times 69 = (64 + 5) \times 68 \quad (8-11)$$

Le masque de données utilisé dans le symbole de synchronisation sera tel qu'il est défini dans les annexes adéquates.

Voir sous-paragraphe A.2.2 pour les Annexes A et C.

Voir sous-paragraphe B.2.7 pour l'Annexe B.

L'ensemble minimal de sous-porteuses devant être utilisé est identique à celui qui est utilisé pour la transmission de données (c'est-à-dire, celles pour lesquelles $b_i > 0$); les sous-porteuses pour lesquelles $b_i = 0$ peuvent être utilisées avec une densité spectrale de puissance (PSD) réduite, comme défini dans les paragraphes des Annexes A, B et C traitant de la densité PSD. Les données modulées sur chaque sous-porteuse seront conformes à la définition précédente et ne dépendent pas de la sous-porteuse utilisée.

8.11.4 Symbole de synchronisation inverse (uniquement Annexe C)

Voir sous-paragraphe C.5.5.1.

8.12 Préfixe cyclique

Voir sous-paragraphe A.2.3 pour les Annexes A et C.

Voir sous-paragraphe B.2.8 pour l'Annexe B.

8.13 Domaine dynamique de l'émetteur

L'émetteur contient toutes les fonctions de transmission analogiques: le convertisseur N/A, le filtre anti-distorsion, les circuits hybrides et le séparateur téléphonique. Le signal émis sera conforme aux prescriptions de fréquence du 8.11.1 pour l'espacement des fréquences.

8.13.1 Débit d'écrêtage maximal

Le niveau maximal du signal de sortie de l'émetteur sera tel qu'il ne provoquera pas d'écrêtage pendant plus de 0,00001% du temps.

8.13.2 Seuil de bruit ou de distorsion

Le rapport signal sur bruit plus distorsion du signal émis sur une sous-porteuse particulière est défini comme le rapport entre la valeur quadratique moyenne de la tonalité pour cette sous-porteuse et la somme des valeurs quadratiques moyennes de tous les signaux sans tonalité présents dans la bande de fréquence de 4,3125 kHz centrée sur la sous-porteuse. Ce rapport est mesuré pour chaque sous-porteuse utilisée pour la transmission au moyen d'un essai de rapport de puissance de tonalité multiple (MTPR, *multitone power ratio*) comme indiqué dans la Figure 7-21.

Le rapport MTPR de l'émetteur pour toute sous-porteuse dans la bande de fréquences émise fournira un résultat inférieur ou égal à $(3N_{\text{upi}} + 20)$ dB, N_{upi} étant la taille (en bits) de la constellation utilisée pour la sous-porteuse i . La valeur minimale du rapport MTPR de l'émetteur sera au moins de 38 dB (correspondant à une valeur de N_{upi} égale à 6) pour toute sous-porteuse.

NOTE – Les signaux transmis pendant une phase d'initialisation et de transmission de données normale ne conviennent pas pour ce test parce qu'un préfixe cyclique est ajouté aux symboles DMT et que la densité PSD d'un signal non répétitif ne présente pas de zéros pour toutes les fréquences de sous-porteuse. Il est possible d'utiliser un analyseur de transformée FFT à déclenchement, mais un tel test mesure à la fois la distorsion non linéaire et la distorsion linéaire introduite par le filtre. Il s'ensuit que ce test nécessiterait que l'émetteur mette en œuvre un logiciel spécial, utilisé sans doute uniquement pendant la phase de mise au point. Le problème de la mesure du rapport MTPR pour un modem de série appelle une étude ultérieure.

8.14 Réponse spectrale de l'émetteur ATU-R Amont

Les masques spectraux correspondant aux trois options de service sont définis dans les Annexes A, B et C.

Voir sous-paragraphe A.2.4 pour l'Annexe A.

Voir sous-paragraphe B.2.2 pour l'Annexe B.

Voir sous-paragraphe C.5.6 pour l'Annexe C.

NOTE – La bande de fréquences de 25 à 276 kHz à laquelle il est fait référence est l'union des bandes utilisées par le système ADSL au-dessus de la téléphonie classique et au-dessus du RNIS. Les limites définies au sein de cette bande s'appliquent à tout utilisateur de bandes étroites.

8.15 Table de bits duale et conversion de débit (uniquement Annexe C)

Voir sous-paragraphe C.5.2 pour l'Annexe C.

8.16 Table de bits FEXT et conversion de débit (uniquement Annexe C)

Voir sous-paragraphe C.5.3 pour l'Annexe C.

9 Exploitation et maintenance du canal EOC

9.1 Canal EOC libre

La prise en charge des messages de données autonomes est obligatoire. Elle fournit le canal de couche Physique décrit au 6.1/G.997.1. Le canal est fourni dans les directions amont et aval par la transmission de messages autonomes avec les positionnements des champs EOC décrits au 9.2.3.4.

Ces messages de données autonomes peuvent être transmis par l'unité ATU-C ou par l'unité ATU-R; ils sont transparents pour l'état actuel de la machine d'état du canal EOC. Ceci signifie que ces messages autonomes transportant des données de canal libre peuvent être insérés quel que soit l'état actuel de la machine d'état du canal EOC. Il n'est pas nécessaire que les messages autonomes insérés soient contigus, ce qui signifie que d'autres messages EOC peuvent être présents entre deux messages autonomes quelconques. Il n'existe pas de prescription particulière de débit pour l'insertion de messages autonomes dans le canal EOC.

La charge utile des messages de données autonomes reçus est placée dans un tampon de l'unité ATU réceptrice. La Recommandation G.997.1 définit des charges utiles en unités PDU.

Aucun contrôle de flux n'est effectué sur le canal EOC libre. On peut admettre qu'un mécanisme de commande de flux sera éventuellement fourni par un protocole situé à un niveau supérieur à celui de l'itinéraire de données. En outre, tout système qui implémente une pile de protocoles et une application utilisant le canal EOC libre (tel qu'il est défini dans la Recommandation G.997.1) devrait désactiver, au niveau des couches supérieures, l'émission ultérieure de trames de données autonomes si un nombre significatif des messages de couche supérieure reste sans réponse.

9.2 Prescriptions concernant le canal d'exploitation incorporé (EOC)

Un canal d'exploitation incorporé pour la communication entre les unités ATU-C et ATU-R sera utilisé pour la maintenance en service ou hors service, ainsi que pour l'extraction des informations de statut de l'unité ATU-R et des paramètres de supervision de performance de la ligne ADSL.

9.2.1 Organisation et protocole du canal EOC

Le canal EOC du système ADSL permet à l'unité ATU-C (jouant le rôle de maître pour la liaison) d'invoquer des commandes et à l'unité ATU-R (jouant le rôle d'esclave) de répondre à ces commandes. L'unité ATU-C fixe le débit du canal EOC de la liaison ADSL, de sorte qu'un seul message EOC sera inséré (par l'unité ATU-R) dans le sens amont pour chaque message EOC reçu, à l'exception du message "dernier souffle" qui est le seul message autonome que l'unité ATU-R est autorisé à émettre et qui est insérée dès que les octets adéquats sont disponibles.

Le présent sous-paragraphe définit uniquement le contenu et la signification des messages EOC; leur insertion dans les trames de données est définie aux 7.4.1 et 8.4.1.

9.2.2 Structure des messages EOC

Les 13 bits d'un message EOC sont subdivisés en cinq champs, qui sont résumés dans le Tableau 9-1 et définis dans les sous-paragraphe suivants. Les états du protocole sont définis au 9.2.5.

Tableau 9-1/G.992.1 – Champs des messages EOC

N° de champ	Bit(s)	Description	Notes
1	1, 2	Champ d'adresse	Peut adresser 4 emplacements
2	3	Champ de données (0) ou code opération (1)	Champ utilisé en lecture/écriture ou lorsqu'un message de données autonome est émis
3	4	Champ de parité d'octet impair (1) ou pair (0)	Indication de l'ordre des octets pour une transmission d'octets multiples
4	5	Champ de message autonome: ATU-C: <ul style="list-style-type: none"> • positionné sur "1" pour des commandes ATU-C vers l'unité ATU-R • positionné sur "0" pour des transferts autonomes ATU-R: <ul style="list-style-type: none"> • positionné sur "1" pour les réponses à des commandes ATU-C • positionné sur "0" pour des transferts autonomes 	Positionné sur "0" par l'unité ATU-R pour émettre un message "dernier souffle" ou des transferts de données autonomes
5	6-13	Champ d'informations	Un des 58 codes opération ou 8 bits de données

9.2.2.1 Champ "adresse" (n° 1)

Les deux bits du champ "adresse" peuvent adresser jusqu'à quatre emplacements. Les deux emplacements suivants sont définis à l'heure actuelle:

- 11₂: adresse d'unité ATU-C;
- 00₂: adresse d'unité ATU-R.

Les adresses 10₂ et 01₂ sont réservées pour une utilisation future et ne sont pas valides à l'heure actuelle.

L'unité ATU-C adressera les messages destinés à l'unité ATU-R en positionnant le champ "adresse" sur la valeur de l'adresse de l'unité ATU-R. Lorsqu'elle répond à un message de l'unité ATU-C, l'unité ATU-R conservera sa propre adresse dans le champ "adresse". Par contre, lorsqu'elle émet un message autonome à destination de l'unité ATU-C, l'unité ATU-R positionnera le champ "adresse" sur la valeur de l'adresse de l'unité ATU-C.

9.2.2.2 Champ "données" ou "code opération" (n° 2)

Une valeur 0 (zéro) de ce champ indique que le champ "informations" du message actuel contient un octet de données; une valeur 1 indique un code pour un message de canal EOC du système ADSL.

9.2.2.3 Champ "octet de parité" (n° 3)

Ce bit sera positionné sur "1" pour le premier octet lu ou écrit, indiquant un octet de rang impair. Il sera positionné sur "0" pour l'octet suivant pour indiquer un octet de rang pair, et ainsi de suite. Ce bit facilite les lectures et écritures d'octets multiples de données évitant l'utilisation de codes opération intermédiaires indiquant la réception correcte de l'octet précédent.

Le champ "octet de parité" sera toujours positionné sur "1" si le message EOC est un message autonome ou si le champ "informations" véhicule un code opération différent du code opération "octet suivant". Le champ "octet de parité" peut être positionné sur "0" dans le cas contraire.

9.2.2.4 Champ "message autonome" (n° 4)

Le positionnement de ce champ sur "1" indique, au niveau de l'unité ATU-C, que le message EOC actuel est un message de commande du protocole EOC (maître); son positionnement sur "0" indique un transfert autonome qui ne modifie pas l'état actuel du protocole de l'unité ATU-C ou de l'unité ATU-R. Le positionnement de ce champ sur "1" indique, au niveau de l'unité ATU-R, que le message EOC actuel est un message de réponse du protocole (esclave); son positionnement sur "0" indique un transfert autonome qui ne modifie pas l'état actuel du protocole de l'unité ATU-C ou de l'unité ATU-R. Le seul transfert autonome défini à l'heure actuelle pour l'unité ATU-C est le transfert de données autonome décrit au 9.2.3.4. L'unité ATU-R prend en charge le message "dernier souffle" (voir 9.2.5.4) et le transfert de données autonome amont (défini au 9.2.3.4).

9.2.2.5 Champ "informations" (n° 5)

Le codage du champ "informations" peut véhiculer jusqu'à 58 codes opération différents ou 8 bits de données (binaires ou ASCII).

L'ensemble des codes opération est limité par la contrainte qu'il doit exister une distance de Hamming minimale de 2 entre tous les codes opération et une distance minimale de 3 entre certains codes critiques et tous les autres.

9.2.3 Ensembles de messages EOC

L'unité ATU-C émet des messages EOC (commandes) à destination de l'unité ATU-R pour faire exécuter certaines fonctions. Quelques-unes de ces fonctions nécessitent que l'unité ATU-R active des modifications portant sur ses circuits internes (par exemple, pour émettre des bits CRC erronés). D'autres fonctions pouvant être invoquées sont des opérations de lecture et d'écriture concernant des registres de données au sein de l'unité ATU-R. Ces registres sont utilisés pour lire des paramètres de statut ou de supervision de performance de l'unité ATU-R ou pour effectuer des extensions de maintenance limitées sur le réseau de distribution filaire de l'installation client ou sur des modules de service.

Certaines de ces commandes se font avec "verrouillage", ce qui signifie qu'une commande ultérieure sera nécessaire pour faire sortir l'unité ATU-R de cet état. Il s'ensuit que des actions ADSL multiples initialisées par le canal EOC peuvent être actives simultanément. Une commande distincte de "retour à la normale" est utilisée pour libérer tous les états verrouillés. Cette commande est également utilisée pour faire revenir le système ADSL dans un état connu, l'état libre, qui correspond à l'absence de toute commande active au sein de l'unité ATU-R. La commande "maintien de l'état" sera émise pour faire passer le système dans un état connu, l'état "libre" et maintenir l'état verrouillé.

L'unité ATU-C est responsable dans tous les cas de l'émission des messages EOC et l'unité ATU-R rend compte de la réception correcte d'un message en le revoyant sous la forme d'un écho ou en émettant un message de réponse.

Les quatre types de message EOC sont les suivants:

- messages EOC bidirectionnels: émis par l'unité ATU-C, ces messages doivent être renvoyés en écho par l'unité ATU-R comme indication de leur réception correcte; ils nécessitent un code opération;
- messages (aval) de l'unité ATU-C vers l'unité ATU-R: émis par l'unité ATU-C, ces messages ne font pas l'objet d'un écho par l'unité ATU-R; ils nécessitent un code opération;
- messages (amont) de l'unité ATU-R vers l'unité ATU-C: émis par l'unité ATU-R, ces messages ne font pas l'objet d'un écho par l'unité ATU-C; ils nécessitent un code opération; ces messages sont des réponses du protocole EOC à des commandes aval ou des messages autonomes tels qu'un "dernier souffle" (c'est-à-dire, non sollicité);
- transfert de données autonome: émis par l'unité ATU-C ou ATU-R, il s'agit de messages non sollicités sans écho ou accusé de réception au niveau de la couche EOC; ils ne nécessitent pas de code opération et n'affectent pas l'état du protocole EOC.

Le Tableau 9-2 résume tous les messages EOC et leurs codes opération.

Tableau 9-2/G.992.1 – Codes opération des messages EOC

HEX (Note 1)	Signification du code opération	Direction (Note 2)	Abréviation et notes
01 ₁₆	Etat de maintien	d/u	HOLD
F0 ₁₆	Retour à la normale de toutes les conditions actives	d/u	RTN
02 ₁₆	Effectuer un "essai automatique"	d/u	SLFTST
04 ₁₆	Conformité impossible (UTC, <i>unable to comply</i>)	u	UTC
07 ₁₆	Demande de contrôle CRC erroné	d/u	REQCOR (verrouillée)
08 ₁₆	Demande de fin de contrôle CRC erroné	d/u	REQEND
0B ₁₆	Notification de contrôle CRC erroné	d/u	NOTCOR (verrouillée)
0D ₁₆	Notification de fin de contrôle CRC erroné	d/u	NOTEND
0E ₁₆	Fin des données	d/u	EOD
10 ₁₆	Octet suivant	d	NEXT
13 ₁₆	Demande de mise à jour de paramètres d'essais	d/u	REQTPU
20 ₁₆ , 23 ₁₆ , 25 ₁₆ , 26 ₁₆ , 29 ₁₆ , 2A ₁₆ , 2C ₁₆ , 2F ₁₆ , 31 ₁₆ , 32 ₁₆ , 34 ₁₆ , 37 ₁₆ , 38 ₁₆ , 3B ₁₆ , 3D ₁₆ , 3E ₁₆	Ecrire dans les registres de données de numéros 0-F	d/u	WRITE

Tableau 9-2/G.992.1 – Codes opération des messages EOC (*fin*)

HEX (Note 1)	Signification du code opération	Direction (Note 2)	Abréviation et notes
40 ₁₆ , 43 ₁₆ , 45 ₁₆ , 46 ₁₆ , 49 ₁₆ , 4A ₁₆ , 4C ₁₆ , 4F ₁₆ , 51 ₁₆ , 52 ₁₆ , 54 ₁₆ , 57 ₁₆ , 58 ₁₆ , 5B ₁₆ , 5D ₁₆ , 5E ₁₆	Lire les registres de données de numéros 0-F	d/u	READ
19 ₁₆ , 1A ₁₆ , 1C ₁₆ , 1F ₁₆	Protocoles propres au fournisseur	d/u	
E7 ₁₆	Dernier souffle	u	DGASP
15 ₁₆ , 16 ₁₆ , 80 ₁₆ , 83 ₁₆ , 85 ₁₆ , 86 ₁₆ , 89 ₁₆ , 8A ₁₆ , 8C ₁₆ , 8F ₁₆	Codes non définis		Ces codes sont réservés pour une utilisation future et seront indisponibles pour toute autre utilisation.
<p>NOTE 1 – Les valeurs des codes opération sont données en hexadécimal (bit MSB à gauche, bit LSB à droite), le bit MSB correspond au bit eoc13 et le bit LSB au bit eoc6 (voir Tableau 9-1). Ces valeurs garantissent les distances de Hamming minimales suivantes:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 2 entre tous les codes opération (en imposant une parité paire pour tous les codes sauf pour deux codes critiques); • 3 entre le code "retour à la normale" (ou "libre") et tous les autres codes; et • 3 entre le code "dernier souffle" et tous les autres codes. <p>NOTE 2 – Les trois types de messages identifiés sont les suivants:</p> <ul style="list-style-type: none"> • d/u (aval/amont): messages bidirectionnels (9.2.3.1); • d (aval): messages de l'unité ATU-C vers l'unité ATU-R (9.2.3.2); • u (amont): messages de l'unité ATU-R vers l'unité ATU-C (9.2.3.3). 			

9.2.3.1 Messages EOC bidirectionnels

Les messages suivants peuvent *être* émis par l'unité ATU-C et renvoyés en écho par l'unité ATU-R pour indiquer leur réception correcte (les noms abrégés et les codes opération sont donnés entre parenthèses):

- *état de maintien*: (HOLD, 01₁₆) ce message indique à l'unité ATU-R qu'elle doit maintenir dans leur état actuel le processeur EOC de l'unité ATU-R ainsi que toute opération ADSL active pilotée par le canal EOC (telle qu'une commande verrouillée);
- *retour à la normale (code "libre")*: (RTN, F0₁₆) ce message libère toutes les opérations pilotées par le canal EOC (conditions verrouillées) qui sont en cours au niveau de l'unité ATU-R; il fait revenir le processeur EOC du système ADSL dans son état initial. Ce code constitue également le message émis pendant les états libres;
- *demande de contrôle CRC erroné*: (REQCOR, 07₁₆) ce message demande à l'unité ATU-R d'émettre des contrôle CRC erronés destinés à l'unité ATU-C, et ceci tant qu'il n'a pas été annulé par l'un des messages "demande de fin de contrôle CRC erroné" ou "retour à la

normale". La commande "demande de contrôle CRC erroné" s'effectuera avec verrouillage afin de permettre des actions ADSL simultanées multiples initialisées par le canal EOC;

- *demande de fin de contrôle CRC erroné*: (REQEND, 08₁₆) ce message demande à l'unité ATU-R de mettre fin à l'émission de contrôles CRC erronés destinés à l'unité ATU-C;
- *notification de contrôle CRC erroné*: (NOTCOR, 0B₁₆) ce message indique à l'unité ATU-R que des contrôles CRC intentionnellement erronés seront émis par l'unité ATU-C tant qu'une annulation n'est pas indiquée par un message "notification de fin de contrôle CRC erroné" ou "retour à la normale";
- *notification de fin de contrôle CRC erroné*: (NOTEND, 0D₁₆) ce message indique à l'unité ATU-R que l'unité ATU-C a mis fin à l'émission de contrôles CRC erronés;
- *effectuer des essais automatiques*: (SLFTST, 02₁₆) ce message demande à l'unité ATU-R de procéder à des tests automatiques. Le résultat de ces tests sera stocké dans un registre de l'unité ATU-R. L'unité ATU-C accède à ce registre après la fin de ces tests pour en lire le résultat;
- *réception/écriture de données Data (n° de registre)*: (WRITE, voir Tableau 9-2) ce message ordonne à l'unité ATU-R de passer dans l'état de protocole "écriture de données", de recevoir des données et de les placer dans le registre spécifié par le code opération;
- *lecture/émission de données (n° de registre)*: (READ, voir Tableau 9-2) ce message ordonne à l'unité ATU-R de passer dans l'état de protocole "lecture de données", de lire des données à partir du registre spécifié par le code opération et de les émettre vers l'unité ATU-C;
- *fin des données*: (EOD, 0E₁₆) ce message est émis par l'unité ATU-C après qu'elle a émis tous les octets de données à destination de l'unité ATU-R (voir Note);
- *demandes de mise à jour de paramètres d'essais*: (REQTPU, 13₁₆) ce message demande à l'unité ATU-R de mettre à jour l'ensemble de paramètres de tests tel qu'il est défini aux 9.3.1.4 et 9.3.4.1. Les paramètres de tests pris en charge par l'unité ATU-R seront mis à jour dans un laps de temps de 10 secondes après la réception de la demande. Les paramètres de tests mis à jour peuvent ensuite être lus par l'unité ATU-C;
- *codes opération propres au fournisseur*: (VPC, 19₁₆, 1A₁₆, 1C₁₆, 1F₁₆) quatre codes opération ont été réservés à l'usage des fournisseurs. L'unité ATU-C lira le registre de code d'identification de fournisseur de l'ATU-R avant d'utiliser le code concerné, afin de garantir la compatibilité entre les unités ATU;
- *codes de commande non définis*: tous les codes de commande non définis sont réservés pour une utilisation ultérieure et seront indisponibles pour toute autre utilisation.

NOTE – Ce message possède une signification légèrement différente lorsqu'il est émis par l'unité ATU-R, comme défini au 9.2.5.3.2.

9.2.3.2 Messages émis par l'unité ATU-C vers l'unité ATU-R

Le message suivant peut être émis uniquement par l'unité ATU-C:

- *octet suivant*: (NEXT, 10₁₆) ce message est émis de manière répétée par l'unité ATU-C (en basculant le quatrième bit dans le cas de données à octets multiples jusqu'à ce que toutes les données aient été émises) pendant qu'elle se trouve dans l'état de protocole "lecture de données" (c'est-à-dire, après que l'unité ATU-R a accusé réception de la commande précédente "réception/écriture de données").

9.2.3.3 Messages émis par l'unité ATU-R vers l'unité ATU-C

Les autres messages suivants peuvent être émis uniquement par l'unité ATU-R:

- *accusé de réception avec conformité impossible*: (UTC, 04₁₆) l'unité ATU-R émettra ce message lorsqu'elle reçoit un message EOC auquel elle ne peut pas donner suite, soit parce qu'elle ne peut pas reconnaître ou fournir la commande, soit parce que la commande n'est pas attendue dans l'état actuel de l'interface du canal EOC. Un exemple de commande non attendue est une indication que le champ "informations" contient des données et qui n'a pas été précédée d'une commande "écriture de données";
- *fin des données*: (EOD, 0E₁₆) ce message est émis par l'unité ATU-R:
 - en réponse à un message "octet suivant" reçu de l'unité ATU-C après que tous les octets ont été lus dans le registre actuellement adressé dans l'unité ATU-R;
 - en réponse à un message de l'unité ATU-C qui contient un octet de données après que tous les octets ont été lus dans le registre actuellement adressé dans l'unité ATU-R;
- *dernier souffle*: (DGASP, E7₁₆) il s'agit du seul message autonome (c'est-à-dire, non sollicité) pouvant être émis par l'unité ATU-R, voir 9.2.5.4;
- *codes opération propres au fournisseur*: (VPC, 19₁₆, 1A₁₆, 1C₁₆, 1F₁₆) quatre codes opération ont été réservés à l'usage des fournisseurs.

9.2.3.4 Transferts de données autonomes

Les transferts de données autonomes peuvent être initialisés par l'unité ATU-C ou par l'unité ATU-R. Contrairement aux messages de protocole EOC normaux, les transferts de données autonomes ne nécessitent aucun écho ni aucune répétition au niveau de la couche EOC. Ce procédé de transfert de données allégé permet des échanges de gestion non sollicités à grande vitesse ($32 \times 8 \times 4/68 = 15$ kbit/s) entre les unités ATU-C et ATU-R sans affecter l'état actuel du protocole EOC.

Les transferts de données autonomes peuvent être insérés quel que soit l'état de la machine d'état du canal EOC. Un transfert de données autonome ne provoquera pas de modification de l'état du protocole d'écho ou de réponse au message EOC et ne sera pas considéré comme une réponse à un message de protocole ATU-C quelconque. Un transfert de données autonome permet le transport d'un seul octet de données et ne fait pas appel au protocole de répétition ou d'écho de message EOC. Des messages de transfert de données autonomes successifs peuvent être émis dès que des couples d'octets "rapides" sont disponibles pour les messages EOC. Le flux de transferts de données autonomes peut être interrompu à tout instant pour des messages EOC bidirectionnels de l'ATU-C vers l'ATU-R, de l'ATU-R vers l'ATU-C ou bidirectionnels. L'unité ATU-C formatera tous les transferts de données autonomes (vers l'unité ATU-R) en positionnant le champ "adresse" (n° 1) sur 00₂ (adresse de l'unité ATU-R), le champ "données" (n° 2) sur "0" (données), le champ "octet de parité" (n° 3) sur "1"; le champ "message autonome" (n° 4) sur "0" (autonome) et le champ "informations" (n° 5) sera utilisé pour 8 bits de données. L'unité ATU-R formatera tous les transferts de données autonomes (vers l'unité ATU-C) en positionnant le champ "adresse" (n° 1) sur "11₂" (adresse de l'unité ATU-C), le champ "données" (n° 2) sur "0" (données), le champ "octet de parité" (n° 3) sur "1"; le champ "message autonome" (n° 4) sur "0" (autonome) et le champ "informations" (n° 5) sera utilisé pour 8 bits de données.

9.2.4 Registres de données dans l'unité ATU-R

Les registres de l'unité ATU-R seront définis comme suit:

- identification du fournisseur de l'unité ATU-R: 8 octets (voir 9.3.3/G.994.1);
- numéro de version de l'unité ATU-R: à la discrétion du fournisseur;
- numéro de série de l'unité ATU-R (32 octets): à la discrétion du fournisseur;

- résultats de tests automatiques: l'octet le plus significatif du champ "résultats de tests automatiques" sera positionné sur 00₁₆ en cas de réussite des essais et sur 01₁₆ en cas d'échec (la définition de l'échec est à la discrétion du fournisseur); d'autres valeurs sont réservées pour une utilisation future. La longueur et la syntaxe du restant du registre sont à la discrétion du fournisseur;
- atténuation de la ligne (1 octet): le sous-paragraphe 9.5.1 définit l'atténuation de la ligne;
- marge du rapport signal sur bruit (1 octet): le sous-paragraphe 9.5.1 définit la marge du rapport signal sur bruit;
- configuration de l'unité ATU-R (30 octets): le sous-paragraphe 8.4 définit les données de configuration de l'unité ATU-R et le contenu du Tableau 10-9 correspondra à l'ordre de données suivant (à raison d'un octet pour chaque variable):
 - aval $B_F(AS0), B_I(AS0), B_F(AS1), B_I(AS1), B_F(AS2), B_I(AS2), B_F(AS3), B_I(AS3)$;
 - aval $B_F(LS0), B_I(LS0), B_F(LS1), B_I(LS1), B_F(LS2), B_I(LS2)$, réservé;
 - amont $B_F(LS0), B_I(LS0), B_F(LS1), B_I(LS1), B_F(LS2), B_I(LS2)$, réservé;
 - aval RS_F, RS_I, S, D ($RS_F = R_F, RS_I = R_I/S$);
 - amont RS_F, RS_I, S, D ($RS_F = R_F, RS_I = R_I/S$).

Les deux octets réservés seront positionnés sur 00₁₆.

Le Tableau 9-3 donne la liste des registres de données de l'unité ATU-R et résume leur contenu.

Tableau 9-3/G.992.1 – Registres de données de l'unité ATU-R

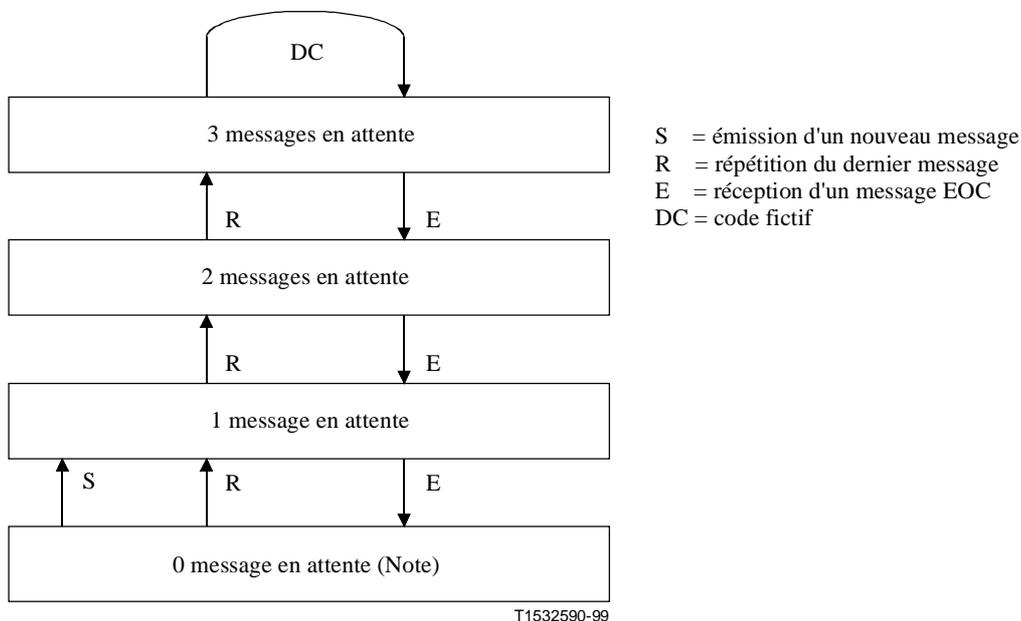
N° de registre	Utilisation	Longueur	Description
0 ₁₆	Lecture (R)	8 octets (voir 9.3.3/G.994.1)	Identification du fournisseur de l'unité ATU-R
1 ₁₆	R	A la discrétion du fournisseur	Numéro de version de l'unité ATU-R moins un
2 ₁₆	R	32 octets	Numéro de série de l'unité ATU-R
3 ₁₆	R	A la discrétion du fournisseur	Résultats de tests automatiques
4 ₁₆	Lecture/écriture (R/W)	A la discrétion du fournisseur	A la discrétion du fournisseur
5 ₁₆	R/W	A la discrétion du fournisseur	A la discrétion du fournisseur
6 ₁₆	R	1 octet	Atténuation de la ligne
7 ₁₆	R	1 octet	Marge du rapport signal sur bruit
8 ₁₆	R	30 octets	Configuration de l'unité ATU-R (se référer au 8.4 et à la Note 1)
9 ₁₆ -F ₁₆	Réservé	Réservé	(Note 2)
NOTE 1 – Les registres seront lus avec l'octet le plus significatif en tête.			
NOTE 2 – Les registres 9 à F sont réservés pour une utilisation future; l'unité ATU-R fournira la réponse UTC (conformité impossible) dans le cas d'une demande de lecture ou d'écriture de l'un de ces registres.			

9.2.5 Etats du protocole EOC

Le protocole de canal EOC du système ADSL fonctionne dans un mode avec répétition des commandes et des réponses. L'unité ATU-C joue le rôle du maître émettant des messages de commande et l'unité ATU-R celui de l'esclave répondant aux messages de l'unité ATU-C. Trois messages identiques consécutifs (c'est-à-dire, sans autre message EOC intermédiaire) devront être reçus correctement avant le démarrage d'une action (aussi bien par l'unité ATU-C que par l'unité ATU-R). Une seule commande et trois messages au plus seront en attente (d'accusé de réception) à tout instant.

NOTE – Cette limitation du nombre de messages garantit qu'une unité ATU-R qui a moins d'opportunités d'insertion de trames EOC sur l'itinéraire amont sera en mesure d'accuser réception de tous les messages EOC de l'unité ATU-C.

La Figure 9-1 représente la procédure de traitement des messages en attente au niveau de l'unité ATU-C. L'unité ATU-C ne peut émettre un message différent de son dernier message émis que si elle n'a pas de messages en attente. Si un ou deux messages sont en attente, l'unité ATU-C peut uniquement répéter l'émission du dernier message, ce qui garantit que tous les messages en attente seront identiques.



NOTE – L'unité ATU-C n'aura pas de messages immédiatement après la fin de l'initialisation.

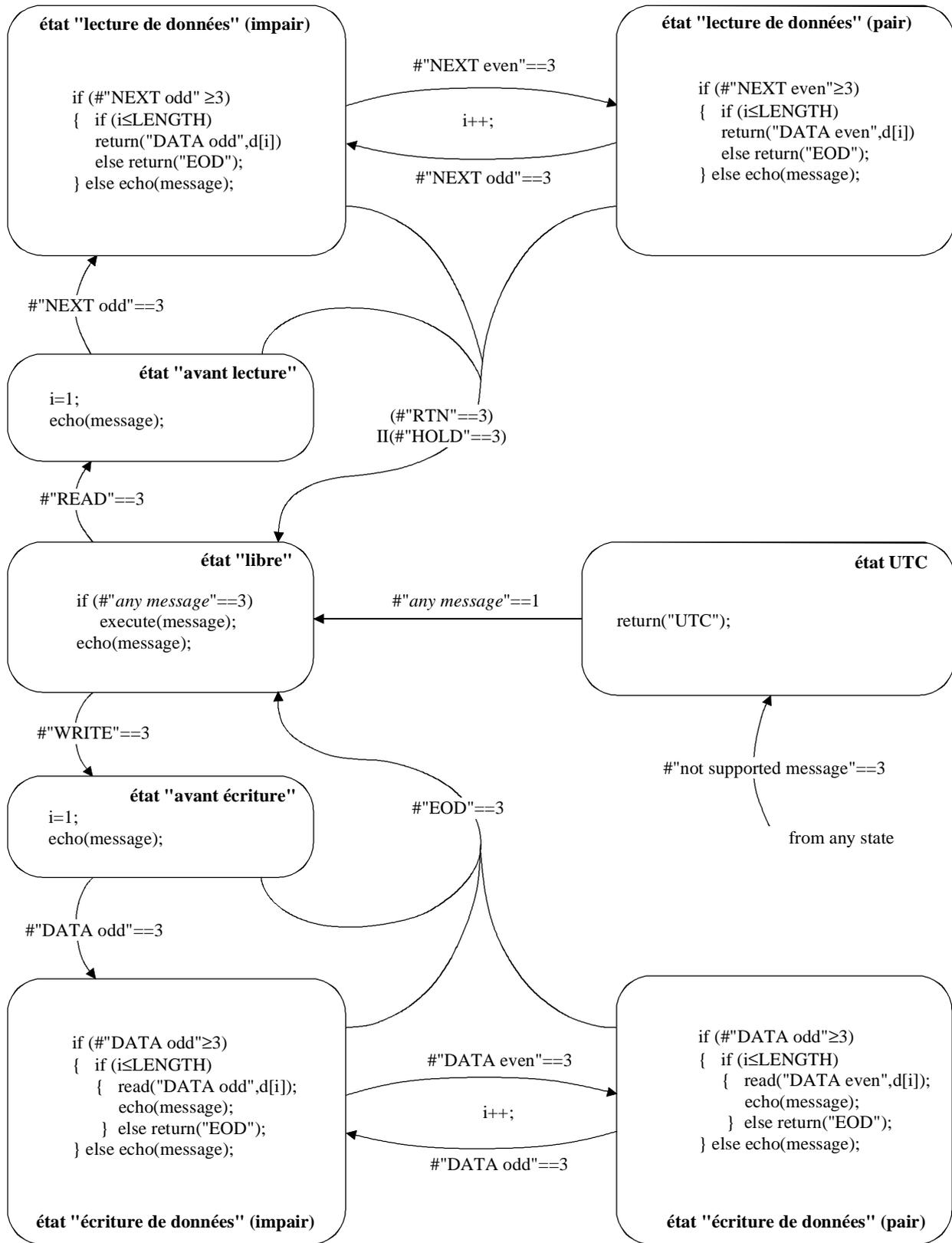
Figure 9-1/G.992.1 – Diagramme d'état de l'unité ATU-C pour les messages EOC en attente

Tous les messages EOC dont le bit 5 est positionné sur "1" seront pris en considération pour les événements E, R et S. Les autres messages EOC n'auront aucune influence sur la machine d'état EOC.

Si trois messages sont en attente, l'unité ATU-C mettra alors fin à l'émission des messages et remplira la largeur de bande EOC disponible avec des octets de commande de synchronisation fictifs (voir 7.4.1.1). L'émission des messages peut reprendre après la réception d'un ou plusieurs accusés de réception (échos) renvoyés par l'unité ATU-R. Une seule commande sera en attente à un instant donné, ce qui a pour résultat que tous les messages en attente seront identiques. L'unité ATU-C implémentera un mécanisme adéquat de récupération d'erreur pour traiter les messages qui n'ont pas fait l'objet d'un écho de la part de l'unité ATU-R (par exemple, les messages qui ont été perdus sur la ligne à la suite d'un bruit impulsif et qui restent en attente de ce fait). Un tel mécanisme n'a

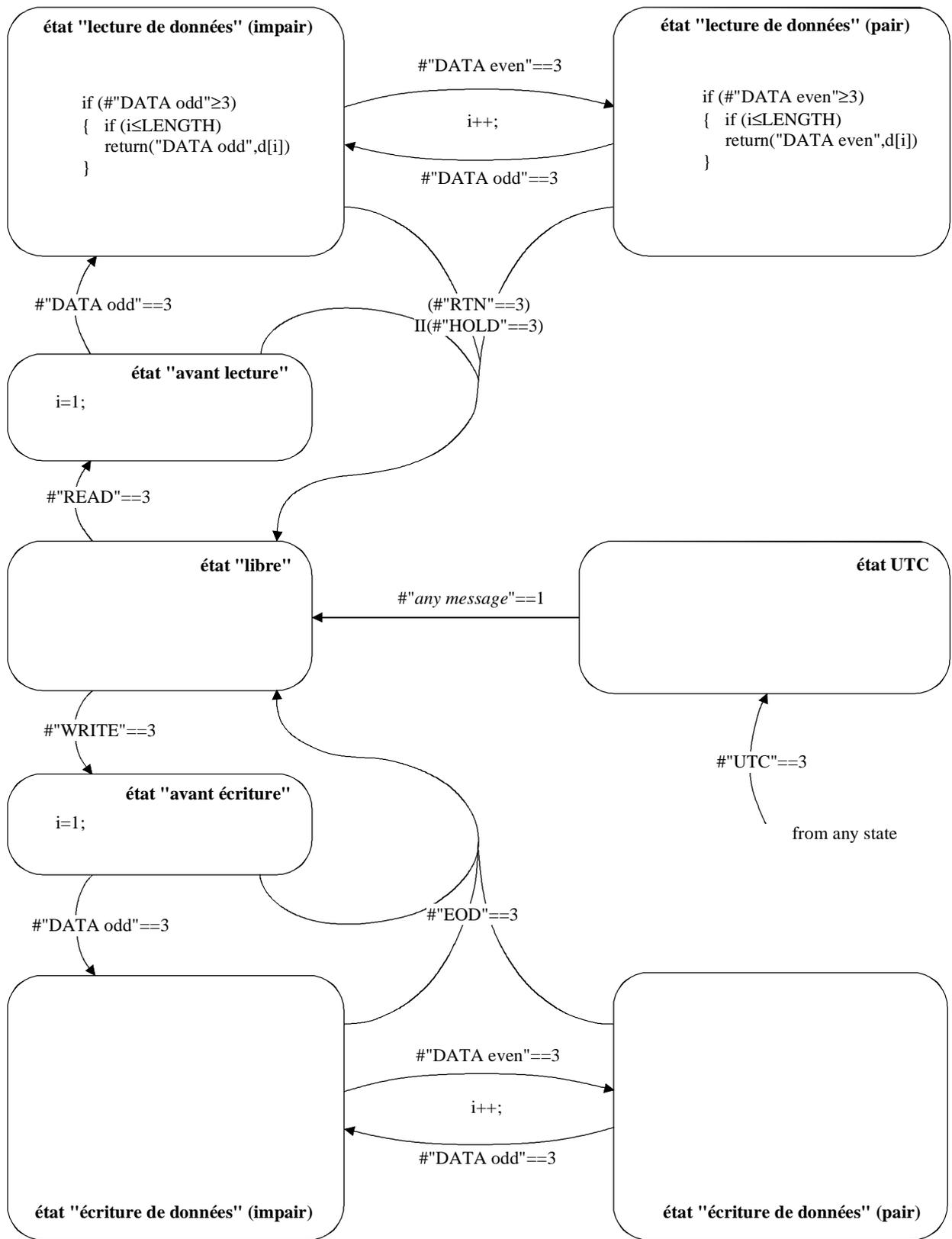
aucun effet sur la capacité d'interfonctionnement et se trouve de ce fait en dehors du domaine d'application de la présente Recommandation.

Les diagrammes d'état du protocole au niveau des unités ATU-R et ATU-C seront respectivement conformes aux Figures 9-2 et 9-3.



T1532600-99

Figure 9-2/G.992.1 – Machine d'état du récepteur EOC au niveau de l'unité ATU-R



T1532610-99

Figure 9-3/G.992.1 – Machine d'état du récepteur EOC au niveau de l'unité ATU-C

Les prescriptions suivantes régiront les transitions entre les états représentés dans les Figures 9-2 et 9-3:

- 1) les changements d'état de protocole résultent des messages reçus. Les messages reçus par l'unité ATU-C sont des réponses de l'unité ATU-R à des messages émis par l'unité ATU-C. L'ensemble de messages de l'émetteur de l'unité ATU-C peut être limité en fonction de l'état du récepteur de cette unité. L'émetteur de l'unité ATU-C a la latitude d'organiser et d'émettre une succession de messages telle que l'unité ATU-R renvoie les réponses correctes compte tenu de la machine d'état de protocole du récepteur;
- 2) la condition ($\#message == N$) est vérifiée si, et seulement si, les N messages reçus précédemment sont identiques (c'est-à-dire, si tous les 13 bits reçus sont les mêmes) avec un adressage correct (c'est-à-dire, contenant l'adresse de l'unité ATU-R). La condition ($\#message == 1$) signifie que le dernier message reçu est différent (au moins pour l'un des 13 bits) du message précédent et avec un adressage convenable;
- 3) le passage dans un autre état (en fonction du message reçu) sera pris en considération en premier et sera suivi de l'exécution correspondant à l'état cible (identique ou nouveau). L'exécution des commandes au niveau d'une unité ATU-R qui se trouve dans l'état "libre" sera conforme à la description du 9.2.5.3 (invocation de verrouillage, de déverrouillage ou de tests automatiques);
- 4) tous les messages EOC dont le bit 5 est positionné sur "1" seront considérés comme des messages reçus et donneront lieu à un message EOC de réponse au niveau de l'unité ATU-R. Les autres messages EOC ne provoqueront pas de changement pour la machine d'état EOC ni de message EOC de réponse au niveau de l'unité ATU-R.

Les réponses valides de l'unité ATU-R appartiennent aux trois catégories suivantes:

- états de protocole d'écho ou de réponse à un message: état "libre" et état EXE;
- état de protocole de message ou de réponse "conformité impossible ": état UTC;
- états de protocole de message ou de réponse de données: états de lecture de données et d'écriture de données (les états de lecture de données sont les états "avant lecture" ainsi que les états "lecture de données" pairs et impairs; les états d'écriture de données sont les états "avant écriture" ainsi que les états "écriture de données" pairs et impairs).

Un message autonome sera autorisé dans la direction de l'unité ATU-R vers l'unité ATU-C, en plus de ces messages d'état, pour indiquer un "dernier souffle". Ce message ne modifie pas l'état du protocole, mais d'autres actions (par exemple, une réinitialisation automatique au niveau de l'unité ATU-C) induite par la réception de ce message peuvent conduire à une modification d'état (par exemple, le retour à l'état "libre").

Le protocole EOC passera dans l'état de protocole d'écho ou de réponse à un message (état "libre") lorsque les unités ATU terminent leurs séquences d'initialisation pour passer dans un état stable de transmission. L'unité ATU-C répétera le message (en respectant la limite du nombre de messages en attente) tant qu'elle n'a pas reçu de l'unité ATU-R trois messages d'écho consécutifs identiques, ceci afin de provoquer l'action désirée de la part de l'unité ATU-R. Cette réception conclut le protocole de commande et de réponse, mais l'unité ATU-C peut poursuivre l'émission du message. Le protocole de commande et de réponse doit être terminé pour ce message avant qu'un nouveau message (avec une nouvelle commande), pouvant conduire à un état de protocole différent dans l'unité ATU-R, puisse être émis.

Divers ensembles limités de messages EOC seront acceptables au niveau de l'unité ATU-R en fonction de l'état de cette unité. Le Tableau 9-4 présente ces ensembles. La réception de tout autre message conduira à l'émission d'une réponse "conformité impossible " (UTC, *unable-to-comply*) vers l'unité ATU-C.

Tableau 9-4/G.992.1 – Messages EOC acceptables au niveau de l'unité ATU-R

Etat ATU-R	Messages EOC acceptables			
Libre	Tout message			
UTC	Tout message			
Avant lecture de données	Read	NEXT impair	RTN	HOLD
Lecture de données – pair ou impair	NEXT impair	NEXT pair	RTN	HOLD
Avant écriture de données	WRITE	DATA impair	EOD	
Ecriture de données – pair ou impair	DATA impair	DATA pair	EOD	

9.2.5.1 Etat de protocole de réponse ou d'écho à un message

Cet état est identique à l'état "libre" présenté dans les Figures 9-2 et 9-3.

Lorsqu'elle veut démarrer une action au niveau de l'unité ATU-R, l'unité ATU-C commencera par émettre des messages EOC avec un code donnée/opération positionné sur "1" et un champ "informations" contenant le code opération de message approprié.

L'unité ATU-R démarrera son action si, et seulement si, elle a reçu trois trames EOC consécutives identiques, avec un adressage correct et contenant un message qu'elle est en mesure de reconnaître. L'unité ATU-R répondra à tous les messages reçus. Les réponses consisteront en un écho du message ADSL EOC reçu. On définit l'état protocolaire de message/réponse en écho par la combinaison de l'émission d'une trame de canal EOC par l'unité ATU-C et du renvoi de la trame en écho par l'unité ATU-R.

L'état protocolaire de message/réponse en écho est maintenu tant que le nœud maître n'a pas reçu trois échos consécutifs identiques, permettant à l'unité ATU-C de confirmer la bonne réception du message par l'unité ATU-R. Ceci constitue pour l'unité ATU-C un accusé de réception implicite indiquant que l'unité ATU-R a reçu correctement le message émis et qu'elle est en train de le traiter. Le mode protocolaire de message/réponse en écho est alors terminé.

Etant donné que les trames EOC sont insérées dans les trames ADSL uniquement lorsque l'octet adéquat est disponible, la durée de transmission d'un message en l'absence d'erreurs sera fonction de l'algorithme de commande de synchronisation du fournisseur, du nombre de signaux alloués au tampon rapide et du débit de ces signaux.

L'unité ATU-C émettra de manière continue le message d'activation après avoir reçu les trois échos valides; elle peut également, en variante, passer à l'émission du message "maintien de l'état". Si le message était l'une des commandes avec verrouillage, l'unité ATU-R maintiendra alors la situation de la commande tant que l'unité ATU-C n'a pas émis la commande adéquate mettant fin à la condition verrouillée particulière ou qu'elle n'a pas émis la commande "retour à la normale" (ce qui provoque la fin de toutes les conditions de verrouillage au sein de l'unité ATU-R).

9.2.5.2 Etat de protocole "conformité impossible"

Si elle reçoit trois messages consécutifs identiques qu'elle ne prend pas en charge, l'unité ATU-R renverra alors le message de réponse EOC ADSL "conformité impossible" (UTC) contenant sa propre adresse à la place d'un troisième écho consécutif identique. Ceci provoquera le passage de l'unité ATU-R à l'état protocolaire message/réponse UTC.

L'émission par l'unité ATU-R et la réception par l'unité ATU-C de trois messages "conformité impossible" consécutifs identiques et avec un adressage correct notifie à l'unité ATU-C que l'unité ATU-R ne prend pas en charge la fonction demandée; l'unité ATU-C peut alors mettre fin à sa tentative.

9.2.5.3 Etat de protocole de lecture ou d'écriture de données

L'unité ATU-C peut effectuer des opérations de lecture ou d'écriture de données dans la mémoire de l'unité ATU-R.

9.2.5.3.1 Protocole de lecture de données

Lorsqu'elle souhaite lire des données de l'unité ATU-R, l'unité ATU-C émettra à destination de l'unité ATU-R un message qui contient le code opération de lecture adéquat et spécifie le registre à lire. Une fois qu'elle a reçu au moins trois accusés de réception consécutifs identiques, l'unité ATU-C demandera à l'unité ATU-R l'envoi du premier octet suivant en émettant des messages "octet suivant" avec le bit quatre positionné sur "1", ce qui indique une demande pour un "octet impair". L'unité ATU-R renverra un écho de ces messages "octet suivant" tant qu'elle n'a pas reçu trois messages consécutifs identiques avec un adressage correct. Une fois qu'elle a reçu le troisième message, l'unité ATU-R répondra en émettant le premier octet du registre dans le champ "informations" d'une trame de canal EOC avec le bit quatre positionné sur "1" indiquant un "octet impair" et le bit trois positionné sur "0" indiquant que la trame EOC est une trame de données (et non une trame contenant un code opération dans le champ "informations"). L'unité ATU-C poursuit l'émission du message "octet suivant" avec le bit quatre positionné sur "octet impair" et l'unité ATU-R continue à répondre de la même manière tant que l'unité ATU-C n'a pas reçu au moins trois trames consécutives identiques avec un adressage correct et le bit quatre positionné sur "octet impair".

Si il existe d'autres données à lire, l'unité ATU-C demandera alors l'envoi d'un deuxième octet de données en émettant des messages "octet suivant" avec le bit quatre positionné sur "0" ("octet pair"). L'unité ATU-R envoie un écho de tous les messages reçus tant qu'elle n'a pas reçu trois messages "octet suivant" consécutifs identiques avec un adressage correct. Une fois qu'elle a reçu le troisième message, l'unité ATU-R commencera à émettre des trames de données contenant le deuxième octet du registre avec le bit quatre positionné sur "octet pair". L'unité ATU-C poursuit l'émission du message "octet suivant" avec le bit quatre positionné sur "octet pair" et l'unité ATU-R le renvoi d'une trame de données contenant le deuxième octet de données et le bit quatre positionné sur "octet pair".

Le processus se poursuit pour le troisième octet et tous les octets suivants avec des valeurs du bit quatre alternativement égales à "octet impair" ou "octet pair" pour chaque octet consécutif. Chaque fois que le bit quatre change de valeur, l'unité ATU-R renvoie un écho pour les deux premières trames correctes et démarre l'émission de trame de données après la réception de la troisième. Le processus s'arrête lorsque toutes les données du registre ont été lues.

L'unité ATU-C peut uniquement émettre le message "octet suivant" avec basculement du bit quatre pour poursuivre la lecture des données une fois que l'unité ATU-R se trouve dans l'état "lecture de données" pair ou impair. Si elle souhaite mettre fin de manière anormale à la lecture des données, l'unité ATU-C émet alors l'un des messages "maintien de l'état" ou "retour à la normale" selon qu'il est nécessaire ou non de maintenir un état verrouillé. L'unité ATU-R reviendra dans l'état UTC si elle reçoit trois fois de manière consécutive tout autre message avec un adressage correct lorsqu'elle se trouve dans l'un des états "lecture de données" pair ou impair.

Si l'unité ATU-C continue à émettre des messages "octet suivant" avec alternance du bit quatre pour poursuivre la lecture du registre de l'unité ATU-R après que tous les octets ont été lus, cette dernière émettra alors un message "fin de données" (avec le bit trois positionné sur "1" indiquant un code opération) après le troisième message supplémentaire reçu.

Le mode de lecture de données de l'unité ATU-C se termine, soit lorsque celle-ci a reçu le dernier octet de données dans trois messages consécutifs identiques avec un adressage correct, soit lorsqu'elle a reçu trois messages "fin de données" consécutifs identiques avec un adressage correct et le bit trois positionné sur "1". L'unité ATU-C passera alors dans l'état "libre" et fera également passer l'unité ATU-R dans cet état par l'émission d'un message "maintien de l'état" ou "retour à la normale".

L'unité ATU-R libérera le registre et abandonnera l'état "lecture de données" après la réception de trois messages "maintien de l'état" ou "retour à la normale" consécutifs identiques.

9.2.5.3.2 Protocole d'écriture de données

Lorsqu'elle souhaite écrire des données dans la mémoire de l'unité ATU-R, l'unité ATU-C émettra un message avec un code opération "écriture de données" à destination de l'unité ATU-R en spécifiant le registre à écrire. L'unité ATU-C émettra le premier octet de données lorsqu'elle a reçu au moins trois accusés de réception consécutifs identiques sous la forme de messages d'écho. L'unité ATU-R accuse réception de l'octet en renvoyant un écho du message. L'unité ATU-C démarrera l'émission de l'octet de données suivant lorsqu'elle a reçu trois échos consécutifs identiques avec un adressage correct. Chaque fois qu'elle reçoit au moins trois réponses d'écho de données consécutives identiques avec un adressage correct, l'unité ATU-C passera à l'émission de l'octet suivant avec basculement du bit "pair/impair" (les messages "octet suivant" ne sont pas utilisés dans le mode "écriture de données"). L'unité ATU-C mettra fin au mode d'écriture en émettant le message "fin de données" qui demande à l'unité ATU-R de libérer le registre et de revenir à l'état "libre".

L'unité ATU-C peut uniquement émettre le message "octet de données" avec le bit trois positionné sur "0" et avec basculement du bit quatre ou le message "EOD" pour poursuivre l'écriture des données une fois que l'unité ATU-R se trouve dans l'état "lecture de données" pair ou impair, ou le message "fin de données" si elle souhaite mettre fin de manière anormale à l'écriture des données. L'unité ATU-R reviendra dans l'état UTC si elle reçoit trois fois de manière consécutive identique tout autre message avec un adressage correct alors qu'elle se trouve dans l'un des états "lecture de données".

Si l'unité ATU-C continue à émettre un octet suivant de données une fois que tous les octets ont été écrits dans le registre de l'unité ATU-R, cette dernière émettra alors un message "fin de données" (avec le bit trois positionné sur "1" indiquant un code opération) après le troisième message supplémentaire reçu.

9.2.5.4 Message "dernier souffle"

L'unité ATU-R aura la capacité de détecter la coupure de l'alimentation électrique. Après la détection d'une situation de perte d'alimentation (LPR, *loss-of-power*) au niveau de l'extrémité locale (voir 9.3.4.1), l'unité ATU-R insérera des messages prioritaires EOC dans les données ADSL amont pour implémenter un message "dernier souffle" servant d'indicateur LPR. Le message EOC "dernier souffle" aura le bit cinq positionné sur "0" indiquant un message autonome, le bit trois positionné sur "1" indiquant un code opération et contiendra le code opération "dernier souffle" (voir Tableau 9-2) dans le champ "informations".

Six messages EOC "dernier souffle" consécutifs au moins seront insérés dans au moins douze octets amont ADSL disponibles pour le canal EOC (voir 8.4.1) en commençant par une trame de rang pair, quel que soit le nombre de trames EOC reçues dans le canal aval.

L'unité ATU-C ne renverra pas de réponse à l'unité ATU-R pour un message "dernier souffle". Un indicateur LPR est présent au niveau de l'unité ATU-C si 4 messages "dernier souffle" au moins sont reçus dans les douze derniers octets amont consécutifs disponibles pour le canal EOC, en commençant par une trame de rang pair (se référer à la définition de la primitive "perte d'alimentation" au 9.3.4). L'émission du "dernier souffle" ne provoquera pas de modification de l'état de protocole EOC de l'unité ATU-R ni de modification immédiate au sein de l'unité ATU-C qui le reçoit.

9.3 Supervision et surveillance de la performance pendant le service

Les systèmes ADSL ont été conçus pour livrer des charges utiles sous forme de paquets ou de cellules. Il est toutefois possible de transporter des itinéraires de données ne véhiculant pas de cellules lorsqu'un système ADSL est exploité dans le mode STM. Les capacités de supervision de

performances nécessaires pour maintenir ces itinéraires de données sont incorporées dans les systèmes en mode paquet ou cellule. Le système ADSL prendra en charge les prescriptions de supervision d'itinéraire de données telles qu'elles sont exigées par la technologie particulière utilisée pour la charge utile (Figure 9-4).

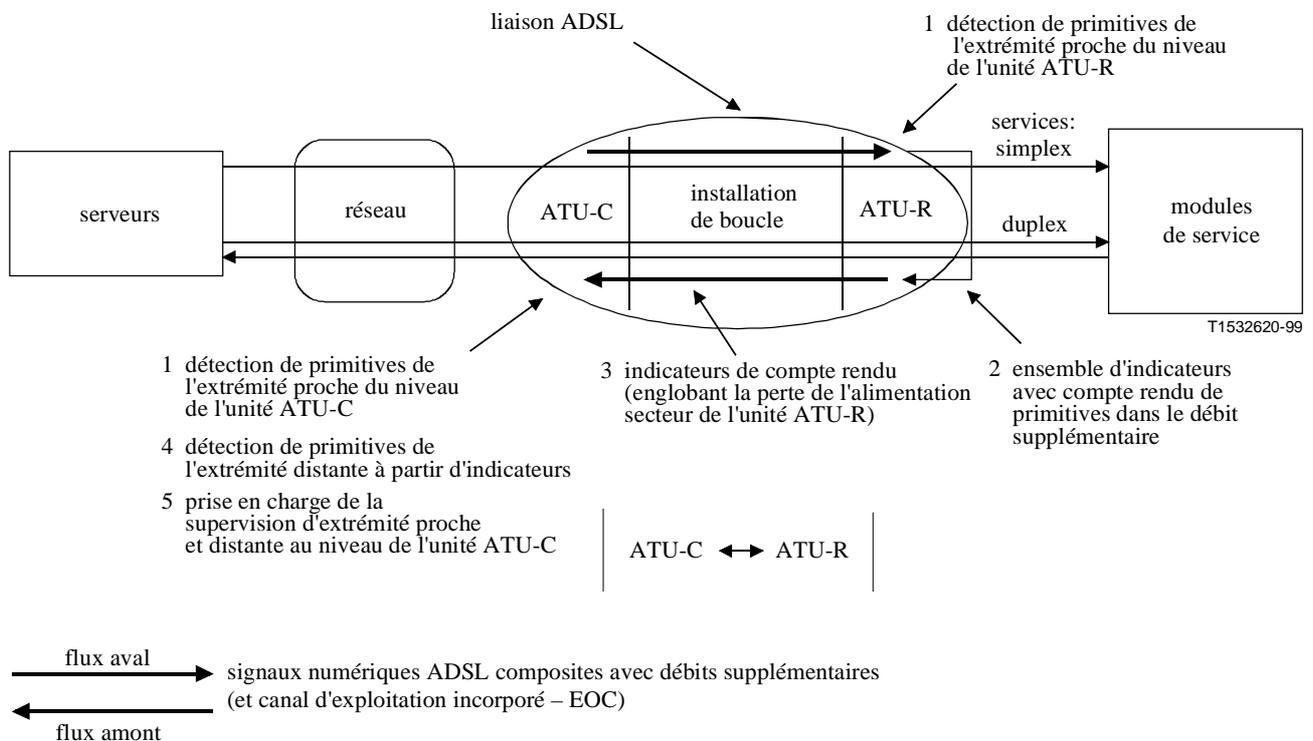


Figure 9-4/G.992.1 – Surveillance de la liaison ADSL pendant le service, vue de la perspective de l'unité ATU-C

9.3.1 Primitives liées à la ligne ADSL

9.3.1.1 Anomalies de l'extrémité proche liées à la ligne ADSL

Les quatre anomalies suivantes sont définies pour l'extrémité proche:

- **anomalie de correction d'erreur vers l'avant sur l'itinéraire entrelacé (FEC-I):** une anomalie FEC-I se manifeste lorsqu'un code FEC pour le flux de données entrelacées indique que des erreurs ont été corrigées;
- **anomalie de correction d'erreur vers l'avant sur l'itinéraire rapide (FEC-F):** une anomalie FEC-F se manifeste lorsqu'un code FEC pour le flux de données rapides indique que des erreurs ont été corrigées;
- **anomalie de contrôle de redondance cyclique sur l'itinéraire entrelacé (CRC-I):** une anomalie CRC-I se manifeste lorsqu'un code de contrôle CRC-8 pour le flux de données entrelacées diffère de celui qui a été généré localement;
- **anomalie de contrôle de redondance cyclique sur l'itinéraire rapide (CRC-F):** une anomalie CRC-F se manifeste lorsqu'un code de contrôle CRC-8 pour le flux de données rapides diffère de celui qui a été généré localement.

9.3.1.2 Anomalies de l'extrémité distante liées à la ligne ADSL

Les quatre anomalies suivantes sont définies pour l'extrémité distante:

- **anomalie distante de correction d'erreur vers l'avant sur l'itinéraire entrelacé (FFEC-I):** une anomalie FFEC-I correspond à une anomalie FEC-I détectée par l'extrémité distante qui fait l'objet d'un compte rendu une fois par supertrame au moyen de l'indicateur FECC-I. Cet indicateur sera positionné sur "1" pour signaler qu'aucune anomalie FEC-I n'était présente dans la supertrame précédente et sur "0" pour indiquer qu'au moins une anomalie FEC-I était présente dans la supertrame précédente. Une anomalie FFEC-I se manifeste au moment de la réception d'un indicateur FECC-I positionné sur "0". Une anomalie FFEC-I disparaît au moment de la réception d'un indicateur FECC-I positionné sur "1";
- **anomalie distante de correction d'erreur vers l'avant sur l'itinéraire rapide (FFEC-F):** une anomalie FFEC-F correspond à une anomalie FEC-F détectée par l'extrémité distante qui fait l'objet d'un compte rendu une fois par supertrame au moyen de l'indicateur FECC-F. Cet indicateur sera positionné et fera l'objet d'un compte rendu de la même manière que pour l'indicateur FECC-I. L'apparition et la disparition de l'anomalie FFEC-F se feront dans les mêmes conditions que pour l'anomalie FEBE-I;
- **anomalie distante d'erreur de bloc entrelacé (FEBE-I):** une anomalie FEBE-I correspond à une anomalie de contrôle CRC-I détectée par l'extrémité distante qui fait l'objet d'un compte rendu une fois par supertrame au moyen de l'indicateur FEBE-I (voir 7.4.1.1). Cet indicateur sera positionné sur "1" pour signaler qu'aucune anomalie CRC-I n'était présente dans la supertrame précédente et sur "0" pour indiquer qu'au moins une anomalie CRC-I était présente dans la supertrame précédente. Une anomalie FEBE-I se manifeste au moment de la réception d'un indicateur FEBE-I positionné sur "0". Une anomalie FEBE-I disparaît au moment de la réception d'un indicateur FEBE-I positionné sur "1";
- **anomalie distante d'erreur de bloc rapide (FEBE-F):** une anomalie FEBE-F correspond à une anomalie de contrôle CRC-F détectée par l'extrémité distante qui fait l'objet d'un compte rendu une fois par supertrame au moyen de l'indicateur FEBE-F (voir 7.4.1.1). Cet indicateur sera positionné et fera l'objet d'un compte rendu de la même manière que pour l'indicateur FEBE-I. L'apparition et la disparition de l'anomalie FEBE-F se feront dans les mêmes conditions que pour l'anomalie FEBE-I.

9.3.1.3 Défauts de l'extrémité proche liés à la ligne ADSL

Les deux défauts suivants sont définis pour l'extrémité proche:

- **défaut de perte de signal (LOS):** la puissance de référence de la tonalité pilote est calculée en faisant la moyenne de la puissance de la tonalité pilote ADSL pendant 0,1 s après le début de la transmission de données dans l'état stable (c'est-à-dire, après l'initialisation); un seuil sera fixé à 6 dB en dessous de ce niveau. Un défaut LOS se manifeste alors lorsque la puissance moyenne de la tonalité pilote ADSL reçue pendant 0,1 s devient inférieure à ce seuil; le défaut disparaît lorsqu'une mesure faite dans les mêmes conditions fournit une valeur supérieure ou égale au seuil;
- **défaut de trame sévèrement erronée (SEF):** un défaut SEF se manifeste lorsque le contenu de deux symboles de synchronisation ADSL consécutifs ne correspond pas au contenu attendu pour un sous-ensemble de tonalités. Un défaut SEF disparaît lorsque le contenu de deux symboles de synchronisation ADSL consécutifs correspond au contenu attendu pour ce même sous-ensemble de tonalités. La méthode de détermination de la correspondance, le sous-ensemble de tonalités choisi et les seuils de détection des conditions de défaut sont une affaire d'implémentation.

Voir sous-paragraphe C.6.1 pour l'Annexe C.

9.3.1.4 Défauts de l'extrémité distante liés à la ligne ADSL

Les deux défauts suivants sont définis pour l'extrémité distante:

- **défaut de perte de signal (LOS):** la puissance de référence de la tonalité pilote est calculée en faisant la moyenne de la puissance ADSL pour un sous-ensemble de tonalités pendant une durée de 0,1 s après le début de la transmission de données dans l'état stable (c'est-à-dire, après l'initialisation); un seuil sera fixé à 6 dB en dessous de ce niveau. Un défaut LOS se manifeste alors lorsque la puissance moyenne de la tonalité pilote ADSL reçue pendant une durée de 0,1 s devient inférieure à ce seuil; le défaut disparaît lorsqu'une mesure faite dans les mêmes conditions fournit une valeur supérieure ou égale au seuil. Le sous-ensemble de tonalités servant au calcul de la moyenne de la puissance ADSL est une affaire d'implémentation et peut être limité à la seule tonalité pilote aval au niveau de l'unité ATU-R;
- **indication de défaut de l'extrémité distante (RDI):** un défaut RDI est un défaut SEF détecté par l'extrémité distante qui fait l'objet d'un compte rendu une fois par supertrame au moyen de l'indicateur RDI (voir 7.4.1.1). Cet indicateur sera positionné sur "1" pour signaler l'absence de défaut SEF dans la supertrame précédente et sur "0" pour indiquer la présence d'au moins un défaut SEF dans la supertrame précédente. Un défaut RDI se manifeste au moment de la réception d'un indicateur RDI positionné sur "0" et disparaît au moment de la réception d'un indicateur RDI positionné sur "1".

Voir sous-paragraphe C.6.1.2 pour l'Annexe C.

9.3.2 Primitives liées à un itinéraire de données STM

Des charges utiles de divers types peuvent être transportées par des données STM au niveau de l'interface U. Ces types de charge utile ne sont pas spécifiés par la présente Recommandation et appellent une étude ultérieure. Les primitives liées à la charge utile ADSL pour le transport STM sont propres à chaque type de charge utile et appellent une étude ultérieure.

9.3.3 Primitives liées à un itinéraire de données ATM

9.3.3.1 Anomalies de l'extrémité proche liées à un itinéraire de données ATM

Les six anomalies suivantes sont définies pour l'extrémité proche:

- **anomalie d'absence de délimitation de cellule sur l'itinéraire entrelacé (NCD-I):** une anomalie NCD-I apparaît immédiatement après le démarrage de la couche de convergence de cellule ATM lorsque des données ATM sont allouées au tampon entrelacé tant que le processus de délimitation de cellule pour ces données se trouve dans l'état HUNT ou PRESYNC (se référer à la Figure 7-3). Les pertes de délimitation de cellule qui se manifestent une fois que le processus d'acquisition de délimitation est terminé seront considérées comme des anomalies OCD-I;
- **anomalie d'absence de délimitation de cellule sur l'itinéraire rapide (NCD-F):** une anomalie NCD-F apparaît immédiatement après le démarrage de la couche de convergence de cellule ATM lorsque des données ATM sont allouées au tampon rapide tant que le processus de délimitation de cellule pour ces données se trouve dans l'état HUNT ou PRESYNC (se référer à la Figure 7-3). Les pertes de délimitation de cellule qui se manifestent une fois que le processus d'acquisition de délimitation est terminé seront considérées comme des anomalies OCD-F;
- **anomalie de perte de délimitation de cellule sur l'itinéraire entrelacé (OCD-I):** une anomalie OCD-I se manifeste lorsque des données ATM sont allouées au tampon entrelacé et que le processus de délimitation de cellule pour ces données passe de l'état SYNC à l'état HUNT (se référer à la Figure 7-3). Une anomalie OCD-I disparaît lorsque le processus de

délimitation de cellule passe de l'état PRESYNC à l'état SYNC ou lors du passage à l'état de maintenance de défaut LCD-I;

- **anomalie de perte de délimitation de cellule sur l'itinéraire rapide (OCD-F):** une anomalie OCD-F se manifeste lorsque des données ATM sont allouées au tampon entrelacé et que le processus de délimitation de cellule pour ces données passe de l'état SYNC à l'état HUNT (se référer à la Figure 7-3). Une anomalie OCD-F disparaît lorsque le processus de délimitation de cellule passe de l'état PRESYNC à l'état SYNC ou lors du passage à l'état de maintenance de défaut LCD-F;
- **anomalie de contrôle d'erreur d'en-tête sur l'itinéraire entrelacé (HEC-I):** une anomalie HEC-I se manifeste en cas d'échec du contrôle d'erreur sur l'en-tête de cellule ATM pour les données entrelacées (voir 7.2.3.6);
- **anomalie de contrôle d'erreur d'en-tête sur l'itinéraire rapide (HEC-F):** une anomalie HEC-F se manifeste en cas d'échec du contrôle d'erreur sur l'en-tête de cellule ATM pour les données rapides (voir 7.2.3.6).

9.3.3.2 Anomalies de l'extrémité distante liées à un itinéraire de données ATM

Les six anomalies suivantes sont définies pour l'extrémité distante:

- **anomalie distante d'absence de délimitation de cellule entrelacée (FNCD-I):** une anomalie FNCD-I correspond à une anomalie NCD-I détectée par l'extrémité distante qui fait l'objet d'un compte rendu une fois par supertrame au moyen de l'indicateur NCD-I (voir 7.4.1.1). Cet indicateur sera positionné sur "1" pour signaler l'absence d'anomalies NCD-I et OCD-I et de défauts LCD-I dans la supertrame précédente, et sur "0" pour indiquer la présence d'au moins une anomalie NCD-I ou OCD-I ou d'un défaut LCD-I dans la supertrame précédente. Une anomalie FNCD-I apparaît immédiatement après le démarrage de l'unité ATU et se termine avec la réception d'un indicateur NCD-I positionné sur "1";
- **anomalie distante d'absence de délimitation de cellule rapide (FNCD-F):** une anomalie FNCD-F correspond à une anomalie NCD-F détectée par l'extrémité distante qui fait l'objet d'un compte rendu une fois par supertrame au moyen de l'indicateur NCD-F (voir 7.4.1.1). Cet indicateur sera positionné et fera l'objet d'un compte rendu de la même manière que pour l'indicateur NCD-I. L'apparition et la disparition de l'anomalie FNCD-F se feront dans les mêmes conditions que pour l'anomalie FNCD-I;
- **anomalie distante de disparition de délimitation de cellule entrelacée (FOCD-I):** une anomalie FOCD-I correspond à une anomalie OCD-I détectée par l'extrémité distante qui fait l'objet d'un compte rendu une fois par supertrame au moyen de l'indicateur NCD-I (voir 7.4.1.1). Une anomalie FOCD-I se manifeste si aucune anomalie FNCD-I n'est présente et qu'un indicateur NCD-I positionné sur "0" est reçu. Une anomalie FOCD-I se termine avec la réception d'un indicateur NCD-I positionné sur "1";
- **anomalie distante de disparition de délimitation de cellule rapide (FOCD-F):** une anomalie FOCD-F correspond à une anomalie OCD-F détectée par l'extrémité distante qui fait l'objet d'un compte rendu une fois par supertrame au moyen de l'indicateur NCD-F (voir 7.4.1.1). L'apparition et la disparition de l'anomalie FOCD-F se feront dans les mêmes conditions que pour l'anomalie FOCD-I;
- **anomalie distante de contrôle d'erreur d'en-tête entrelacée (FHEC-I):** une anomalie FHEC-I correspond à une anomalie HEC-I détectée par l'extrémité distante qui fait l'objet d'un compte rendu une fois par supertrame au moyen de l'indicateur HEC-I (voir 7.4.1.1). Cet indicateur sera positionné sur "1" pour signaler l'absence d'anomalie HEC-I dans la supertrame précédente et sur "0" pour indiquer la présence d'au moins une anomalie HEC-I dans la supertrame précédente. Une anomalie FHEC-I se manifeste au

moment de la réception d'un indicateur HEC-I positionné sur "0" et disparaît au moment de la réception d'un indicateur HEC-I positionné sur "1";

- **anomalie distante de contrôle d'erreur d'en-tête rapide (FHEC-F):** une anomalie FHEC-F correspond à une anomalie HEC-F détectée par l'extrémité distante qui fait l'objet d'un compte rendu une fois par supertrame au moyen de l'indicateur HEC-F (voir 7.4.1.1). Cet indicateur sera codé et fera l'objet d'un compte rendu de la même manière que pour l'indicateur HEC-I. L'apparition et la disparition de l'anomalie FHEC-F se feront dans les mêmes conditions que pour l'anomalie FHEC-I.

NOTE – Les anomalies HEC-I et HEC-F font l'objet d'un compte rendu par supertrame. Il s'ensuit que le compte rendu d'anomalie HEC possède une faible résolution, du fait que des centaines de cellules ATM peuvent être reçues pendant la durée d'une supertrame.

9.3.3.3 Défauts de l'extrémité proche liés à un itinéraire de données ATM

Les deux anomalies suivantes sont définies pour l'extrémité proche:

- **défaut de perte de délimitation de cellule entrelacée (LCD-I):** un défaut LCD-I se manifeste lorsqu'au moins une anomalie OCD-I est présente dans 4 supertrames consécutives et qu'aucun défaut SEF n'est présent. Un défaut LCD-I disparaît lorsque aucune anomalie OCD-I n'est présente dans 4 supertrames consécutives;
- **défaut de perte de délimitation de cellule rapide (LCD-F):** un défaut LCD-F se manifeste lorsqu'au moins une anomalie OCD-F est présente dans 4 supertrames consécutives et qu'aucun défaut SEF n'est présent. Un défaut LCD-F disparaît lorsque aucune anomalie OCD-I n'est présente dans 4 supertrames consécutives.

9.3.3.4 Défauts de l'extrémité distante liés à un itinéraire de données ATM

Les deux anomalies suivantes sont définies pour l'extrémité distante:

- **défaut distant de perte de délimitation de cellule entrelacée (FLCD-I):** un défaut FLCD-I correspond à un défaut LCD-I détecté par l'extrémité distante qui fait l'objet d'un compte rendu au moyen de l'indicateur NCD-I (voir 7.4.1.1). Un défaut FLCD-I se manifeste lorsqu'une anomalie FOCD-I est présente, que 4 indicateurs NCD-I reçus de manière consécutive sont positionnés sur "0" et qu'aucun défaut RDI n'est présent. Un défaut FLCD-I disparaît lorsque 4 indicateurs NCD-I reçus de manière consécutive sont positionnés sur "1";
- **défaut distant de perte de délimitation de cellule rapide (FLCD-F):** un défaut FLCD-F correspond à un défaut LCD-F détecté par l'extrémité distante qui fait l'objet d'un compte rendu au moyen de l'indicateur NCD-F (voir 7.4.1.1). L'apparition et la disparition du défaut FLCD-F se feront dans les mêmes conditions que pour le défaut FLCD-I.

9.3.4 Autres indicateurs, paramètres et signaux ADSL

9.3.4.1 Autre primitive de l'extrémité proche

La primitive suivante est définie pour l'extrémité proche:

- **perte d'alimentation (LPR):** une primitive LPR se manifeste lorsque la tension de l'alimentation électrique (secteur) de l'unité ATU devient inférieure ou égale au niveau minimal défini par le fournisseur comme étant nécessaire à un fonctionnement correct de l'unité ATU. Une primitive LPR disparaît lorsque la tension est supérieure au niveau minimal défini par le fournisseur.

9.3.4.2 Autre primitive de l'extrémité distante

La primitive suivante est définie pour l'extrémité distante:

- **perte d'alimentation distante (LPR):** une primitive LPR distante correspond à une primitive LPR détectée par l'extrémité distante qui fait l'objet d'un compte rendu au moyen

de l'indicateur LPR. Cet indicateur sera codé avec une priorité d'urgence dans les six prochains messages EOC disponibles en émission (voir le protocole EOC de "dernier souffle" décrit au 9.2.5.4). Une primitive LPR d'extrémité distante se manifeste lorsqu'un indicateur LPR est présent. Elle disparaît lorsqu'un indicateur LPR est absent pendant 0,5 s et qu'aucun défaut LOS n'est présent au niveau de l'extrémité proche. Les conditions de présence de l'indicateur LPR sont définies dans le protocole EOC de "dernier souffle" (9.2.5.4).

9.4 Défaillances et paramètres de performance

Les défaillances et les paramètres de performance, ainsi que leur stockage et les comptes rendus dont ils peuvent faire l'objet seront implémentés conformément à la Recommandation G.997.1.

9.5 Paramètres de tests

Les paramètres de tests pour les marges d'atténuation (ATN) et de rapport signal sur bruit (SNR) s'appliquent à des tests à la demande, par exemple pour vérifier si les marges de performances des médias physiques sont correctes au moment de leur acceptation ou après la vérification faisant suite à une réparation ou à tout instant après les procédures d'initialisation et de conditionnement du système ADSL. Les valeurs d'atténuation et de rapport signal sur bruit mesurées par les récepteurs des unités ATU-C et ATU-R seront accessibles de manière externe par l'unité ATU-C, mais il n'est pas requis qu'elles soient supervisées de manière permanente; elles sont accessibles à la demande comme défini au 9.2.3.

9.5.1 Paramètres de tests de l'extrémité proche

Les paramètres de tests de l'extrémité proche suivants seront fournis au niveau de l'unité ATU-C et de l'unité ATU-R:

- **atténuation (ATN):** l'atténuation est égale à la différence, exprimée en dB, entre la puissance reçue par l'extrémité proche et la puissance émise par l'extrémité distante. La puissance du signal reçu, exprimée en dBm, est la somme sur 1 seconde des puissances de toutes les sous-porteuses DMT véhiculant des données (c'est-à-dire, avec $b_i > 0$). La puissance du signal transmis est égale à $-3,65 - 2n + 10 \log(\sum g_i^2)$ dBm, avec sommation pour les sous-porteuses véhiculant des données. L'atténuation se situe dans un domaine de 0 à 63,5 dB avec des incréments de 0,5 dB;
- **marge du rapport signal sur bruit (SNR):** la marge du rapport signal sur bruit représente le rapport (exprimé en dB) entre la puissance maximale de bruit que le système peut tolérer en respectant une valeur cible de taux d'erreurs de bit de 10^{-7} , compte tenu de tous les gains de codage (par exemple, par treillis ou correction FEC avec codage RS) et la puissance de bruit pour laquelle le système est conçu. La marge du rapport signal sur bruit se situe dans un domaine de $-64,0$ dB à $+63,5$ dB avec des incréments de 0,5 dB.

Voir sous-paragraphe C.6.2.1 pour l'Annexe C.

9.5.2 Paramètres de tests de l'extrémité distante

Les paramètres de tests de l'extrémité distante suivants seront fournis au niveau de l'unité ATU-C:

- **atténuation distante (ATN):** l'atténuation distante est l'atténuation mesurée au niveau de l'extrémité distante. Elle peut être lue à partir du registre ATN du canal EOC au moyen de l'ensemble de commandes de canal EOC (voir 9.2.4). Le registre ATN du canal EOC sera codé sous la forme d'un entier sans signe avec des valeurs allant de 0 à 127 qui correspondent à une atténuation de 0 à 63,5 dB avec des incréments de 0,5 dB;
- **marge du rapport signal sur bruit distant (SNR):** la marge du rapport signal sur bruit distant est la marge mesurée au niveau de l'extrémité distante. Elle peut être lue à partir du

registre SNR du canal EOC au moyen de l'ensemble de commandes de canal EOC (voir 9.2.4). Le registre SNR du canal EOC sera codé sous la forme d'un entier signé en rotation de complément à 2 avec des valeurs allant de -128 à +127 qui correspondent à une marge du rapport signal sur bruit de -64 dB à +63,5 dB par pas de 0,5 dB.

Voir sous-paragraphe C.6.2.2 pour l'Annexe C.

10 Initialisation

10.1 Aperçu général

10.1.1 Fonctions de base de l'initialisation

L'initialisation de l'émetteur-récepteur ADSL est nécessaire pour que deux unités ATU-R et ATU-C puissent établir une liaison de communication. La Recommandation G.994.1 spécifie les procédures d'initialisation d'une connexion. Le présent paragraphe spécifie les procédures d'initialisation et de conditionnement de l'émetteur-récepteur.

Les émetteurs-récepteurs ADSL détermineront certains attributs pertinents du canal de connexion et établiront des caractéristiques de transmission et de traitement convenant à ce canal en vue de maximiser le débit et la fiabilité de la liaison. Le diagramme de temps de la Figure 10-1 donne un aperçu général de ce processus. Comme l'indique la Figure 10-1, chaque récepteur peut déterminer les attributs pertinents du canal au moyen des procédures de conditionnement de l'émetteur-récepteur et d'analyse de canal. Chacun des récepteurs partage avec l'émetteur distant homologue, pendant le processus d'échange, les valeurs qu'il attend pour certains réglages de transmission. De manière plus précise, chaque récepteur communique à l'émetteur distant le nombre de bits et les niveaux de puissance relatifs devant être utilisés pour chaque sous-porteuse DMT, ainsi que toutes les informations concernant les messages et les débits de données définitifs. Pour de meilleurs résultats, ces messages devront être basés sur les résultats des procédures de conditionnement d'émetteur-récepteur et d'analyse de canal.

ATU-C

procédures de mise en relation (10.2 et G.994.1)	conditionnement de l'émetteur-récepteur (10.4)	analyse du canal (10.6)	échange (10.8)
---	--	----------------------------	-------------------

ATU-R

procédures de mise en relation (10.3 et G.994.1)	conditionnement de l'émetteur-récepteur (10.5)	analyse du canal (10.7)	échange (10.9)
---	--	----------------------------	-------------------

temps →

Figure 10-1/G.992.1 – Aperçu général de l'initialisation

La détermination des valeurs d'attribut de canal et l'établissement des caractéristiques de transmission nécessitent que chaque émetteur-récepteur produise un ensemble spécifique de signaux avec des caractéristiques précises et réponde de manière adéquate à ces signaux. Le présent paragraphe décrit les signaux d'initialisation ainsi que les règles qui définissent les instants corrects de début et de fin de chaque signal. La description emploie pour ce faire un certain nombre d'états d'initialisation de la signalisation pouvant être utilisés par chaque émetteur-récepteur et définit les signaux d'initialisation qui seront générés par chaque émetteur-récepteur. Le même nom est donné à un état et au signal généré dans cet état, ce qui peut nécessiter parfois l'utilisation du qualificatif "état" ou "signal" pour plus de clarté.

Les Figures 10-1 à 10-4 décrivent la succession temporelle des états ou signaux générés en amont et en aval dans le cas d'un déroulement correct de la procédure d'initialisation; les Figures 10-5 et 10-6

fournissent plus de détails concernant la succession temporelle des états. Les flèches en pointillé indiquent que le changement d'état de l'unité ATU-x désignée par la pointe de la flèche est le résultat de la réception correcte du dernier signal indiqué dans la boîte située à la base de la flèche. Dans la Figure 10-3, par exemple, l'unité ATU-R reste dans l'état R-REVERB3 jusqu'à la fin de la réception du signal C-CRC2, ce qui provoque alors le passage dans l'état R-SEGUE2 après un délai adéquat (voir 10.7.2).

NOTE – Les figures représentent la succession des événements dans le cas de la réussite de l'initialisation.

L'Annexe D spécifie un diagramme d'états global qui inclut le traitement des erreurs de détection de signal, les débordements de temporisation, etc.

La description d'un signal comportera les trois parties suivantes:

- description de la forme d'onde de la tension de sortie que l'émetteur produira lorsqu'il se trouve dans l'état concerné. La forme d'onde de la tension d'un signal d'initialisation donné est décrite en utilisant les modèles de référence de l'émetteur DMT représentés dans les Figures 5-1 à 5-4;
- définition de la durée requise pour le signal, exprimé en nombre de signaux DMT. Cette durée de signal peut être fixe ou dépendre de l'état de signalisation détecté pour l'émetteur-récepteur de l'extrémité distante. La durée d'un symbole DMT varie en raison de l'utilisation du préfixe cyclique; certains signaux d'initialisation contiennent un préfixe cyclique alors que d'autres n'en contiennent pas. Les signaux de l'unité ATU-C allant jusqu'au signal C-SEGUE1 inclus sont émis sans préfixe cyclique; les signaux à partir du signal C-RATES1 sont émis avec un préfixe. Il en est de même pour les signaux de l'unité ATU-R qui n'utilisent pas de préfixe avant le signal R-SEGUE1 compris et en utilisent un à partir du signal R-REVERB3. La durée de tout signal, exprimée en secondes, est égale au nombre de symboles DMT du signal multiplié par la durée du symbole DMT utilisé à cet instant;
- déclaration de la règle qui spécifie l'état suivant.

10.1.2 Transparence vis-à-vis des méthodes de séparation des signaux amont et aval

Les constructeurs peuvent faire le choix d'implémenter la présente Recommandation en séparant les signaux amont et aval, soit par multiplexage par répartition en fréquence (FDM), soit par annulation d'écho (recouvrement de spectre). La procédure d'initialisation décrite ici assure la compatibilité entre ces implémentations en spécifiant que tous les signaux de commande amont et aval occupent des bandes de fréquences appropriées mais plus étroites que celles qui seraient utilisées par un émetteur-récepteur FDD et en définissant un intervalle de temps pendant lequel un émetteur-récepteur avec recouvrement de spectre peut procéder au conditionnement de son annuleur d'écho.

10.1.3 Implémentation d'options de service pour le système ADSL

La procédure d'initialisation décrite ici utilise des tonalités uniques pour identifier des options spécifiques. Les fréquences de ces tonalités sont différentes selon que le service ADSL est offert avec un service de téléphonie classique ou un service RNIS tel qu'il est défini dans les Appendices I, II ou III de la Recommandation G.961.

Ces fréquences sont de ce fait identifiées uniquement sous la forme de variables qui sont définies dans les Annexes A, B et C de la présente Recommandation.

10.1.4 Réinitialisation pendant les phases d'initialisation et de transmission de données

Une réinitialisation peut se produire si des erreurs ou des dysfonctionnements sont détectés ou lorsque des temporisations débordent en divers points de la séquence d'initialisation et de l'état stable SHOWTIME. Une unité ATU effectue une réinitialisation en passant à l'application des procédures G.994.1. Une unité ATU-R qui détecte une situation d'erreur passera dans l'état

R-SILENT0 (voir Recommandation G.994.1). Une unité ATU-C qui détecte une situation d'erreur passera dans l'état C-SILENT1 (Recommandation G.994.1).

L'Annexe D spécifie les transitions d'état qui se produiront si des erreurs ou des dysfonctionnements sont détectés ou si des temporisations débordent en divers points de la séquence d'initialisation. L'Annexe D spécifie également les situations dans lesquelles un nouveau conditionnement peut être nécessaire pendant la phase de transmission de données (c'est-à-dire, après la réussite de l'initialisation).

10.1.5 Initialisation au moyen d'une hypertrame (Annexe C uniquement)

Voir sous-paragraphe C.7.1 pour l'Annexe C.

10.2 Prise de contact – Unité ATU-C

La Recommandation G.944.1 définit les procédures détaillées de prise de contact au niveau de l'unité ATU-C. Une unité ATU-C passera dans l'état initial C-SILENT1 défini par la Recommandation G.994.1 après la mise sous tension ou dans les situations indiquées dans la Figure D.1. L'unité ATU-C peut passer dans l'état C-TONES sur ordre du réseau. Le fonctionnement ultérieur à partir de chacun de ces états s'effectuera conformément aux procédures G.994.1.

Si les procédures de la Recommandation G.994.1 choisissent le mode de fonctionnement défini dans la présente Recommandation, l'unité ATU-C passera alors dans l'état C-QUIET2 à la fin des procédures G.994.1. Tous les signaux ultérieurs seront transmis en utilisant les niveaux de densité PSD définis dans la suite du présent sous-paragraphe.

10.2.1 Messages de liste de capacités (CL)

Une unité ATU-C qui souhaite indiquer les capacités de la présente Recommandation dans un message CL de la Recommandation G.994.1 positionnera sur "1" au moins l'un des bits du champ d'informations normalisé {SPar(1)} G.992.1, tel qu'il est défini dans le Tableau 23/G.994.1. Pour chacun de ces bits du champ {SPar(1)} positionné sur "1", un champ {NPar(2)} correspondant sera également présent (voir 9.4/G.994.1). Les champs {NPar(2)} du message CL de la Recommandation G.994.1 correspondant aux bits du champ {SPar(1)} sont définis dans le Tableau 10-1.

Tableau 10-1/G.992.1 – Définition des bits Npar(2) du message CL de l'unité ATU-C

Bit NPar(2)	Définition
R-ACK1	Sera toujours positionné sur "1"; ceci signifie que l'unité ATU-C est en mesure d'émettre les signaux C-PILOT1A, C-QUIET3A, C-PILOT2 et C-QUIET5 pendant le conditionnement de l'émetteur-récepteur.
R-ACK2	Sera toujours positionné sur "1" dans un message CL; ceci signifie que l'unité ATU-C est en mesure d'émettre les signaux C-PILOT1, C-PILOT2 et C-PILOT3 pendant le conditionnement de l'émetteur-récepteur.
Tonalités 1 à 32	Voir B.3.1.1.
STM	Indique, s'il est positionné sur "1", que l'unité ATU-C peut être configurée pour le transport en mode STM binaire synchrone.
ATM	Indique, s'il est positionné sur "1", que l'unité ATU-C peut être configurée pour le transport de cellules ATM.
EOC libre	Indique, s'il est positionné sur "1", que l'unité ATU-C prend en charge l'émission et la réception de trames OAM G.997.1.
DBM	Voir C.7.2.1.

Au moins l'un des bits STM ou ATM sera positionné sur "1" dans un message CL.

10.2.2 Messages de sélection de mode (MS)

Une unité ATU-C qui choisit le mode de fonctionnement de la G.992.1 dans un message MS de la G.994.1 positionnera sur "1" le bit approprié du champ d'informations normalisé {SPar(1)} G.992.1, tel qu'il est défini dans le Tableau 23/G.994.1. Un champ {NPar(2)} correspondant sera également présent (voir 9.4/G.994.1) pour ce bit du champ {SPar(1)} positionné sur "1". Les champs {NPar(2)} du message MS de G.994.1 correspondant aux bits du champ {SPar(1)} sont définis dans le Tableau 10-2.

Tableau 10-2/G.992-1 – Définition des bits Npar(2) du message MS de l'unité ATU-C

Bit NPar(2)	Définition
R-ACK1	Indique que l'unité ATU-C émettra les signaux C-PILOT1A, C-QUIET3A, C-PILOT2 et C-QUIET5 pendant le conditionnement de l'émetteur-récepteur.
R-ACK2	Indique que l'unité ATU-C émettra les signaux C-PILOT1, C-PILOT2 et C-PILOT3 pendant le conditionnement de l'émetteur-récepteur.
Tonalités 1 à 32	Voir B.3.1.2.
STM	Indique que l'unité ATU-C est configurée pour le transport en mode STM binaire synchrone.
ATM	Indique que l'unité ATU-C est configurée pour le transport de cellules ATM.
EOC libre	Positionné sur "1" si, et seulement si, ce bit était positionné sur "1" à la fois dans le dernier message CL et dans le dernier message CLR. Ceci indique que les unités ATU-C et ATU-R peuvent émettre et recevoir des trames OAM G.997.1.
DBM	Voir C.7.2.2.

Un, et un seulement, des bits R-ACK1 et R-ACK2 sera positionné sur "1" dans un message MS émis par l'unité ATU-C. Le choix du bit R-ACK1 ou R-ACK2 s'effectuera à la discrétion de l'unité ATU-C si les deux bits sont positionnés dans les messages CL et CLR.

Un, et un seulement, des bits STM et ATM sera positionné sur "1" dans un message MS émis par l'unité ATU-C. Le choix du bit STM ou ATM s'effectuera à la discrétion de l'unité ATU-C si les deux bits sont positionnés dans les messages CL et CLR.

10.3 Prise de contact – Unité ATU-R

La Recommandation G.994.1 définit les procédures détaillées de prise de contact au niveau de l'unité ATU-R. Une unité ATU-R passera dans l'état initial R-SILENT0 défini par la Recommandation G.994.1 après la mise sous tension ou dans les situations indiquées dans la Figure D.2. L'unité ATU-R démarrera la prise de contact en passant, sur commande du contrôleur hôte, de l'état R-SILENT0 à l'état TONES-REQ défini par la G.994.1. Le fonctionnement ultérieur à partir de chacun de ces états s'effectuera conformément aux procédures G.994.1.

Si les procédures de la Recommandation G.994.1 choisissent le mode de fonctionnement défini dans la présente Recommandation, l'unité ATU-R passera alors dans l'état R-QUIET2 à la fin des procédures de la G.994.1. Tous les signaux ultérieurs seront transmis en utilisant les niveaux de densité PSD définis dans la suite du présent sous-paragraphe.

10.3.1 Messages de demande de liste de capacités (CLR)

Une unité ATU-R qui souhaite indiquer les capacités de la présente Recommandation dans un message CLR de la G.994.1 positionnera sur "1" au moins l'un des bits du champ d'informations

normalisé {SPar(1)} de la G.992.1, tel qu'il est défini dans le Tableau 23/G.994.1. Un champ {NPar(2)} correspondant sera également présent (voir 9.4/G.994.1) pour chacun de ces bits du champ {SPar(1)} positionné sur "1". Les champs {NPar(2)} du message CLR de la Recommandation G.994.1 correspondant aux bits du champ {SPar(1)} sont définis dans le Tableau 10-3.

Tableau 10-3/G.992.1 – Définition des bits Npar(2) du message CLR de l'unité ATU-R

Bit NPar(2)	Définition
R-ACK1	Indique, s'il est positionné sur "1", que l'unité ATU-R est en mesure de recevoir les signaux C-PILOT1A, C-QUIET3A, C-PILOT2 et C-QUIET5 pendant le conditionnement de l'émetteur-récepteur.
R-ACK2	Indique, s'il est positionné sur "1", que l'unité ATU-R est en mesure de recevoir les signaux C-PILOT1, C-PILOT2 et C-PILOT3 pendant le conditionnement de l'émetteur-récepteur.
Tonalités 1 à 32	Voir B.3.2.1.
STM	Indique, s'il est positionné sur "1", que l'unité ATU-R peut être configurée pour le transport en mode STM binaire synchrone.
ATM	Indique, s'il est positionné sur "1", que l'unité ATU-R peut être configurée pour le transport de cellules ATM.
EOC libre	Indique, s'il est positionné sur "1", que l'unité ATU-R prend en charge l'émission et la réception de trames OAM G.997.1.
DBM	Voir C.7.3.1.

L'un au moins des bits R-ACK1 ou R-ACK2 sera positionné sur "1" dans un message CLR.

L'un au moins des bits STM ou ATM sera positionné sur "1" dans un message CLR.

10.3.2 Messages de sélection de mode MS

Une unité ATU-R qui choisit le mode de fonctionnement de la présente Recommandation dans un message MS de la G.994.1 positionnera sur "1" le bit approprié du champ d'informations normalisé {SPar(1)} de la G.992.1, tel qu'il est défini dans le Tableau 23/G.994.1. Pour ce bit du champ {SPar(1)} positionné sur "1", un champ {NPar(2)} correspondant sera également présent (voir 9.4/G.994.1). Les champs {NPar(2)} du message MS de la G.994.1 correspondant aux bits du champ {SPar(1)} sont définis dans le Tableau 10-4.

Tableau 10-4/G.992.1 – Définition des bits Npar(2) du message MS de l'unité ATU-R

NPar(2) bit	Définition
R-ACK1	Indique que l'unité ATU-C émettra les signaux C-PILOT1A, C-QUIET3A, C-PILOT2 et C-QUIET5 pendant le conditionnement de l'émetteur-récepteur.
R-ACK2	Indique que l'unité ATU-C émettra les signaux C-PILOT1, C-PILOT2 et C-PILOT3 pendant le conditionnement de l'émetteur-récepteur.
Tonalités 1 à 32	Voir B.3.2.2.
STM	Positionné sur "1" si, et seulement si, ce bit était positionné sur "1" à la fois dans le dernier message CL et dans le dernier message CLR. Indique que les unités ATU-C et ATU-R seront configurées pour le transport en mode STM binaire synchrone.

Tableau 10-4/G.992.1 – Définition des bits NPar(2) du message MS de l'unité ATU-R (fin)

NPar(2) bit	Définition
ATM	Positionné sur "1" si, et seulement si, ce bit était positionné sur "1" à la fois dans le dernier message CL et dans le dernier message CLR. Indique que les unités ATU-C et ATU-R seront configurées pour le transport de cellules ATM.
EOC libre	Positionné sur "1" si, et seulement si, ce bit était positionné sur "1" à la fois dans le dernier message CL et dans le dernier message CLR. Ceci indique que les unités ATU-C et ATU-R peuvent émettre et recevoir des trames OAM G.997.1.
DBM	Voir C.7.3.2.

Un, et un seulement, des bits R-ACK1 et R-ACK2 sera positionné sur "1" dans un message MS émis par l'unité ATU-R. Le choix du bit R-ACK1 ou R-ACK2 s'effectuera à la discrétion de l'unité ATU-R si les deux bits sont positionnés dans les messages CL et CLR.

Un, et un seulement, des bits STM et ATM sera positionné sur "1" dans un message MS émis par l'unité ATU-R. Le choix du bit STM ou ATM s'effectuera à la discrétion de l'unité ATU-R si les deux bits sont positionnés dans les messages CL et CLR.

10.4 Conditionnement de l'émetteur-récepteur – ATU-C

Le présent sous-paragraphe et le 10.5 suivant décrivent respectivement les signaux émis par les unités ATU-C et ATU-R pendant la phase de conditionnement de l'émetteur-récepteur. La synchronisation du conditionnement mutuel débute par l'émission du message R-REVERB1 (voir 10.5.2) et se poursuit ensuite pendant la durée du conditionnement au moyen d'un comptage du nombre de symboles.

Les signaux QUIET sont définis par une tension de sortie nulle pour le convertisseur N/A représenté dans les Figures 5-1 à 5-4.

ATU-C

C-FLAG2 (G.994.1)	C-QUIET2 (10.4.1)	C-PILOT1 (10.4.2)	C-REVERB1 (10.4.5)	C-PILOT2 (10.4.6)	C-ECT (10.4.7)	C-REVERB2 (10.4.8)	C-QUIET5 (10.4.9)	C-REVERB3 (10.4.11)
C-GALF2 (G.994.1)		C-PILOT1A et C-QUIET3A (10.4.3 & 4)					C-PILOT3 (10.4.10)	

ATU-R

R-FLAG2 (G.994.1)	R-QUIET2 (10.5.1)	R-REVERB1 (10.5.2)	R-QUIET3 (10.5.3)	R-ECT (10.5.4)	R-REVERB2 (10.5.5)
R-GALF2 (G.994.1)					

(Note)



temps →

T1532630-99

NOTE – Aucune autre flèche de relation de "cause à effet" ne figure sur ce diagramme étant donné que les états des unités ATU-C et ATU-R sont en synchronisme à partir de ce point.

Figure 10-2/G.992.1 – Diagramme temporel du conditionnement de l'émetteur-récepteur (sous-paragraphe 10.4 et 10.5)

10.4.1 Signal C-QUIET2

Le signal C-QUIET2 commence après la fin de l'un des états C-FLAG2 ou C-GALF2 (voir Recommandation G.994.1).

La durée du signal C-QUIET2 est de 128 symboles. Sa durée maximale est de 2048 symboles.

L'état de l'unité ATU-C qui fait suite à l'état C-QUIET2 dépend des paramètres négociés dans la procédure de la Recommandation G.994.1.

10.4.2 Signal C-PILOT1

L'unité ATU-C mesurera, durant l'état C-PILOT1, la somme des puissances reçues de l'amont pour un sous-ensemble des sous-porteuses transmises pendant l'état R-REVERB1, ce qui permet de calculer une densité PSD aval (voir 10.4.5).

L'unité ATU-C démarrera une temporisation dans un laps de temps de 16 symboles après la détection du premier symbole du signal R-REVERB1, ce qui établit la synchronisation des transitions d'état suivantes au niveau de l'unité ATU-C et de l'unité ATU-R. L'unité ATU-C passera dans l'état C-REVERB1 au bout de 512 symboles. La durée minimale du signal C-PILOT est de ce fait égale à 512 symboles, à quoi viendront s'ajouter le temps de propagation aller-retour, le temps de traitement du signal et le temps nécessaire à l'unité ATU-R pour détecter le signal C-PILOT1 et répondre par l'émission du signal R-REVERB1 (voir 10.5.2).

Le signal C-PILOT1 se constitue d'une seule tension sinusoïdale de fréquence $f_{C-PILOT1}$ définie de la manière suivante:

$$X_k = \begin{cases} 0, & k \neq n_{C-PILOT1}, 0 \leq k \leq 256 \\ A_{C-PILOT1}, & k = n_{C-PILOT1} \end{cases}$$

$k = n_{C-PILOT1}$ étant défini dans les Annexes A, B et C. La valeur des amplitudes $A_{C-PILOT1}$ sera choisie de manière à ce que le niveau de puissance émis soit égal à $-3,65$ dBm. La durée maximale possible du signal C-PILOT1 est de 4436 symboles.

L'état C-REVERB1 fait suite à l'état C-PILOT1.

Voir sous-paragraphe A.1.1 pour l'Annexe A.

Voir sous-paragraphe B.3.6 pour l'Annexe B.

Voir sous-paragraphe C.7.4.1 pour l'Annexe C.

10.4.3 Signal C-PILOT1A

Le signal C-PILOT1A est le même signal émis que le signal C-PILOT1 (10.4.2). La durée du signal C-PILOT1A peut aller jusqu'à 4000 symboles. Sa durée exacte dépend de celle du signal R-QUIET2.

L'unité ATU-C démarrera une temporisation dans un laps de temps de 16 symboles après la détection du premier symbole du signal R-REVERB1 (ce qui établit la synchronisation des transitions d'état suivantes au niveau des unités ATU-C et ATU-R) et passera dans l'état C-QUIET3A.

Une implémentation de l'unité ATU-C qui souhaite que l'acquisition de verrouillage par l'unité ATU-R se fasse avant le début de l'état R-REVERB1 peut détecter la durée du signal R-QUIET2.

L'état C-QUIET3A fait suite à l'état C-PILOT1A.

10.4.4 Signal C-QUIET3A

L'unité ATU-C passera dans l'état C-REVERB1 dans un laps de temps de 512 à 516 symboles après la détection du premier symbole du signal R-REVERB1. Il en résulte que la durée minimale de l'état C-QUIET3A est de 496 symboles (512-16) et sa durée maximale de 516 symboles. La durée totale des états C-QUIET3A et C-PILOT1A est de 512 symboles au minimum (jusqu'à une durée maximale de 4436 symboles), à quoi viendront s'ajouter le temps de propagation aller-retour, le temps de traitement du signal et le temps nécessaire à l'unité ATU-R pour détecter le signal C-PILOT1A et répondre par l'émission du signal R-REVERB1.

L'état C-REVERB1 fait suite à l'état C-QUIET3A.

10.4.5 Signal C-REVERB1

Le signal C-REVERB1 permet aux unités ATU-C et ATU-R d'ajuster leur commande automatique de gain (AGC, *automatic gain control*) à un niveau adéquat. Le masque de données utilisé par le signal C-REVERB1 sera la séquence aval pseudo-aléatoire (PRD, *pseudo-random downstream*) d_n avec $n = 1$ à 512 qui est définie au 7.11.3 et reproduite ici pour plus de commodité:

$$\begin{aligned} d_n &= 1 && \text{pour } n = 1 \text{ à } 9 \\ &= d_{n-4} \oplus d_{n-9} && \text{pour } n = 10 \text{ à } 512 \end{aligned} \quad (10-1)$$

Les bits seront utilisés de la manière suivante: le premier couple de bits (d_1, d_2) est utilisé pour les sous-porteuses de composante continue et de Nyquist (la puissance qui leur est allouée est évidemment nulle, ce qui fait que ces bits sont ignorés en réalité); les premier et deuxième bits des couples suivants sont utilisés pour définir les valeurs de X_i et Y_i pour $i = 1$ à 255, comme défini dans le Tableau 7-13.

La période de la séquence PRD est égale à 511 bits, de sorte que le bit d_{512} sera égal à d_1 . Les bits d_1 à d_9 seront réinitialisés pour chaque symbole, de sorte que tous les symboles du signal C-REVERB1 sont identiques.

Les bits 129 et 130 qui modulent la porteuse pilote seront forcés à la valeur {0,0}, ce qui générera la constellation {+,+}.

La durée du signal C-REVERB1 est de 512 symboles (répétitifs) sans préfixe cyclique.

10.4.5.1 Réduction de la puissance

La densité PSD nominale transmise pour le signal C-REVERB1 est égale -40 dBm/Hz (c'est-à-dire, une puissance émise totale de $-3,65$ dBm pour toute fenêtre glissante de largeur $4,3125$ kHz sur la bande passante utilisée). Si toutefois la puissance totale mesurée pendant l'état R-REVERB1 dépasse le niveau défini par l'Annexe A, B ou C appropriée, la densité PSD transmise sera réduite à un niveau de $-40 - 2n_{PCB}$ dBm/Hz comme défini dans cette annexe, avec $n_{PCB} = 0$ à 6 .

Voir sous-paragraphe A.3.1 pour les Annexes A et C.

Voir sous-paragraphe B.3.3 pour l'Annexe B.

10.4.6 Signal C-PILOT2

Le signal C-PILOT2 est le même que le signal C-PILOT1; sa durée est de 3072 symboles. L'état C-ECT fait suite à l'état C-PILOT2.

10.4.7 Signal C-ECT

Le signal C-ECT défini par le fournisseur est utilisé pour le conditionnement de l'annuleur d'écho de l'unité ATU-C dans des implémentations avec recouvrement de spectre. Les fournisseurs de versions avec multiplexage FDM ont une liberté totale pour la définition de ce signal, dont la durée est toutefois fixée à 512 symboles. L'unité ATU-R ignore ce signal. L'état C-REVERB2 fait suite à l'état C-ECT.

NOTE – Le niveau du signal ADSL dans la bande de fréquences de 0 à 10 kHz environ qui s'échappe à travers le filtre passe-bande de téléphonie classique est sévèrement limité (se référer à l'Annexe E). Il est recommandé de ce fait de ne pas utiliser les sous-porteuses 1 à 4 pour le signal C-ECT ou, au moins, de les transmettre à un niveau notablement inférieur.

Voir B.3.11 pour la configuration de l'Annexe B.

10.4.8 Signal C-REVERB2

Le signal C-REVERB2 permet au récepteur de l'unité ATU-R de procéder à la synchronisation et au conditionnement de tout égalisateur présent. Le signal C-REVERB2 est le même que le signal C-REVERB1 (voir 10.4.5); sa durée est de 1536 symboles (répétitifs) sans préfixe cyclique. L'état qui fait suite à l'état C-REVERB2 dépend des paramètres négociés par la procédure de la Recommandation G.994.1.

10.4.9 Signal C-QUIET5

La durée de l'état C-QUIET5 est de 512 symboles. L'état C-REVERB3 fait suite à l'état C-QUIET5.

10.4.10 Signal C-PILOT3

Le signal C-PILOT3 est le même que le signal C-PILOT1 (10.4.2); sa durée est de 512 symboles.

L'état C-REVERB3 fait suite à l'état C-PILOT3.

10.4.11 Signal C-REVERB3

Le signal C-REVERB3 est un deuxième signal de conditionnement qui permet au récepteur de l'unité ATU-R d'effectuer ou de maintenir la synchronisation et de procéder au conditionnement de tout égalisateur du récepteur. Le signal C-REVERB3 est le même que le signal C-REVERB2 (voir 10.4.8), sa durée est de 1024 symboles (répétitifs) sans préfixe cyclique. Ce signal est le dernier segment du conditionnement de l'émetteur-récepteur. L'état C-SEGUE1 lui fait immédiatement suite.

10.5 Conditionnement de l'émetteur-récepteur – Unité ATU-R

10.5.1 Signal R-QUIET2

L'état R-QUIET2 débute immédiatement après la fin de l'état R-FLAG2 ou R-GALF2 (voir Recommandation G.994.1).

La durée minimale de l'état R-QUIET2 est de 128 symboles DMT après la détection du signal C-PILOT1/1A. L'unité ATU-R passera dans l'état R-REVERB1 uniquement après avoir détecté une partie quelconque d'un signal C-PILOT1/1A nécessaire pour une détection fiable. La durée maximale de 8000 symboles pour le signal R-QUIET2.

La référence de temps de la boucle est définie comme la combinaison de l'asservissement d'une horloge d'un convertisseur A/N avec le signal reçu (c'est-à-dire, avec l'horloge du convertisseur N/A de l'autre émetteur-récepteur) et de la liaison entre les horloges locales des convertisseurs N/A et A/N. La référence de temps de la boucle est toujours fournie par l'unité ATU-R. Elle sera extraite pendant une durée débutant avec le signal R-QUIET2 et se terminant avant les 512 derniers symboles du signal R-REVERB1. Une unité ATU-C peut procéder au conditionnement de son égalisateur pendant les 512 derniers symboles du signal R-REVERB1. Ce conditionnement d'égalisateur au niveau de l'unité ATU-C nécessite une stabilité suffisante de l'horloge d'échantillonnage au niveau de l'émetteur de l'unité ATU-R. Une fois la référence de temps de la boucle extraite, l'unité ATU-R procédera à une nouvelle extraction après une durée de fonctionnement libre (c'est-à-dire avec absence du signal C-PILOT pour une durée maximale de 512 symboles) dans un laps de temps de 512 symboles après la réapparition du signal C-PILOT. Ceci s'applique pour l'état C-QUIET5 et peut également s'appliquer aux états C-QUIET3A et C-ECT.

NOTE – Le délai de passage de l'unité ATU-R de l'état R-QUIET2 à l'état R-REVERB1 a pour but de fournir à l'unité ATU-R la possibilité de synchroniser totalement son horloge avant l'émission du signal R-REVERB1 et de permettre l'implémentation des procédures G.994.1 et G.992.1 dans des entités distinctes.

10.5.2 Signal R-REVERB1

Le signal R-REVERB1 est utilisé pour permettre à l'unité ATU-C de procéder aux actions suivantes:

- mesure de la puissance amont en large bande afin de régler le niveau de puissance d'émission de l'unité ATU-C;
- réglage de la commande de gain du récepteur;
- synchroniser le récepteur et procéder au conditionnement de l'égalisateur.

Les bits seront utilisés conformément aux définitions des Annexes A, B, et C.

Voir sous-paragraphe A.3.5 pour l'Annexe A.

Voir sous-paragraphe B.3.7 pour l'Annexe B

Voir sous-paragraphe C.7.5.2 pour l'Annexe C.

Le longueur de la séquence PRD est de 63 bits seulement, de sorte que d_{64} sera égal à d_1 .

Les bits d_1 à d_6 seront réinitialisés pour chaque symbole, de sorte que chaque symbole du signal R-REVERB1 utilise les mêmes données.

La densité PSD nominale transmise pour le signal R-REVERB1 et tous les signaux amont suivants est égale à -38 dBm/Hz (c'est-à-dire, une puissance émise totale de $-1,65$ dBm pour toute fenêtre glissante de largeur 4,3125 kHz sur la bande passante utilisée).

Le signal R-REVERB1 est un signal périodique sans préfixe cyclique transmis sur 4096 symboles consécutifs. Les 512 premiers symboles sont en coïncidence temporelle avec le signal C-QUIET3 ou C-PILOT1, les 512 symboles suivants coïncident avec le signal C-REVERB1 et les 3072 derniers

symboles coïncident avec le signal C-PILOT2. L'état R-QUIET3 fait immédiatement suite à l'état R-REVERB1.

10.5.3 Signal R-QUIET3

La durée du signal R-QUIET3 est de 2048 symboles dont les 512 premiers sont en coïncidence temporelle avec le signal C-ECT et les 1536 suivants avec le signal C-REVERB2. Le dernier symbole du signal R-QUIET3 peut être amputé d'un nombre d'échantillons quelconque pour tenir compte de l'alignement de trame entre l'émetteur et le récepteur. L'état R-ECT fait immédiatement suite à l'état R-QUIET3.

10.5.4 Signal R-ECT

Le signal R-ECT est, comme le signal C-ECT, défini par le fournisseur et peut être utilisé pour le conditionnement d'un annuleur d'écho de l'unité ATU-R. Les fournisseurs de versions avec multiplexage FDM ont une liberté totale pour la définition du signal R-ECT, dont la durée est toutefois fixée à 512 symboles DMT. L'unité ATU-C ignore ce signal. L'état R-REVERB2 fait suite à l'état R-ECT.

NOTE – Le niveau du signal ADSL dans la bande de fréquences de 0 à 10 kHz environ qui s'échappe à travers le filtre passe-bande de téléphonie classique est sévèrement limité (se référer à l'Annexe E). Il est recommandé de ce fait de ne pas utiliser les sous-porteuses 1 à 4 pour le signal R-ECT ou, au moins, de les transmettre à un niveau notablement inférieur.

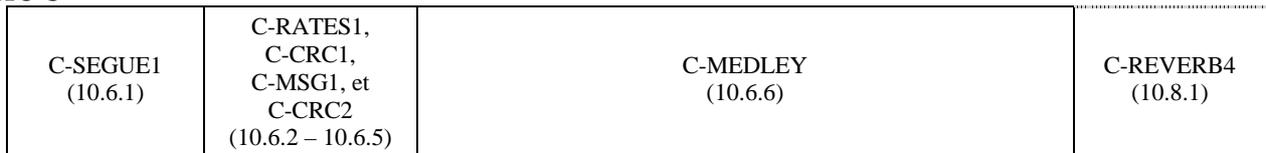
Voir sous-paragraphe B.3.11 pour la configuration de l'Annexe B.

10.5.5 Signal R-REVERB2

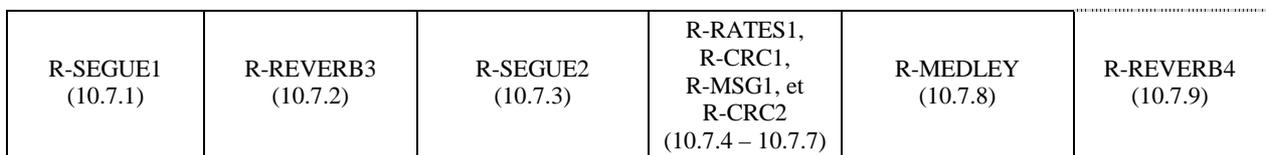
Le signal R-REVERB2 est le même que le signal R-REVERB1 (voir 10.5.2); il peut être utilisé par l'unité ATU-C pour effectuer une récupération d'horloge et conditionner l'égalisateur du récepteur. Le signal R-REVERB2 aura une durée de 1024 à 1056 symboles. Ce signal est le dernier segment du conditionnement de l'émetteur-récepteur. L'unité ATU-R commence ensuite l'analyse du canal et démarre la transmission du signal R-SEGUE1.

10.6 Analyse du canal (ATU-C)

ATU-C



ATU-R



temps →

Figure 10-3/G.992.1 – Diagramme temporel de l'analyse du canal (10.6-10.7)

La synchronisation entre les unités ATU-C et ATU-R peut être perdue lors de l'analyse du canal pendant l'état R-REVERB3 dont la durée n'est pas définie; le 10.7.2 décrit cette possibilité de débordement de temporisation. En outre, si un contrôle CRC indique une erreur portant sur des

informations de contact pendant l'analyse du canal, l'unité ATU-C reviendra alors à l'état initial C-SILENT1 (voir Recommandation G.994.1).

10.6.1 Signal C-SEGUE1

Le signal C-SEGUE1 sera généré à partir du signal C-REVERB1 par une inversion de phase de 180° pour chaque tonalité, à l'exception de la tonalité pilote (c'est-à-dire que les points "+" seront transformés en points "-" et réciproquement pour chaque signal de la constellation du signal 4-QAM). La durée du signal C-SEGUE1 est égale à 10 symboles (répétitifs). L'unité ATU-C passe dans l'état C-RATES1 à la suite de l'état C-SEGUE1.

10.6.2 Signal C-RATES1

Le signal C-RATES1 est le premier signal de l'unité ATU-C qui est émis avec un préfixe cyclique (défini au 7.12). Ce signal est utilisé pour transmettre quatre options de débit de données et de format à destination de l'unité ATU-R. Chacune de ces options se constitue des trois champs suivants:

- le champ B_F contient la liste du nombre d'octets dans le tampon rapide pour les canaux AS0, AS1, AS2, AS3, LS0, LS1, LS2, LS0 (amont), LS1 (amont) et LS2 (amont), dans cet ordre; la longueur totale du champ B_F est de 80 (= 10×8) bits. Les 8 premiers bits du champ B_F spécifient le nombre d'octets pour le canal AS0, les 8 bits suivants le nombre d'octets pour le canal AS1 et ainsi de suite. Chacun des octets du champ B_F est transmis avec le bit le moins significatif en tête;
- le champ B_I contient, de même, la liste du nombre d'octets dans le tampon entrelacé. Le champ B_I occupe 8 bits, de manière à pouvoir prendre en charge des débits de données supérieurs à 8 Mbit/s;
- le champ composite $\{RS_F, RS_I, S, I, FS(LS2)\}$ d'une longueur de 10 octets contient les champs suivants d'un octet chacun:
 - champ RS_F contenant le nombre RS_F d'octets de parité par symbole dans le tampon rapide aval, avec $0 \leq RS_F \leq 63$ et $RS_F = R_F$ (R_F est défini au 7.4.1.2.1);
 - champ RS_I contenant le nombre RS_I d'octets de parité par symbole dans le tampon entrelacé aval, avec $0 \leq RS_I \leq 63$ et $RS_I = R_I/S$ (R_I et S sont définis au 7.4.1.2.2);
 - champ S contenant le nombre S de symboles par mot de code (aval), avec $0 \leq S \leq 63$;
 - champ I contenant les huit bits I_7 à I_0 les moins significatifs de la distance d'entrelacement exprimée en mots de code, avec $0 \leq I \leq 128$;
 - champ $FS(LS2)$ contenant huit bits nuls;
 - cinq champs $\{RS_F, RS_I, S, I, FS(LS2)\}$ d'un octet chacun contenant, dans l'ordre, les valeurs équivalentes dans le sens amont.

Les quatre options sont transmises dans l'ordre des préférences décroissantes. Le signal est précédé d'un préfixe de 4 octets égal à $\{01010101\ 01010101\ 01010101\ 01010101_2\}$. Le Tableau 10-5 résume le contenu du signal C-RATES1.

Tableau 10-5/G.992.1 – Signal C-RATES1

	Préfixe	Option 1			Option 2			Option 3			Option 4		
		B_F	B_I	$RRSI$									
Nombre d'octets	4	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10

Un seul bit d'information est transmis dans chaque symbole du signal C-RATES1: un bit 0 est codé sous la forme d'un symbole C-REVERB1 et un bit 1 sous la forme d'un symbole C-SEGUE1. Le nombre total des bits d'information du signal C-RATES1 étant égal à 992, la durée du signal C-RATES1 est égale à 992 symboles. Les 992 bits sont transmis dans l'ordre indiqué par le Tableau 10-5 avec le bit le moins significatif en tête. Ceci signifie que le bit B_F le moins significatif de l'option 1 est transmis après le préfixe dans le symbole de rang 33 du signal C-RATES1. L'unité ATU-C passera dans l'état C-CRC1 à la suite de l'état C-RATES1.

10.6.3 Signal C-CRC1

Le signal C-CRC1 est un contrôle de redondance cyclique permettant de détecter des erreurs dans la réception du signal C-RATES1 au niveau de l'unité ATU-R. Les bits de contrôle CRC sont calculés à partir des bits du signal C-RATES1 au moyen de la formule suivante:

$$c(D) = a(D) D^{16} \text{ modulo } g(D), \quad (10-2)$$

dans laquelle:

$$a(D) = a_0 D^{959} + a_1 D^{958} \dots + a_{959} \quad (10-3)$$

représente le polynôme de message formé à partir des 960 bits du signal C-RATES1, a_0 étant le bit le moins significatif du premier octet du signal C-RATES1 (c'est-à-dire, l'option 1 du champ B_F);

$$g(D) = D^{16} + D^{12} + D^5 + 1 \quad (10-4)$$

est le polynôme générateur du contrôle CRC et

$$c(D) = c_0 D^{15} + c_1 D^{14} \dots + c_{14} D + c_{15} \quad (10-5)$$

est le polynôme de contrôle CRC.

Les 16 bits c_0 - c_{15} sont transmis (c_0 en premier et c_{15} en dernier) dans 16 symboles en utilisant la méthode décrite au 10.6.2. L'unité ATU-C passera dans l'état C-MSG1 à la suite de l'état C-CRC1.

10.6.4 Signal C-MSG1

Le signal C-MSG1 transporte un message de 48 bits à destination de l'unité ATU-R. Ce message contient l'identification du fournisseur, le niveau de puissance d'émission utilisé par l'unité ATU-C, l'option de code de treillis, l'option d'annuleur d'écho, etc. Le message m est défini comme suit:

$$m = \{m_{47}, m_{46}, \dots, m_1, m_0\} \quad (10-6)$$

m_0 étant le premier bit émis. Les composantes du message sont définies dans les sous-paragraphes qui suivent et les positions qui leurs sont attribuées sont définies dans le Tableau 10-6.

Un total de 48 symboles est utilisé pour transmettre les 48 bits du message en utilisant la méthode de codage décrite au 10.6.2. L'unité ATU-C passera dans l'état de signalisation C-CRC2 à la suite de l'état C-MSG1.

Tableau 10-6/G.992.1 – Assignment des 48 bits du signal C-MSG1

Rang du bit m_i (Note 1)	Paramètre (Note 3)
47-44	Marge minimale requise pour le rapport SNR au moment de l'initialisation (Note 2)
43-18	Réservé pour une utilisation future
17	Option de codage par treillis
16	Option de recouvrement de spectre (Note 4)
15	Non utilisé (sera positionné sur "1")
14-12	Réservé pour une utilisation future
11	Référence NTR
10-9	Mode de trame
8-6	Densité PSD émise durant l'initialisation
5, 4	Réservé
3, 2, 1, 0	Nombre maximal de bits pris en charge par sous-porteuse
NOTE 1 – Les bits les moins significatifs ont les indices les plus faibles dans les divers champs. NOTE 2 – Nombre de dB positif, codé de 0 à 15 dB. NOTE 3 – Tous les bits réservés seront positionnés sur "0". NOTE 4 – La séquence d'initialisation permet l'interfonctionnement d'implémentations avec et sans recouvrement de spectre. Cette indication a de ce fait un caractère purement informatif.	

10.6.4.1 Marge minimale requise pour le rapport SNR – Bits 47-44

Valeur binaire codée de 0 à 15 dB.

10.6.4.2 Option de codage par treillis – Bit 17

Le positionnement du bit $m_{17} = 0$ indique l'absence du codage par treillis, $m_{17} = 1$ indique sa présence.

10.6.4.3 Option de recouvrement de spectre – Bit 16

Le positionnement du bit $m_{16} = 0$ indique l'absence de l'annulation d'écho, $m_{16} = 1$ indique sa présence.

10.6.4.4 Non utilisé – Bit 15

Le bit m_{15} sera positionné sur "1".

10.6.4.5 Référence NTR – Bit 11

Le positionnement du bit $m_{11} = 1$ indique que l'unité ATU-C utilisera les bits indicateurs ib23-ib20 définis au 7.3.2 pour le transport de la référence NTR.

10.6.4.6 Mode de trame – Bits 10 et 9

Les bits m_{10} et m_9 sont utilisés par l'unité ATU-C pour indiquer l'un des quatre modes de trame devant être utilisé (voir 7.4). La structure de trame utilisée sera celle qui correspond au numéro le plus faible indiqué par l'unité ATU-C ou par l'unité ATU-R.

10.6.4.7 Densité PSD émise durant l'initialisation – Bits 8, 7 et 6

L'unité ATU-C indiquera le niveau de signal C-REVERB1 choisi à la suite du calcul décrit au 10.4.5. Le Tableau 10-7 indique le codage des bits m_8 , m_7 et m_6 .

Tableau 10-7/G.992.1 – Codage du signal C-MSG1 pour la transmission de la densité PSD dans l'état C-REVERB1

m_8	m_7	m_6	PSD dBm/Hz
1	1	1	-40
1	1	0	-42
1	0	1	-44
1	0	0	-46
0	1	1	-48
0	1	0	-50
0	0	1	-52

NOTE – Les règles de choix d'une densité PSD réduite dépendent de l'option de service; elles sont décrites dans les Annexes A, B et C; les niveaux proprement dits ne dépendent pas de l'option de service et sont définis ici.

10.6.4.8 Nombre maximal de bits pris en charge par sous-porteuse – Bits 3-0

La capacité N_{downmax} (transmise) sera codée en binaire au moyen des bits $\{m_3, \dots, m_0\}$ (par exemple, $1101_2 = 13$). Le nombre maximal de bits N_{upmax} que le récepteur de l'unité ATU-C peut prendre en charge pour les données amont n'a pas besoin d'être transmis par signalisation à l'unité ATU-R; il est présent de manière implicite dans le message de bits et de gains C-B&G qui est transmis après l'analyse du canal.

10.6.5 Signal C-CRC2

Le signal C-CRC2 est un contrôle de redondance cyclique permettant la détection d'erreurs dans un message C-MSG1 reçu par l'unité ATU-R. Le polynôme générateur du contrôle CRC est celui qui est défini au 10.6.3. La structure du polynôme de message CRC est décrite au 10.6.3, avec m_0 correspondant à a_0 et m_{47} à a_{47} . Le polynôme de contrôle CRC est généré de la même manière que pour le 10.6.3. Ces 16 bits sont transmis dans 16 symboles en utilisant la méthode décrite au 10.6.2. L'unité ATU-C passera dans l'état de signalisation C-MEDLEY à la suite de l'état C-CRC2.

10.6.6 Signal C-MEDLEY

Le signal C-MEDLEY est un signal pseudo-aléatoire à large bande utilisé pour estimer le rapport signal sur bruit aval au niveau de l'unité ATU-R. Les données transmises sont générées à partir de la séquence pseudo-aléatoire PRD et modulées comme défini au 10.4.5. Le préfixe cyclique est utilisé, contrairement à ce qui est le cas pour le signal C-REVERB1, et la séquence de données est continue d'un symbole à l'autre (ce qui signifie que les bits d_1 à d_9 ne sont pas réinitialisés pour chaque symbole); comme la séquence PRD a une longueur de 511 bits et que 512 bits sont utilisés pour chaque symbole, le vecteur de sous-porteuse pour le signal C-MEDLEY change en conséquence de chaque symbole au suivant. La sous-porteuse pilote est modulée par la constellation de signal (+,+). Le signal C-MEDLEY est transmis pendant une durée de 16 384 symboles. L'unité ATU-C passera dans l'état C-REVERB4 à la suite de l'état C-MEDLEY.

10.7 Analyse du canal (ATU-R)

L'unité ATU-R reviendra spontanément dans l'état R-SILENT0 (voir Recommandation G.994.1) si l'une des deux situations suivantes survient pendant la phase d'analyse du canal: un débordement de temporisation ou une erreur détectée dans les données de commande reçues. Un débordement de temporisation a lieu quand le temps dans R-REVERB3 dépasse le seuil de 4000 symboles. De

même, un contrôle C-CRC indiquant une erreur dans les données de contrôle reçues déclenchera un retour dans l'état R-SILENT0 (voir Recommandation G.994.1).

10.7.1 Signal R-SEGUE1

Le signal R-SEGUE1 sera généré à partir du signal R-REVERB1 par une inversion de phase de 180° pour chaque tonalité (c'est-à-dire que les points "+" seront transformés en points "-" et réciproquement pour chaque signal de la constellation du signal 4-QAM). La durée du signal R-SEGUE1 est égale à 10 symboles. L'unité ATU-R passera dans l'état R-REVERB3 à la suite de l'état R-SEGUE1.

10.7.2 Signal R-REVERB3

Le signal R-REVERB3 est le même que le signal R-REVERB1 (voir 10.5.2), à la différence que le signal R-REVERB3 est le premier à être émis par l'unité ATU-R avec un préfixe cyclique ajouté à chaque symbole (comme défini au 8.11.4). La durée du signal R-REVERB3 n'est pas fixée, mais sa valeur maximale est de 4000 symboles. L'unité ATU-R détectera un débordement de temporisation et reviendra dans l'état R-SILENT0 (voir Recommandation G.994.1) si le signal C-CRC2 n'est pas détecté dans un laps de temps de 4000 symboles. L'unité ATU-R continuera à émettre le signal R-REVERB3 pendant 20 symboles supplémentaires après la détection des signaux C-RATES1 à C-CRC2 avant de passer dans l'état R-SEGUE2.

10.7.3 Signal R-SEGUE2

Le signal R-SEGUE2 est le même que le signal R-SEGUE1 (voir 10.7.1), la seule différence portant sur l'addition du préfixe cyclique. L'unité ATU-R passera dans l'état R-RATES1 à la suite de l'état R-SEGUE2.

10.7.4 Signal R-RATES1

Voir le Tableau 10-8.

Tableau 10-8/G.992.1 – Signal R-RATES1

	Préfixe	Option 1			Option 2			Option 3			Option 4		
		B_F	B_I	$RRSI$									
Nombre d'octets	4	3	3	5	3	3	5	3	3	5	3	3	5

Le signal R-RATES1 joue le même rôle pour le canal amont que le signal C-RATES1 pour le canal aval (voir 10.6.2). Chaque option se constitue des trois champs suivants:

- champ B_F contenant la liste du nombre d'octets dans le tampon rapide pour les canaux LS0, LS1 et LS2, dans cet ordre: la longueur totale de champ B_F est de 24 ($= 3 \times 8$) bits. Les 8 premiers bits du champ B_F spécifient le nombre d'octets pour le canal LS0, les 8 bits suivants le nombre d'octets pour le canal LS1 et ainsi de suite. Chacun des octets du champ B_F est transmis avec le bit le moins significatif en tête;
- champ B_I contenant, de même, la liste du nombre d'octets dans le tampon entrelacé;
- champ $\{RS_F, RS_I, S, I, FS(LS2)\}$ d'une longueur de 4 octets avec le contenu suivant:
 - nombre RS_F d'octets de parité par symbole dans le tampon rapide amont;
 - nombre RS_I d'octets de parité par symbole dans le tampon entrelacé amont;
 - le nombre S de symboles par mot de code amont;

- distance d'entrelacement I dans le tampon entrelacé amont exprimée en mots de code;
- champ FS(LS2) contenant huit bits nuls.

Les quatre options sont transmises dans l'ordre des préférences décroissantes. L'unité ATU-C gère, pour le système actuel, toutes les valeurs des débits de données, de sorte que le signal R-RATES1 est obtenu par copie des champs adéquats du signal C-RATES1.

Un seul bit d'information est transmis dans chaque symbole du signal R-RATES1: un bit 0 est codé sous la forme d'un symbole R-REVERB1 et un bit 1 sous la forme d'un symbole R-SEGUE1 (avec l'addition d'un préfixe cyclique). Le nombre total des bits d'information du signal R-RATES1 étant égal à 384, la durée du signal R-RATES1 est égale à 384 symboles. Les 384 bits sont transmis dans l'ordre indiqué par le Tableau 10-8 avec le bit le moins significatif en tête. Ceci signifie que le bit B_F le moins significatif de l'option 1 est transmis après le préfixe dans le symbole de rang 33 du signal R-RATES1. L'unité ATU-R passera dans l'état R-CRC1 à la suite de l'état R-RATES1.

10.7.5 Signal R-CRC1

Le signal R-CRC1 est un contrôle de redondance cyclique permettant de détecter des erreurs dans la réception du signal R-RATES1 au niveau de l'unité ATU-C. Le polynôme $c(D)$ de contrôle CRC et le polynôme générateur $g(D)$ sont les mêmes que pour le signal C-CRC1 (voir 10.6.3). Les 16 bits c_0 - c_{15} sont transmis (c_0 en premier et c_{15} en dernier) dans 16 symboles en utilisant la méthode décrite pour le signal R-RATES1 (voir 10.7.4). L'unité ATU-R passera dans l'état R-MSG1 à la suite de l'état R-CRC1.

10.7.6 Signal R-MSG1

Le signal R-MSG1 transporte un message de 48 bits à destination de l'unité ATU-C. Ce message contient l'identification du fournisseur, le niveau de puissance d'émission utilisé par l'unité ATU-C, l'option de code de treillis, l'option d'annuleur d'écho, etc. Le message m est défini comme suit:

$$m = \{m_{47}, m_{46}, \dots, m_1, m_0\} \quad (10-7)$$

m_0 étant le premier bit émis. Les composantes du message, m , sont définies dans les sous-paragraphes qui suivent et les positions qui leurs sont attribuées sont définies dans le Tableau 10-9.

Un nombre total de 48 symboles est utilisé pour émettre les 48 bits du message en utilisant la méthode de codage décrite au 10.7.4. L'unité ATU-R passera dans l'état de signalisation R-CRC2 à la suite de l'état R-MSG1.

Tableau 10-9/G.992.1 – Assignment des 48 bits du signal R-MSG1

Rang du bit m_i (Note 1)	Paramètre (Note 2)
47-18	Réservé pour une utilisation future
17	Option de codage par treillis
16	Option de recouvrement de spectre (Note 3)
15	Non utilisé (sera positionné sur "1")
14	Prise en charge de débits supérieurs ($S = 1/2$) (voir 7.6.3)
13	Prise en charge de la latence duale aval
12	Prise en charge de la latence duale amont
11	Référence NTR
10, 9	Mode de trame
8-4	Réservé pour une utilisation future
3-0	Nombre maximal de bits pris en charge par sous-porteuse
NOTE 1 – Les bits les moins significatifs ont les indices les plus faibles dans les divers champs.	
NOTE 2 – Tous les bits réservés seront positionnés sur "0".	
NOTE 3 – La séquence d'initialisation permet l'interfonctionnement d'implémentations avec et sans recouvrement de spectre. Cette indication a de ce fait un caractère purement informatif.	

10.7.6.1 Option de codage par treillis – Bit 17

Le positionnement du bit $m_{17} = 0$ indique l'absence du codage par treillis, $m_{17} = 1$ indique sa présence.

10.7.6.2 Option d'annulation d'écho – Bit 16

Le positionnement du bit $m_{16} = 0$ indique l'absence de l'annulation d'écho, $m_{16} = 1$ indique sa présence.

10.7.6.3 Non utilisé – Bit 15

Le bit m_{15} sera positionné sur "1".

10.7.6.4 Mode de trame – Bits 10 et 9

Les bits m_{10} et m_9 sont utilisés par l'unité ATU-R pour indiquer l'un des quatre modes de trame devant être utilisé (voir 8.4). La structure de trame correspondant au numéro le plus faible indiqué par l'unité ATU-C ou l'unité ATU-R sera utilisée.

10.7.6.5 Référence d'horloge réseau – Bit 4

Le positionnement du bit $m_4 = 1$ indique que l'unité ATU-R prendra en charge la reconstitution de la référence d'horloge réseau à partir des bits indicateurs aval 23-20.

10.7.6.6 Nombre maximal de bits pris en charge par sous-porteuse – Bits 3-0

La capacité N_{upmax} (transmise) sera codée en binaire au moyen des bits $\{m_3, \dots, m_0\}$ (par exemple, $1101_2 = 13$).

NOTE – Le nombre maximal de bits $N_{downmax}$ que le récepteur de l'unité ATU-R peut prendre en charge pour les données amont n'a pas besoin d'être transmis par signalisation à l'unité ATU-C; il est présent de manière implicite dans le message de bits et de gains R-B&G qui est transmis après l'analyse du canal.

10.7.7 Signal R-CRC2

Le signal R-CRC2 est un contrôle de redondance cyclique permettant la détection d'erreurs dans un message R-MSG1 reçu par l'unité ATU-C. Le polynôme générateur du contrôle CRC est celui qui est défini au 10.7.5. La structure du polynôme de message CRC est décrite au 10.7.5, avec m_0 correspondant à a_0 et m_{47} à a_{47} . Le polynôme de contrôle CRC est généré de la même manière que pour le 10.7.5. Ces 16 bits sont transmis dans 16 symboles en utilisant la méthode décrite au 10.7.5. L'unité ATU-R passera dans l'état R-MEDLEY à la suite de l'état R-CRC2.

10.7.8 Signal R-MEDLEY

Le signal R-MEDLEY est un signal pseudo-aléatoire à large bande utilisé pour une estimation du rapport signal sur bruit aval au niveau de l'unité ATU-C. Les données transmises sont générées à partir de la séquence pseudo-aléatoire (PRU, *pseudo random upstream*) et modulées comme défini au 10.5.2. Le préfixe cyclique est utilisé contrairement à ce qui est le cas pour le signal R-REVERB1 et la séquence de données est continue d'un symbole à l'autre (ce qui signifie que les bits d_1-d_6 ne sont pas réinitialisés pour chaque symbole); comme la séquence PRD a une longueur de 63 bits et que 64 bits sont utilisés pour chaque symbole, le vecteur de sous-porteuse pour le signal R-MEDLEY change en conséquence de chaque symbole au suivant. Le signal R-MEDLEY est transmis pendant une durée de 16 384 symboles. L'unité ATU-R passera de l'état R-MEDLEY à l'état R-REVERB4.

Voir sous-paragraphe B.3.8 pour l'Annexe B.

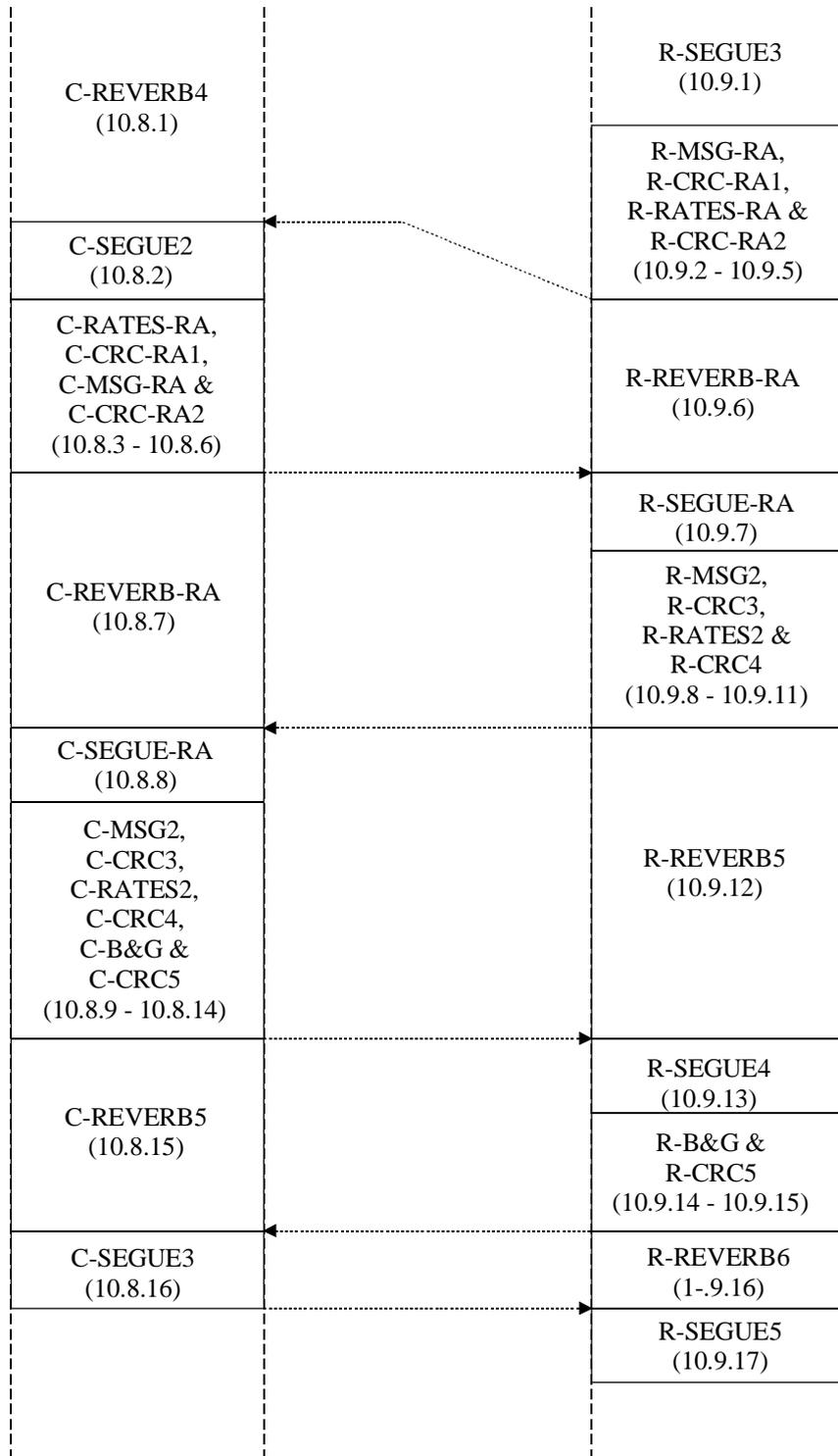
Voir sous-paragraphe C.7.8.3 pour l'Annexe C.

10.7.9 Signal R-REVERB4

R-REVERB4 est le même que le signal R-REVERB3 (voir 10.7.2). La durée du signal R-REVERB4 est égale à 128 symboles. Ce signal indique la fin de l'analyse du canal et l'état R-SEGUE3 succède immédiatement à l'état R-REVERB4.

10.8 Echange – ATU-C

La Figure 10-4 présente le diagramme temporel de l'échange.



T1532640-99

Figure 10-4/G.992.1 – Diagramme temporel de l'échange

Les deux événements suivants provoqueront le retour de l'unité ATU-C dans l'état C-SILENT1 (voir Recommandation G.994.1): débordement de temporisation et détection d'un contrôle CRC erroné. La procédure d'échange entre les unités ATU-C et ATU-R se déroule partiellement en synchronisme et partiellement de manière interactive. Un débordement de temporisation se manifesterait pendant la partie interactive (états C-REVERB4, C-REVERB5 et C-REVERB-RA) lorsque la durée de l'état C-REVERB4 dépasse 6000 symboles ou lorsque celle de l'état C-REVERB-RA ou de l'état C-REVERB5 dépasse 4000 symboles.

10.8.1 Signal C-REVERB4

Le signal C-REVERB4 est le même que le signal C-REVERB2 (voir 10.4.8), la seule différence portant sur l'ajout d'un préfixe cyclique pour chaque symbole et sur la durée maximale qui est égale à 6000 symboles. L'état C-REVERB4 se prolonge pendant la procédure d'échange et n'a pas de durée fixe. Le sous-paragraphe 10.8.4 définit les conditions de débordement de temporisation pour l'état C-REVERB4.

L'unité ATU-C détectera un débordement de temporisation et reviendra à l'état C-SILENT1 (voir Recommandation G.994.1) si elle ne reçoit pas le signal R-CRC-RA2 dans un délai de 6000 symboles. L'unité ATU-C poursuivra l'émission du signal C-REVERB4 pendant 80 symboles après la détection des signaux R-SEGUE3 à R-CRC-RA2, puis passera dans l'état C-SEGUE2.

10.8.2 Signal C-SEGUE2

Le signal C-SEGUE2 est le même que le signal C-SEGUE1 (voir 10.6.1), la seule différence portant sur l'ajout du préfixe cyclique. La durée du signal C-SEGUE2 est de 10 symboles. L'unité ATU-C passera de l'état C-SEGUE2 à l'état C-RATES-RA pour démarrer un deuxième échange de débits.

10.8.3 Signal C-RATES-RA

Le signal C-RATES-RA est utilisé pour émettre quatre nouvelles options de configuration de transport pour l'amont et l'aval. Le contenu du signal C-RATES-RA n'est pas soumis à des contraintes provenant de messages précédents (signaux C-RATES1 et R-MSG-RA, par exemple).

Ces options sont en général plus proches du débit optimal du canal que celles contenues dans le signal C-RATES1 et devraient se baser sur les informations de canal reçues dans le signal R-MSG-RA.

Le format du signal C-RATES-RA est comparable à celui du signal C-RATES1, à l'exception du préfixe de 4 octets ($55\ 55\ 55\ 55_{16}$) qui n'est pas transmis et du fait que la transmission du signal se fait à raison de 8 bits par symbole, comme défini pour le signal C-MSG2 (voir 10.8.9). La durée du signal C-RATES-RA est de 120 symboles.

Le champ composite $\{RS_F, RS_I, S, I, FS(LS2)\}$ aura une syntaxe étendue (par rapport à celle du signal C-RATES1). Ce champ de 10 octets contient les valeurs suivantes (d'un octet chacune):

- champ RS_F contenant dans les bits 5 (MSB) à 0 (LSB) le nombre RS_F d'octets de parité par symbole du tampon rapide aval, avec RS_F égal à R_F (R_F est défini au 7.4.1.2.1);
- champ RS_I contenant:
 - dans les bits 5 (MSB) à 0 (LSB), le nombre RS_I d'octets de parité par symbole dans le tampon entrelacé aval, avec RS_I égal à R_I/S (R_I et S sont définis au 7.4.1.2.2);
 - dans le bit 7, le bit le plus significatif B_8 du champ B_I (AS0), nombre d'octets de charge utile dans le canal support AS0 dans le tampon entrelacé aval;

- champ S contenant:
 - dans les bits 5 (MSB) à 0 (LSB), le nombre S de symboles par mot de code aval; l'utilisation de $S = 1/2$ est indiquée par la relation $K_I + R_I > 255$ (voir 7.4.1.2.2 et 7.6.4). Les bits 5-0 du champ S seront toutefois positionnés sur $\{000000_2\}$ pour indiquer $S = 1/2$;
 - dans les bits 7 et 6, les bits I_9 et I_8 les plus significatifs de la distance d'entrelacement I exprimée en mots de code;
- champ I contenant les huit bits les moins significatifs I_7-I_0 de la distance d'entrelacement exprimée en mots de code;
- champ $FS(LS2)$ contenant huit bits nuls;
- cinq champs $\{RS_F, RS_I, S, I, FS(LS2)\}$ d'un octet chacun contenant, dans l'ordre, les valeurs équivalentes dans le sens amont.

Les quatre options sont transmises dans l'ordre des préférences décroissantes. Le Tableau 10-10 résume le contenu du signal C-RATES-RA et le Tableau 10-11 celui des champs RRSI.

Tableau 10-10/G.992.1 – Signal C-RATES-RA

	Option 1			Option 2			Option 3			Option 4		
	B_F	B_I	$RRSI$									
Nombre d'octets	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10

Tableau 10-11/G.992.1 – Champs RRSI du signal C-RATES-RA

	← bits →								
champs	7	6	5	4	3	2	1	0	
RS_F	0	0	valeur de RS_F						
			MSB				LSB		
RS_I	B_8 (AS0)	0	valeur de RS_I						
			MSB				LSB		
S	I_9	I_8	valeur de S						
			MSB				LSB		
I	I_7	I_6	I_5	I_4	I_3	I_2	I_1	I_0	
$FS(LS2)$	valeur de $FS(LS2)$ positionné sur $\{00000000_2\}$								

10.8.4 Signal C-CRC-RA1

Le signal C-CRC-RA1 est un contrôle de redondance cyclique permettant la détection d'erreurs dans un message C-RATES-RA reçu par l'unité ATU-R. Sa relation avec le signal C-RATES-RA1 est la même que celle du signal C-CRC3 avec le signal C-MSG2 (voir 10.8.10). Les 16 bits de ce signal seront transmis dans 2 symboles (voir 10.8.9). L'unité ATU-C passera dans l'état C-MSG-RA à la suite de l'état C-CRC-RA1.

10.8.5 Signal C-MSG-RA

Le format du signal C-MSG-RA est le même que celui du signal C-MSG1; les bits sont assignés conformément au Tableau 10-12.

Tableau 10-12/G.992.1 – Assignment des 48 bits du signal C-MSG-RA

Rang du bit m_i (Note 1)	Paramètre (Note 2)
47-44	Nouvelle marge minimale du bruit ATU-R aval requise pour l'initialisation
43-38	Marge minimale du bruit ATU-R aval requise pour l'état stable (de -32 à +31 dB)
37-32	Marge maximale du bruit ATU-R aval admissible pour l'initialisation et l'état stable (de -32 à +31 dB)
31-0	Réservé pour une utilisation future
<p>NOTE 1 – Les bits les moins significatifs ont les indices les plus faibles dans les divers champs.</p> <p>NOTE 2 – Tous les bits réservés seront positionnés sur "0".</p> <p>NOTE 3 – Les valeurs minimales et maximales sont définies dans la Recommandation G.997.1.</p> <p>NOTE 4 – Seules des valeurs minimales et maximales des marges du bruit ATU-R aval sont communiquées à l'unité ATU-R. Ces informations sont nécessaires pour le calcul de la table B&G aval de l'unité ATU-R. Les marges minimales et maximales du bruit ATU-C amont sont utilisées de manière locale par l'unité ATU-C pour le calcul de la table B&G amont.</p>	

Les 48 bits sont transmis dans 6 symboles (voir 10.8.9). L'unité ATU-C passera de l'état C-MSG-RA à l'état C-CRC-RA2.

10.8.6 Signal C-CRC-RA2

Le signal C-CRC-RA2 est un contrôle de redondance cyclique permettant la détection d'erreurs dans un signal C-MSG-RA reçu par l'unité ATU-R. Sa relation avec le signal C-RATES-RA est la même que celle du signal C-CRC3 avec le signal C-MSG2 (voir 10.8.10). Les 16 bits de ce signal seront transmis dans 2 symboles (voir 10.8.5). L'unité ATU-C passera dans l'état C-REVERB-RA à la suite de l'état C-CRC-RA2.

10.8.7 Signal C-REVERB-RA

Le signal C-REVERB-RA est le même que le signal C-REVERB4. Si toutefois l'unité ATU-C ne reçoit pas le signal R-SEGUE-RA dans un laps de temps de 4000 symboles, elle détectera alors un débordement de temporisation et reviendra dans l'état C-SILENT1 (voir Recommandation G.994.1). L'unité ATU-C poursuivra la transmission du signal C-REVERB-RA pendant une durée minimale de 80 symboles après la détection du signal R-CRC4 avant de passer dans l'état C-SEGUE-RA.

10.8.8 Signal C-SEGUE-RA

Le signal C-SEGUE-RA est le même que le signal C-SEGUE2. L'unité ATU-C passera dans l'état C-MSG2 à la suite de l'état C-SEGUE-RA.

10.8.9 Signal C-MSG2

Le signal C-MSG2 transporte un message de 32 bits à destination de l'unité ATU-R. Ce message contient le nombre total de bits par symbole pris en charge, la valeur estimée de l'atténuation de la boucle amont et la marge de performance correspondant à l'option de débit sélectionné; le message m est défini comme suit:

$$m = \{m_{31}, m_{30}, \dots, m_1, m_0\} \quad (10-8)$$

le bit m_0 étant transmis en premier. Les composantes du message sont définies dans les sous-paragraphes qui suivent et les positions qui leurs sont attribuées dans le message composite m sont définies dans le Tableau 10-13.

Tableau 10-13/G.992.1 – Assignation des 32 bits du signal C-MSG2

Rang du bit m_i (Note 1)	Paramètre (Note 3)
31-26	Estimation de l'atténuation moyenne sur la boucle
25-21	Réservé pour une utilisation future
20-16	Marge de performance avec l'option de débit sélectionnée
15-9	Réservé pour une utilisation future
8-0	Nombre total de bits pris en charge
NOTE 1 – Les bits les moins significatifs ont les indices les plus faibles dans les divers champs.	
NOTE 2 – Tous les bits réservés seront positionnés sur "0".	

Un nombre total de 4 symboles est utilisé pour transmettre les 32 bits du message, à raison de 8 bits pas symbole. Deux bits sont codés sur chacune des sous-porteuses de rang $n_{1C-MSG2}$ à $(n_{1C-MSG2} + 3)$ en utilisant l'étiquetage de la constellation 4-QAM décrit aux 7.11.3 (pour le symbole de synchronisation) et 10.4.5 (pour le signal C-REVERB1). Ces deux bits sont également codés de la même manière sur un ensemble de porteuses de secours, de rang $n_{2C-MSG2}$ à $(n_{2C-MSG2} + 3)$. L'octet le moins significatif du message est transmis dans le premier symbole du signal C-MSG2 avec les deux bits les moins significatifs de chaque octet codés sur les porteuses $n_{1C-MSG2}$ et $n_{2C-MSG2}$. La sous-porteuse pilote $n_{C-PILOT1}$ sera en outre modulée par la configuration (+,+). L'unité ATU-C passera dans l'état C-CRC3 à la suite de l'état C-MSG2.

Les bits $n_{1C-MSG2}$ et $n_{2C-MSG2}$ seront utilisés comme défini dans les Annexes A, B et C.

Voir sous-paragraphe A.3.8 pour l'Annexe A.

Voir sous-paragraphe B.3.9 pour l'Annexe B.

Voir sous-paragraphe C.7.9.1 pour l'Annexe C.

10.8.9.1 Estimation de l'atténuation moyenne sur la boucle amont

Le récepteur de l'unité ATU-C procède à l'estimation du gain sur le canal amont pendant l'analyse du canal pour chaque sous-porteuse, en vue de préparer le calcul du rapport signal sur bruit pour chaque tonalité; il calculera également l'atténuation moyenne sur la boucle. Cette atténuation est définie comme égale à la différence entre la puissance totale maximale émise (définie au A.2.4.3.3 pour les Annexes A et C et au B.2.2.3.2 pour l'Annexe B) et la puissance totale reçue, arrondie à 0,5 dB.

Voir sous-paragraphe A.3.2 pour les Annexes A et C.

Voir sous-paragraphe B.3.4 pour l'Annexe B.

L'atténuation est codée dans les bits 31 à 26 du signal C-MSG2 sous la forme de la représentation binaire entière du double de l'atténuation (par exemple, $\{m_{31}, \dots, m_{26}\} = 101011_2$ pour une atténuation de 21,5 dB).

10.8.9.2 Marge de performance avec l'option de débit sélectionnée

Le récepteur de l'unité ATU-C choisira l'une des options de débit, indiquées par l'unité ATU-C pendant l'état C-RATES-RA, qui fournira une marge de performance amont satisfaisante. Cette option sélectionnée est codée dans le signal C-RATES2. La marge (arrondie au dB le plus proche) est codée dans les bits 20-16 du signal C-MSG2 en utilisant une représentation binaire normale (par exemple, $\{m_{20}, \dots, m_{16}\} = 01001_2$ pour une marge de 9 dB).

10.8.9.3 Nombre total de bits pris en charge par symbole

Le récepteur de l'unité ATU-C calculera également le nombre maximal de bits par symbole que le canal amont peut prendre en charge avec la marge de performance définie pour le signal C-MSG-RA et un taux d'erreurs de 10^{-7} . Cette valeur est codée dans les bits 8-0 en utilisant une représentation binaire normale (par exemple, $\{m_8, \dots, m_0\} = 00111111_2$ correspond à un nombre maximal de 127 bits pris en charge avec un débit de données égal à 508 kbit/s).

10.8.10 Signal C-CRC3

Le signal C-CRC3 est un contrôle de redondance cyclique permettant la détection d'erreurs dans un message C-MSG2 reçu par l'unité ATU-R. Le polynôme générateur du contrôle CRC est celui qui est défini au 10.6.3. Ces 16 bits sont transmis dans 2 symboles en utilisant la méthode décrite au 10.8.9. L'unité ATU-C passera dans l'état C-RATES2 à la suite de l'état C-CRC3.

10.8.11 Signal C-RATES2

Le signal C-RATES2 constitue la réponse au signal R-RATES-RA. Il contient une combinaison des options sélectionnées pour l'aval et l'amont et véhicule de ce fait la décision finale pour les débits utilisés dans les deux directions.

L'unité ATU-C ne modifiera pas l'option aval indiquée par le signal R-RATES2.

La longueur du signal C-RATES2 est de 8 bits; la configuration de ces bits est indiquée dans le Tableau 10-14. Les configurations qui ne figurent pas dans ce tableau sont réservées pour une utilisation future. L'unité ATU-C reviendra dans l'état C-SILENT1 (voir Recommandation G.994.1) en vue de procéder à un nouveau conditionnement si elle ne fournit aucune des options demandées pendant l'état C-RATES1 ou C-RATES-RA. Les 8 bits sont transmis dans un symbole en utilisant la méthode décrite au 10.8.9. L'unité ATU-C passera dans l'état de signalisation C-CRC4 à la suite de l'état C-RATES2.

Tableau 10-14/G.992.1 – Configuration binaire du signal C-RATES2

(Aval, amont)	Configuration binaire du signal C-RATES2 (bit MSB en tête) (Note)
(option 1, option 1)	00010001 ₂
(option 1, option 2)	00010010 ₂
(option 1, option 3)	00010100 ₂
(option 1, option 4)	00011000 ₂
(option 2, option 1)	00100001 ₂
(option 2, option 2)	00100010 ₂
(option 2, option 3)	00100100 ₂
(option 2, option 4)	00101000 ₂
(option 3, option 1)	01000001 ₂
(option 3, option 2)	01000010 ₂
(option 3, option 3)	01000100 ₂
(option 3, option 4)	01001000 ₂

Tableau 10-14/G.992.1 – Configuration binaire du signal C-RATES2 (*fin*)

(Aval, amont)	Configuration binaire du signal C-RATES2 (bit MSB en tête) (Note)
(option 4, option 1)	10000001 ₂
(option 4, option 2)	10000010 ₂
(option 4, option 3)	10000100 ₂
(option 4, option 4)	10001000 ₂
Echec de toutes les options	00000000 ₂
NOTE – Les configurations binaires ne figurant pas dans ce tableau sont réservées pour une utilisation future.	

10.8.12 Signal C-CRC4

Le signal C-CRC4 est un contrôle de redondance cyclique permettant la détection d'erreurs dans un signal C-RATES2 reçu par l'unité ATU-R. Sa relation avec le signal C-RATES2 est la même que celle du signal C-CRC3 avec le signal C-MSG2. Les 16 bits de ce signal seront transmis dans 2 symboles (voir 10.8.11). L'unité ATU-C passera dans l'état C-B&G à la suite de l'état C-CRC4.

10.8.13 Signal C-B&G

Voir sous-paragraphe B.3.12 pour l'Annexe B.

Voir sous-paragraphe C.7.9.2 pour l'Annexe C.

Le signal C-B&G sera utilisé pour transmettre vers l'unité ATU-R les informations de bits et de gains $\{b_1, g_1, b_2, g_2, \dots, b_{31}, g_{31}\}$ devant être utilisées pour les sous-porteuses amont. Le bit b_i indique le nombre de bits devant être codés par l'émetteur de l'unité ATU-R sur la sous-porteuse aval de rang i ; le bit g_i indique le facteur de normalisation qui sera appliqué à la sous-porteuse aval de rang i par rapport au gain utilisé pour la même porteuse pour l'émission du signal R-MEDLEY. Les bits b_0, g_0, b_{32} , et g_{32} sont supposés tous nuls et ne seront pas transmis, compte tenu du fait qu'aucune énergie ou aucun bit n'est transmis pour la composante continue et pour la moitié de la fréquence d'échantillonnage.

Chacun des bits b_i sera représenté sous la forme d'un nombre entier de 4 bits, avec des valeurs de b_i comprises entre zéro et le nombre maximal N_{upmax} de bits que l'unité ATU-R s'apprête à moduler sur chaque sous-porteuse, la valeur de N_{upmax} étant transmise dans le signal R-MSG1.

Chacun des bits g_i sera représenté sous la forme d'un nombre de 12 bits sans signe avec une virgule binaire implicite située immédiatement à la droite du troisième bit le plus significatif. Un bit g_i avec la représentation binaire 001,01000000₂ (bit le plus significatif en tête) indique, par exemple, que l'unité ATU-R doit utiliser un facteur de normalisation égal à 1,25 pour la porteuse de rang i , de sorte que la puissance de cette dernière se situera à 1,94 dB au dessus de son niveau pour le signal R-MEDLEY.

Les bits b_i et g_i seront positionnés sur zéro (respectivement 0000₂ et 00000000 0000₂) pour les sous-porteuses sur lesquelles aucune donnée n'est émise et auxquelles le récepteur n'allouera aucun bit (par exemple, des sous-porteuses hors bande). Le bit b_i sera positionné sur zéro et le bit g_i sur une valeur située entre 0,19 et 1,33 (000,00110000₂ à 001,01010101₂) pour les sous-porteuses qui ne véhiculent actuellement pas de données, mais auxquelles le récepteur peut allouer des bits par la suite (par exemple, en cas d'amélioration du rapport signal sur bruit).

Les informations C-B&G seront mappées dans un message m de 496 bits (62 octets) défini comme suit:

$$m = \{m_{495}, m_{494}, \dots, m_1, m_0\} = \{g_{31}, b_{31}, \dots, g_1, b_1\}, \quad (10-9)$$

les bits b_i et g_i les plus significatifs de l'octet m de rang le plus élevé et l'octet m_0 étant transmis en premier. Le message m sera transmis dans 62 symboles en utilisant la méthode décrite au 10.8.9.

L'unité ATU-C passera dans l'état C-CRC5 à la suite de l'état C-B&G.

10.8.14 Signal C-CRC5

Le signal C-CRC5 est un contrôle de redondance cyclique permettant la détection d'erreurs dans un signal C-B&G reçu par l'unité ATU-R. Sa relation avec le signal C-B&G est la même que celle du signal C-CRC3 avec le signal C-MSG2. Les 16 bits de ce signal seront transmis dans 2 symboles (voir 10.8.9). L'unité ATU-C passera dans l'état C-REVERB5 à la suite de l'état C-CRC5.

10.8.15 Signal C-REVERB5

Le signal C-REVERB5 est le même que le signal C-REVERB4 (voir 10.8.1). La seule différence porte sur la durée maximale qui est de 4000 symboles. La durée du signal C-REVERB5 dépend de l'état de l'unité ATU-R et de l'état interne de traitement de l'unité ATU-C. L'unité ATU-C émettra le signal C-REVERB5 tant qu'elle n'a pas reçu, vérifié la fiabilité et pris en compte les informations de bits et de gains en aval contenues dans le signal R-B&G. L'unité ATU-C détectera un débordement de temporisation et reviendra dans l'état C-SILENT1 (voir Recommandation G.994.1) si les opérations de réception, de vérification et de prise en compte n'ont pas été reçues dans un laps de temps de 4000 symboles. L'unité ATU-C passera dans l'état C-SEGUE3 dès qu'elle est prête à émettre conformément aux conditions spécifiées dans le signal R-B&G.

10.8.16 Signal C-SEGUE3

Le signal C-SEGUE3 est utilisé pour notifier à l'unité ATU-R que l'unité ATU-C est sur le point de passer dans l'état stable de signalisation C-SHOWTIME. Le signal C-SEGUE3 est le même que le signal C-SEGUE2 (voir 10.8.2). La durée du signal C-SEGUE3 est égale à 10 symboles. L'unité ATU-C a terminé son initialisation à la fin de l'état C-SEGUE3 et passera dans l'état C-SHOWTIME.

10.9 Echange – ATU-R

Les deux événements suivants provoqueront le retour de l'unité ATU-R dans l'état R-SILENT0 (voir Recommandation G.994.1): débordement de temporisation et détection d'un contrôle CRC erroné. La procédure d'échange entre les unités ATU-C et ATU-R se déroule partiellement en synchronisme et partiellement de manière interactive. Un débordement de temporisation se manifestera pendant la partie interactive (états R-REVERB-RA, R-REVERB5 et C-REVERB6) lorsque la durée de l'un de ces états dépasse la valeur de 4000 symboles.

10.9.1 Signal R-SEGUE3

Le signal R-SEGUE3 est le même que le signal R-SEGUE2 (voir 10.7.3). La durée du signal R-SEGUE3 est égale à 10 symboles. L'unité ATU-R passera dans l'état R-MSG-RA à la suite de l'état R-SEGUE3 pour démarrer un deuxième échange de débits.

10.9.2 Signal R-MSG-RA

Le signal R-MSG-RA est similaire au signal R-MSG2 mais avec une longueur de 80 bits. Le Tableau 10-15 présente les assignations des bits.

Tableau 10-15/G.992.1 – Assignment des 80 bits du signal R-MSG-RA

Rang du bit m_i (Note 1)	Paramètre (Note 2)
79-56	Réservé pour une utilisation future
55-49	Nombre (R) d'octets de débit supplémentaire RS
48-40	Nombre (K) d'octets de charge utile RS
39-32	Nombre de tonalités véhiculant des données (nloaded)
31-25	Estimation de l'atténuation moyenne sur la boucle
24-21	Gain de codage
20-16	Marge de performance avec l'option de débit sélectionnée
15-14	Réservé pour une utilisation future
13-12	Distance maximale d'entrelacement
11-0	Nombre total B_{\max} de bits par symbole DMT
NOTE 1 – Les bits les moins significatifs ont les indices les plus faibles dans les divers champs.	
NOTE 2 – Tous les bits réservés seront positionnés sur "0".	

Voir C.7.10.1 pour l'Annexe C.

10.9.2.1 Nombre (R) d'octets supplémentaires de la structure RS

Il s'agit du paramètre R (R_I ou R_F , comme défini au 7.4.1.2) utilisé pour le calcul de la valeur B_{\max} .

Le calcul de ce paramètre s'effectuera avec l'hypothèse d'un fonctionnement avec latence simple et $S \leq 1$.

10.9.2.2 Nombre (K) d'octets de charge utile de la structure RS

Il s'agit du paramètre K (K_I ou K_F , comme défini au 7.4.1.2) utilisé pour le calcul de la valeur de B_{\max} .

Le calcul de ce paramètre s'effectuera avec l'hypothèse d'un fonctionnement avec latence simple et $S \leq 1$.

10.9.2.3 Nombre de tonalités véhiculant des données (nloaded)

Ces bits contiennent le nombre de sous-porteuses avec $b_i > 0$ utilisé pour le calcul de la valeur de B_{\max} .

10.9.2.4 Estimation de l'atténuation moyenne sur la boucle

Ce paramètre sera défini comme pour le signal R-MSG2 (voir 10.9.8).

10.9.2.5 Gain de codage

Gain de codage pour la correction FEC du codage RS et du codage par treillis, tel qu'il est utilisé pour le calcul de la valeur de B_{\max} .

Le gain de codage se situe entre 0 et 7,5 dB avec des incréments de 0,5 dB.

10.9.2.6 Marge de performance avec l'option de débit sélectionnée

Ce paramètre sera défini de la même manière que pour le signal R-MSG2 (voir 10.9.8). Si le signal R-RATES-RA indique "pas d'option sélectionnée", ce paramètre sera alors positionné sur "0" ou

indiquera la marge de performance en dB correspondant à B_{\max} (qui peut être inférieure de 0 à 3 dB à la marge minimale exigée pour le rapport signal sur bruit).

10.9.2.7 Distance maximale d'entrelacement

Ce paramètre indiquera la distance maximale d'entrelacement prise en charge par le récepteur de l'unité ATU-R telle qu'elle est définie dans le Tableau 10-16.

Tableau 10-16/G.992.1 – Positionnement des bits pour la distance maximale d'entrelacement

Bit 13	Bit 12	D_{\max}
0	0	64 (obligatoire)
0	1	128 (optionnel)
1	0	256 (optionnel)
1	1	512 (optionnel)

10.9.2.8 Nombre total de bits pris en charge (B_{\max})

Ce paramètre sera défini comme pour le signal R-MSG2 (voir 10.9.8). Si les unités ATU-C et ATU-R prennent toutes deux en charge le codage par treillis, on supposera alors que ce codage est utilisé pour le calcul de B_{\max} .

Les relations suivantes s'appliquent aux valeurs B_{\max} , n_{loaded} , K et R :

avec par treillis $B_{\max} = 8 \times (K + R/S) + \text{arrondi}(n_{\text{loaded}}/2) + 4 = \sum b_i$

sans codage par treillis $B_{\max} = 8 \times (K + R/S) = \sum b_i$

Voir C.7.10.1.1 pour l'Annexe C.

10.9.3 Signal R-CRC-RA1

Le signal R-CRC-RA1 est un contrôle de redondance cyclique permettant la détection d'erreurs de réception du signal R-MSG-RA. Sa relation avec le signal R-MSG-RA est la même que celle du signal R-CRC3 avec le signal R-MSG2. L'unité ATU-R passera dans l'état R-RATES-RA à la suite de l'état R-CRC-RA1.

10.9.4 Signal R-RATES-RA

Le signal R-RATES-RA est la réponse au signal C-RATES1 tenant compte des résultats de l'analyse du canal aval; il est le même que le signal R-RATES2. L'unité ATU-R effectuera l'une des actions suivantes (au lieu de fournir la liste des octets B_F , B_I comme dans le cas du signal C-RATES1):

- renvoi du seul numéro d'option correspondant au débit de données le plus élevé pouvant être pris en charge, compte tenu du rapport signal sur bruit mesuré pour le canal aval (sans prise en considération de la résistance aux bruits impulsionnels);
- indication de l'absence momentanée d'une sélection d'option qui sera faite ultérieurement en fonction des informations du signal C-RATES-RA;
- indication de l'absence de la prise en charge des options demandées pendant l'état C-RATES1.

Le numéro d'option utilise 4 bits comme dans le cas du signal R-RATES2. Un total de 8 bits est utilisé pour le signal R-RATES-RA avec les configurations de bits indiquées dans le Tableau 10-17. Les configurations qui ne figurent pas dans ce tableau sont réservées pour une utilisation future.

Les 8 bits sont transmis dans un symbole en utilisant la méthode décrite au 10.9.8. L'unité ATU-R passera dans l'état de signalisation R-CRC-RA2 à la suite de l'état R-RATES-RA.

Le format du signal R-RATES-RA est identique à celui du signal R-RATES2, à l'exception de la configuration de bits supplémentaire utilisée pour l'indication "pas d'option sélectionnée".

Tableau 10-17/G.992.1 – Configuration binaire du signal R-RATES-RA

Aval	Configuration binaire du signal R-RATES-RA (bit le plus significatif en tête)
Option 1	00010001 ₂
Option 2	00100010 ₂
Option 3	01000100 ₂
Option 4	10001000 ₂
Pas d'option sélectionnée	00000001 ₂
Echec de toutes les options	00000000 ₂
NOTE – Les configurations binaires ne figurant pas dans ce tableau sont réservées pour une utilisation future.	

10.9.5 Signal R-CRC-RA2

Le signal R-CRC-RA2 est un contrôle de redondance cyclique permettant la détection d'erreurs de réception du signal R-RATES-RA. Sa relation avec le signal R-RATES-RA est la même que celle du signal R-CRC3 avec le signal R-MSG2. L'unité ATU-R passera dans l'état R-REVERB-RA à la suite de l'état R-CRC-RA2.

10.9.6 Signal R-REVERB-RA

Le signal R-REVERB-RA est le même que le signal R-REVERB3 (voir 10.7.2). La durée du signal R-REVERB-RA dépend de l'état de signalisation de l'unité ATU-C et de l'état interne de traitement de l'unité ATU-R avec une valeur maximale de 4000 symboles. L'unité ATU-R émettra le signal R-REVERB-RA tant qu'elle n'a pas reçu et vérifié la fiabilité des informations de bits et de gains amont contenues dans le signal C-RATES-RA. L'unité ATU-R poursuivra l'émission du signal R-REVERB-RA pendant 64 symboles après la réception du signal C-CRC-RA2 puis passera dans l'état R-SEGUE-RA.

L'unité ATU-R détectera un débordement de temporisation et reviendra dans l'état R-SILENT0 (voir Recommandation G.994.1) si elle n'a pas détecté tous les signaux de commande dans un laps de temps de 4000 symboles.

10.9.7 Signal R-SEGUE-RA

Le signal R-SEGUE-RA est le même que le signal R-SEGUE4. L'unité ATU-R passera dans l'état R-MSG2 à la suite de l'état R-SEGUE-RA.

10.9.8 Signal R-MSG2

Le signal R-MSG2 transporte un message de 32 bits à destination de l'unité ATU-C. Ce message contient le nombre total de bits par symbole pris en charge, la valeur estimée de l'atténuation sur la boucle aval et la marge de performance correspondant à l'option de débit sélectionné; le message m est défini comme suit:

$$m = \{m_{31}, m_{30}, \dots, m_1, m_0\} \quad (10-10)$$

le bit m_0 étant transmis en premier. Les composantes du message sont définies dans les sous-paragraphes qui suivent et les positions qui leurs sont attribuées dans le message composite m sont définies dans le Tableau 10-18.

Tableau 10-18/G.992.1 – Assignment des 32 bits du signal R-MSG2

Rang du bit m_i (Note 1)	Paramètre (Note 2)
31-25	Estimation de l'atténuation moyenne sur la boucle
24-21	Réservé pour une utilisation future
20-16	Marge de performance avec l'option de débit sélectionnée
15-12	Réservé pour une utilisation future
11-0	Nombre total de bits pris en charge
NOTE 1 – Les bits les moins significatifs ont les indices les plus faibles dans les divers champs.	
NOTE 2 – Tous les bits réservés seront positionnés sur "0".	

Un total de 4 symboles est utilisé pour transmettre les 32 bits du message, à raison de 8 bits par symbole. Deux bits sont codés sur chacune des sous-porteuses de rang $n_{1R-MSG2}$ à $(n_{1R-MSG2} + 3)$ en utilisant l'étiquetage de la constellation 4-QAM donné aux 8.11.3 (pour le symbole de synchronisation) et 10.4.5 (pour le signal C-REVERB1). Ces deux bits sont également codés de la même manière sur un ensemble de porteuses de secours, de rang $n_{2R-MSG2}$ à $(n_{2R-MSG2} + 3)$. L'octet le moins significatif du message est transmis dans le premier symbole du symbole R-MSG2 avec les deux bits les moins significatifs de chaque octet codés sur les porteuses $n_{1R-MSG2}$ et $n_{2R-MSG2}$. L'unité ATU-R passera dans l'état R-MSG2 à la suite de l'état R-CRC3.

Les bits $n_{1R-MSG2}$ et $n_{2R-MSG2}$ seront utilisés dans les Annexes A, B et C.

Voir sous-paragraphe A.3.9 pour l'Annexe A.

Voir sous-paragraphe B.3.10 pour l'Annexe B.

Voir sous-paragraphe C.7.10.2 pour l'Annexe C.

10.9.8.1 Estimation de l'atténuation moyenne sur la boucle aval

Le récepteur de l'unité ATU-R procède à l'estimation du gain sur le canal aval pendant l'analyse du canal pour chaque sous-porteuse, en vue de préparer le calcul du rapport signal sur bruit pour chaque tonalité; elle calculera également l'atténuation moyenne sur la boucle. Cette atténuation est définie comme égale à la différence entre la puissance maximale émise par l'unité ATU-C (définie au A.1.2.3.3 pour les Annexes A et C et au B.1.3.2.2 pour l'Annexe B, en tenant compte de la réduction de la puissance) et la puissance totale reçue, arrondie à 0,5 dB.

Voir sous-paragraphe A.3.3 pour les Annexes A et C.

Voir sous-paragraphe B.3.5 pour l'Annexe B.

L'atténuation est codée dans les bits 31 à 25 du signal R-MSG2 sous la forme de la représentation binaire entière du double de l'atténuation [par exemple, $\{m_{31}, \dots, m_{25}\} = 0101011_2$ pour une atténuation de 21,5 dB].

10.9.8.2 Marge de performance avec l'option de débit sélectionnée

Le récepteur de l'unité ATU-R choisira l'une des options de débit, indiquées par l'unité ATU-C pendant l'état C-RATES1 ou C-RATES-RA, qui fournira une marge de performance amont satisfaisante. Cette option sélectionnée est codée dans le signal R-RATES2. La marge (arrondie au

dB le plus proche) est codée dans les bits 20-16 du signal R-MSG2 en utilisant une représentation binaire normale [par exemple, $\{m_{20}, \dots, m_{16}\} = 01001_2$] pour une marge de 9 dB.

10.9.8.3 Nombre total de bits pris en charge par symbole

Le récepteur de l'unité ATU-R calculera également le nombre maximal de bits par symbole que le canal aval peut prendre en charge avec la marge de performance définie pour le signal C-MSG1 ou C-MSG-RA et un taux d'erreurs de 10^{-7} . Cette valeur est codée dans les bits 11 à 0 en utilisant une représentation binaire normale [par exemple, $\{m_{11}, \dots, m_0\} = 11010111100_2$ correspond à un nombre maximal de 1724 bits pris en charge avec un débit de données égal à 6896 kbit/s).

Voir sous-paragraphe C.7.10.2.1 pour l'Annexe C.

10.9.9 Signal R-CRC3

Le signal R-CRC3 est un contrôle de redondance cyclique permettant la détection d'erreurs de réception du signal R-MSG2 par l'unité ATU-C. Le polynôme de contrôle CRC $c(D)$ et le polynôme générateur $g(D)$ sont ceux décrits au 10.6.3. Les bits sont transmis dans 2 symboles en utilisant la méthode décrite au 10.9.8. L'unité ATU-R passera dans l'état R-RATES2 à la suite de l'état R-CRC3.

10.9.10 Signal R-RATES2

Le signal R-RATES2 constitue la réponse au signal C-RATES-RA sur la base des résultats de l'analyse du canal aval. L'unité ATU-R renvoie, à la place de la liste d'octets B_F , B_I du signal C-RATES1, le numéro unique de l'option du débit sélectionné pouvant être pris en charge compte tenu du rapport signal sur bruit mesuré sur le canal aval (sans prendre en considération la résistance aux bruits impulsionnels). Quatre bits sont utilisés pour le numéro d'option, comme pour le signal C-RATES2. Un total de 8 bits est utilisé pour le signal R-RATES2 avec les configurations de bit indiquées dans le Tableau 10-19. Les configurations qui ne figurent pas dans ce tableau sont réservées pour une utilisation future. L'unité ATU-R reviendra dans l'état R-SILENT0 (Recommandation G.994.1) pour effectuer un nouveau conditionnement si aucune des options demandées pendant l'état C-RATES1 ne peut être implémentée. Les 8 bits sont transmis dans un symbole en utilisant la méthode décrite au 10.9.8. L'unité ATU-R passera dans l'état R-CRC4 à la suite de l'état R-RATES2.

Tableau 10-19/G.992.1 – Configuration binaire du signal R-RATES2

Aval	Configuration binaire du signal R-RATES2 (bit le plus significatif en tête)
Option 1	00010001 ₂
Option 2	00100010 ₂
Option 3	01000100 ₂
Option 4	10001000 ₂
Echec de toutes les options	00000000 ₂
NOTE – Les configurations binaires ne figurant pas dans ce tableau sont réservées pour une utilisation future.	

L'unité ATU-R reviendra dans l'état R-SILENT0 (voir Recommandation G.994.1) afin de procéder à un nouveau conditionnement si elle constate qu'aucune des quatre options ne peut être implémentée avec la connexion.

10.9.11 Signal R-CRC4

Le signal R-CRC4 est un contrôle de redondance cyclique permettant la détection d'erreurs de réception du signal R-RATES2 par l'unité ATU-C. Sa relation avec le signal R-RATES2 est la même que celle du signal R-CRC3 avec le signal R-MSG2. L'unité ATU-R reviendra dans l'état R-REVERB5 à la suite de l'état R-CRC4.

10.9.12 Signal R-REVERB5

Le signal R-REVERB5 est le même que le signal R-REVERB3 (voir 10.7.2). La durée du signal R-REVERB5 dépend de l'état de signalisation de l'unité ATU-C et de l'état interne de traitement de l'unité ATU-R avec une valeur maximale de 4000 symboles. L'unité ATU-R émettra le signal R-REVERB5 tant qu'elle n'a pas reçu et contrôlé la fiabilité des informations de bits et de gains amont contenues dans le signal C-B&G. L'unité ATU-R poursuivra l'émission du signal R-REVERB5 pendant 64 symboles après la réception du signal C-CRC5 puis passera dans l'état R-SEGUE4. L'unité ATU-R détectera un débordement de temporisation et reviendra dans l'état R-SILENT0 (voir Recommandation G.994.1) si elle n'a pas détecté tous les signaux de commande dans un laps de temps de 4000 symboles.

10.9.13 Signal R-SEGUE4

Le signal R-SEGUE4 est utilisé pour notifier à l'unité ATU-C que l'unité ATU-R est sur le point de passer dans l'état R-B&G. Le signal R-SEGUE4 est le même que le signal R-SEGUE3 (voir 10.9.1). La durée du signal R-SEGUE4 est de 10 symboles. L'unité ATU-R passera dans l'état R-B&G à la suite de l'état R-SEGUE4.

10.9.14 Signal R-B&G

Le signal R-B&G sera utilisé pour transmettre vers l'unité ATU-C les informations de bits et de gains, $\{b_1, g_1, b_2, g_2, \dots, b_{255}, g_{255}\}$ devant être utilisées pour les sous-porteuses aval. Le bit b_i indique le nombre de bits devant être codés par l'émetteur de l'unité ATU-C sur la sous-porteuse aval de rang i ; le bit g_i indique le facteur de normalisation qui sera appliqué à la sous-porteuse aval de rang i par rapport au gain utilisé pour la même sous-porteuse pour l'émission du signal C-MEDLEY. Les bits b_0, g_0, b_{256} , et g_{256} sont supposés tous nuls parce qu'aucun bit ni aucune énergie ne sera émise pour la composante continue ou pour les tonalités correspondant à la moitié du débit d'échantillonnage. Le bit $b(N_{\text{pilot}})$ sera positionné sur "0" et le bit $g(N_{\text{pilot}})$ sur g_{sync} parce que la sous-porteuse (N_{pilot}) est réservée pour la tonalité pilote. N_{pilot} et g_{sync} sont définis dans les Annexes A, B et C. La valeur g_{sync} représente la normalisation du gain appliqué au symbole de synchronisation.

Chacun des bits b_i sera représenté sous la forme d'un nombre entier de 4 bits, avec des valeurs de b_i comprises entre zéro et le nombre maximal N_{downmax} de bits que l'unité ATU-C s'apprête à moduler sur chaque sous-porteuse, la valeur de N_{downmax} étant fournie par le signal C-MSG1.

Chacun des bits g_i sera représenté sous la forme d'un nombre de 12 bits sans signe avec une virgule binaire implicite située immédiatement à la droite du troisième bit le plus significatif. Un bit g_i avec la représentation binaire 001.01000000_2 (bit le plus significatif en tête) indique, par exemple, que l'unité ATU-C doit utiliser un facteur de normalisation égal à 1,25 pour la porteuse de rang i , de sorte que la puissance de cette dernière se situera à 1,94 dB au-dessus de son niveau pour le signal C-MEDLEY.

Les bits b_i et g_i seront positionnés sur zéro (respectivement 0000_2 et $00000000\ 0000_2$) pour les sous-porteuses sur lesquelles aucune donnée n'est émise et auxquelles le récepteur n'allouera aucun bit (par exemple, des sous-porteuses hors bande). Le bit b_i sera positionné sur zéro et le bit g_i sur une valeur comprise entre 0,19 et 1,33 (000.00110000_2 à 001.01010101_2) pour les sous-porteuses qui

ne véhiculent actuellement pas de données, mais auxquelles le récepteur peut allouer des bits par la suite (par exemple, en cas d'amélioration du rapport signal sur bruit).

Les informations R-B&G seront mappées dans un message m de 4080 bits (510 octets) défini comme suit:

$$m = \{m_{4079}, m_{4078}, \dots, m_1, m_0\} = \{g_{255}, b_{255}, \dots, g_1, b_1\}, \quad (10-11)$$

Les bits b_i et g_i les plus significatifs de l'octet m de rang le plus élevé m_0 étant transmis en premier. Le message m sera transmis dans 510 symboles en utilisant la méthode décrite au 10.9.8.

L'unité ATU-C passera dans l'état R-CRC5 à la suite de l'état R-B&G.

10.9.15 Signal R-CRC5

Le signal R-CRC5 est un contrôle de redondance cyclique permettant la détection d'erreurs de réception du signal R-B&G par l'unité ATU-C. Sa relation avec le signal R-B&G est la même que celle du signal R-CRC3 avec le signal R-MSG2. L'unité ATU-R passera dans l'état R-REVERB6 à la suite de l'état R-CRC5.

10.9.16 Signal R-REVERB6

Le signal R-REVERB6 est le même que le signal R-REVERB3 (voir 10.7.2). Sa durée dépend de l'état de signalisation de l'unité ATU-C et de l'état interne de traitement de l'unité ATU-R, avec une valeur maximale de 4000 symboles. L'unité ATU-R émettra le signal R-REVERB6 tant qu'elle n'a pas détecté la totalité des dix symboles du signal C-SEGUE3, après quoi elle passera dans l'état R-SEGUE5. L'unité ATU-R détectera un débordement de temporisation et reviendra dans l'état R-SILENT0 (voir Recommandation G.994.1) si elle n'a pas détecté le signal C-SEGUE3 dans un laps de temps de 4000 symboles.

10.9.17 Signal R-SEGUE5

Le signal R-SEGUE5 est utilisé pour notifier à l'unité ATU-C que l'unité ATU-R est sur le point de passer dans l'état stable de signalisation R-SHOWTIME. Le signal R-SEGUE5 est le même que le signal R-SEGUE3 (voir 10.9.1). Sa durée est égale à 10 symboles. L'unité ATU-R a terminé son initialisation à la suite de l'état R-SEGUE5 et passera dans l'état R-SHOWTIME.

10.9.18 Détails du déroulement temporel de l'initialisation

Les Figures 10-5 et 10-6 présentent les prescriptions de la séquence d'initialisation, telles qu'elles sont définies aux 10.1 à 10.9. La Figure 10-5 présente la première partie de la séquence d'initialisation allant jusqu'aux états C-MEDLEY et R-MEDLEY. La Figure 10-6 présente le restant de cette séquence.

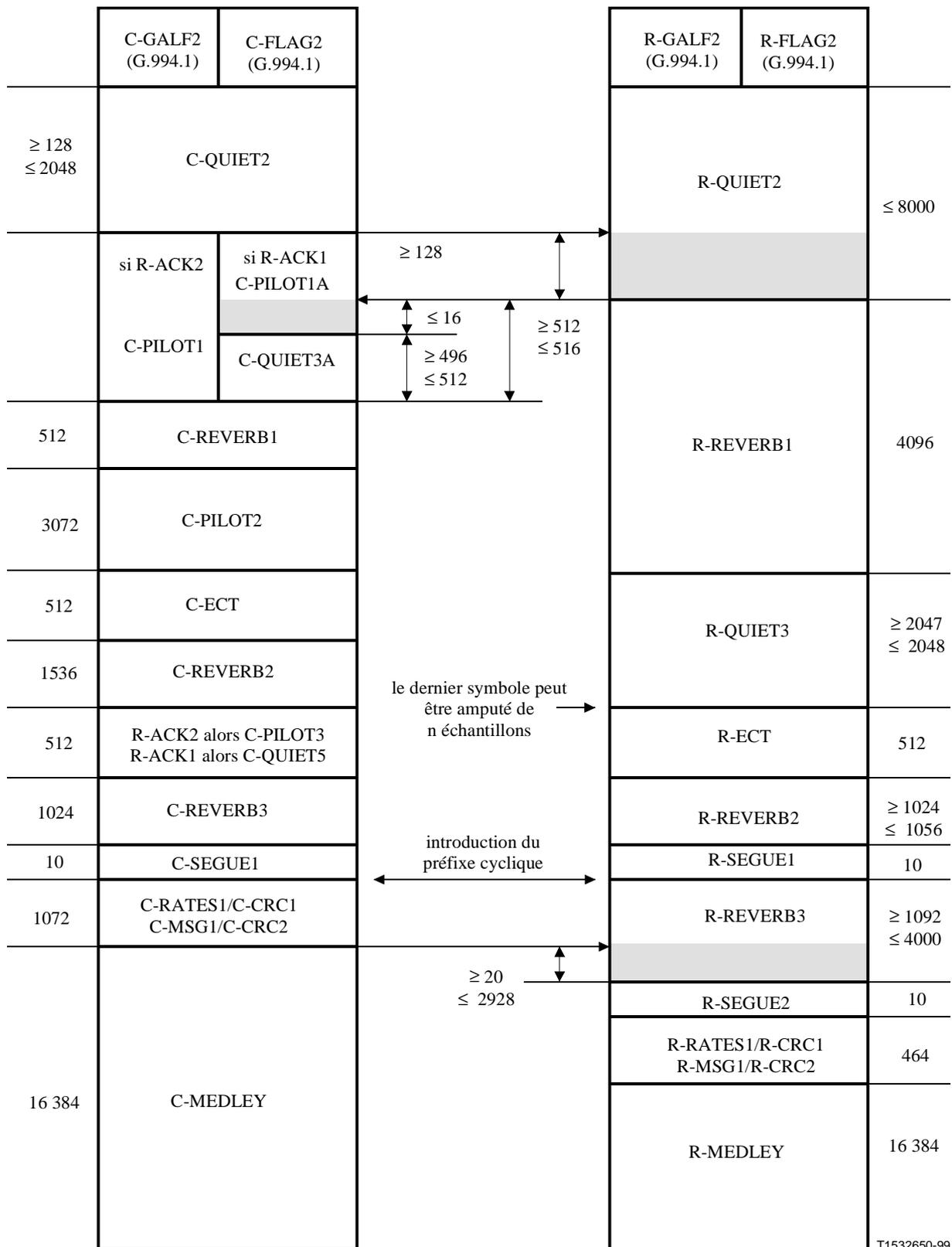


Figure 10-5/G.992.1 – Diagramme temporel de la séquence d'initialisation – Partie 1

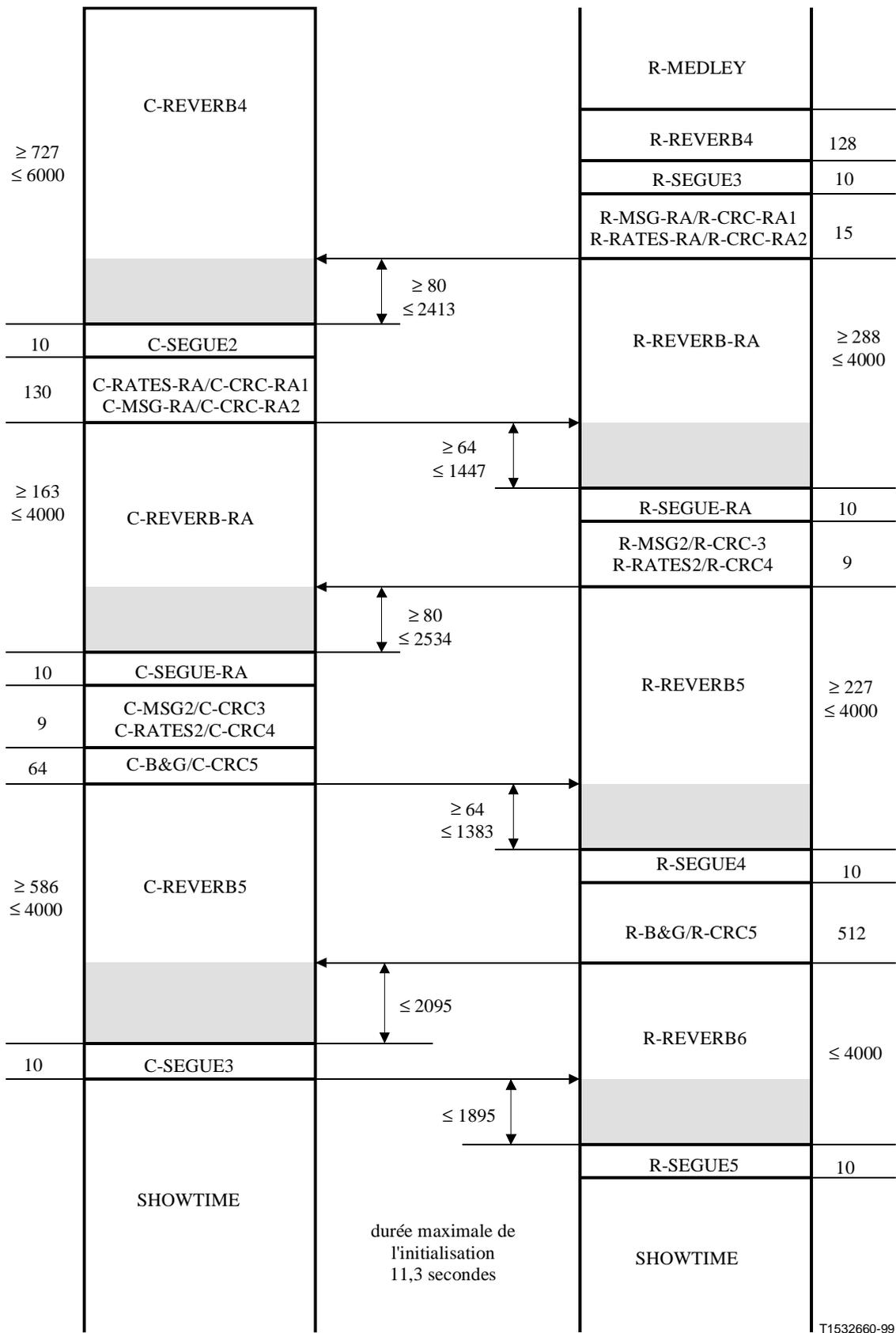


Figure 10-6/G.992.1 – Diagramme temporel de la séquence d'initialisation – Partie 2

11 Adaptation et reconfiguration en ligne du canal AOC

11.1 Le canal de commande de débit supplémentaire (AOC) du système ADSL

Les données du canal AOC sont véhiculées sous la forme d'octets de débit supplémentaire dans la structure de trame ADSL. Le multiplexage effectif de ces octets de débit supplémentaire au sein de la structure de trame dépend du type de trame utilisé (c'est-à-dire, avec débit supplémentaire total ou réduit) et de l'allocation de tout canal support aux tampons de données rapides ou entrelacées (voir 7.4).

11.1.1 En-tête de message AOC

Le type et la longueur du message AOC sont identifiés (à l'exception des accusés de réception) par un en-tête d'un octet. Lorsqu'il se trouve dans l'état "libre", le canal AOC émet un octet "00000000₂" de remplissage et tout message AOC valide commence par un octet non nul. Le Tableau 11-1 récapitule les en-têtes de message AOC valides à l'heure actuelle. L'en-tête AOC "11111111₂" sera détectée, par exemple, dans le cas d'un échange de bits et l'octet de données AOC suivant indiquera si le message est une demande d'accusé de réception d'échange de bits (voir 11.2.5). Un message "impossible d'obtempérer " ("11110000₂") est émis dans le cas où une fonction demandée ne peut pas être fournie par l'unité ATU-C ou ATU-R pour une raison quelconque (par exemple, parce que la valeur b_i demandée est supérieure au nombre maximal de bits pris en charge par tonalité). De nouveaux en-têtes AOC pourront venir s'ajouter à cette liste lorsque de nouveaux messages ou de nouvelles fonctions seront identifiés. Un bloc de valeurs hexadécimales ("1100xxxx₂") est également réservé pour des messages AOC propres aux fournisseurs.

Tableau 11-1/G.992.1 – En-têtes des messages AOC

En-tête	Longueur du message (octets)	Interprétation
00001111 ₂	Non définie	Message de reconfiguration
1100xxxx ₂	Non définie	Message propre au fournisseur
11110000 ₂	1	Message "impossible de s'exécuter" (Note)
11111100 ₂	13	Message de demande d'échange de bits étendu
11111111 ₂	9	Message de demande d'échange de bits
11111111 ₂	3	Message d'accusé de réception d'échange de bits
NOTE – Le message "conformité impossible" se constitue uniquement de l'octet en-tête.		

Les valeurs pour les bits aoc7-aoc0 (bit MSB dans le bit 7, bit LSB dans le bit 0) de l'octet d'en-tête sont indiquées en format binaire (bit MSB à gauche, bit LSB à droite), tels que ces octets sont véhiculés dans l'en-tête (voir 7.4.1.2 et 8.4.1.2). Tous les autres octets du message AOC seront décrits avec les mêmes conventions.

11.1.2 Protocole AOC

Tous les messages AOC seront émis à 5 reprises consécutives (c'est-à-dire, dans 5 messages identiques concaténés sans séparation par des octets de remplissage AOC) afin d'améliorer la sécurité. Un minimum de 20 octets de remplissage sera inséré entre deux groupes consécutifs de cinq messages identiques concaténés.

Une unité ATU-x qui reçoit un message AOC prendra ce message en compte uniquement s'il s'agit du troisième message identique reçu pendant une durée correspondant à 5 de ces messages. L'unité ATU-x n'effectuera aucune action si elle ne reconnaît pas une commande reçue.

11.2 Adaptation en ligne – Echange de bits

L'échange de bits permet à un système ADSL de modifier le nombre de bits assignés à une sous-porteuse ou de modifier l'énergie transmise sur une sous-porteuse sans interrompre le flux de données.

L'une ou l'autre des unités ATU-x peut démarrer un échange de bits; les procédures d'échange sur les canaux amont et aval sont indépendantes et peuvent se dérouler simultanément.

Le rôle d'émetteur dans le protocole d'échange de bits est joué par l'unité ATU-x qui reçoit les données; cette unité émet un message de demande d'échange de bits (étendu ou simple) et reçoit le message d'accusé de réception d'échange de bits. Le rôle de l'émetteur est joué par l'unité ATU-x qui émet les données; cette unité reçoit un message de demande d'échange de bits (étendu ou simple) et émet le message d'accusé de réception d'échange de bits.

Au plus une demande d'échange de bits vers l'aval sera en attente à un instant donné. Un maximum d'une demande d'échange de bits vers l'amont sera en attente à un instant donné.

11.2.1 Canal d'échange de bits

Le processus d'échange de bits utilise le canal AOC décrit au 11.1. Tous les messages d'échange de bits seront émis cinq fois de manière consécutive sur ce canal.

11.2.2 Comptage de supertrame

Les émetteurs-récepteurs coordonnent les échanges de bits de la manière suivante:

- les émetteurs-récepteurs des unités ATU-C et ATU-R démarreront leurs compteurs immédiatement après l'émission des signaux respectifs C-SEGUE3 et R-SEGUE5 (voir 10.8.16 et 10.9.17); cette action marque la transition entre les phases d'initialisation et de fonctionnement dans l'état stable;
- le comptage de supertrame démarre avec la première supertrame émise dans l'état stable SHOWTIME, qui est la supertrame 0;
- chaque émetteur incrémentera son compteur d'une unité après l'émission d'une supertrame ADSL (voir 7.4.1.1);
- chaque récepteur démarrera de même son compteur immédiatement après la réception du signal C-SEGUE3 ou R-SEGUE5 et l'incrémentera après la réception de chaque supertrame;
- le comptage de supertrame s'effectue modulo 256.

La synchronisation des compteurs de supertrame des émetteurs et récepteurs homologues est assurée au moyen du symbole de synchronisation de la structure de trame ADSL. Tout redémarrage qui nécessite un passage de la phase d'initialisation à l'état stable réinitialisera le compteur de supertrame.

11.2.3 Demande d'échange de bits

Le récepteur démarrera un échange de bits en émettant sur le canal AOC une demande d'échange de bits à destination de l'émetteur. Cette demande indique à l'émetteur les sous-porteuses qui doivent être modifiées.

Le Tableau 11-2 présente le format de la demande.

Tableau 11-2/G.992.1 – Format du message de demande d'échange de bits

En-tête du message	Champs 1-4 du message	
{11111111 ₂ } (8 bits)	Commande (8 bits)	Rang du sous-canal (8 bits)

La demande se constitue des 9 octets suivants:

- un en-tête de message AOC contenant huit bits positionnés sur "1";
- les champs de message 1-4 constitués chacun de huit bits de commande et de huit bits pour le rang du sous-canal correspondant. Le Tableau 11-3 donne la liste des commandes de huit bits valides pour le message d'échange de bits. Le rang du canal est un compteur de huit bits correspondant à des valeurs de fréquence de sous-porteuse croissantes à partir de la fréquence la plus basse qui correspond au rang 0. La sous-porteuse 0 ne sera pas utilisée.

Tableau 11-3/G.992.1 – Commandes de demande d'échange de bits

Valeur	Interprétation
00000000 ₂	Aucune action
00000001 ₂	Incrémenter de 1 le nombre de bits alloués
00000010 ₂	Décrémenter de 1 le nombre de bits alloués
00000011 ₂	Augmenter la puissance émise de 1 dB
00000100 ₂	Augmenter la puissance émise de 2 dB
00000101 ₂	Augmenter la puissance émise de 3 dB
00000110 ₂	Diminuer la puissance émise de 1 dB
00000111 ₂	Diminuer la puissance émise de 2 dB
00001xxx ₂	Réservé pour les commandes propres aux fournisseurs

Les messages de demande d'échange de bits (en-tête et champs de message) seront émis cinq fois de manière consécutive.

Les nouvelles valeurs de g_i pour une mise à jour de g_i de Δ dB seront calculées au moyen de la formule suivante afin d'éviter une divergence entre les unités ATU-C et ATU-R après un certain nombre d'échanges de bits:

$$g_i' = (1/512) \times \text{arrondi}(512 \times g_i \times 10^{\exp(\Delta/20)}) \quad (11-1)$$

11.2.4 Demande d'échange de bits étendue

Toute action d'adaptation en ligne peut être codée dans une demande d'échange de bits étendue. Comme toutefois un bit unique n'est pas autorisé sur une sous-porteuse, une demande d'échange de bits étendue avec 6 champs sera utilisée pour faire passer le nombre de bits d'une sous-porteuse de 2 à 0 ou de 0 à 2. Le format de cette demande d'échange de bits est comparable à celui de la demande d'échange de bits (11.2.3), mais avec un nombre de champs de messages étendu à 6 et avec un en-tête de message différent. Le Tableau 11-4 décrit le format de la demande.

Tableau 11-4/G.992.1 – Format du message de demande d'échange de bits étendue

En-tête du message	Champs 1-6 du message	
{11111100 ₂ } (8 bits)	Commande (8 bits)	Rang du sous-canal (8 bits)

Le récepteur démarrera un échange de bits par l'émission d'un message de demande d'échange de bits étendu à destination de l'émetteur. Cette demande indique à l'émetteur les sous-porteuses devant être modifiées. Le message de demande d'échange de bits contiendra les 13 bits suivants:

- un en-tête de message étendu de demande d'échange de bits contenant les bits {11111100₂};
- les champs de message 1-6 définis comme au 11.2.3.

Le récepteur utilisera deux champs de message identiques pour demander une augmentation de 0 à 2 ou une diminution de 2 à 0 du nombre de bits sur une sous-porteuse, conformément aux commandes autorisées pour l'échange de bits définies dans le Tableau 11-2.

La demande d'échange de bits étendue est transmise cinq fois de manière consécutive.

11.2.5 Accusé de réception d'échange de bits

NOTE – L'expression "échange de bits" sera utilisée ci-dessous pour faire référence à un échange de bits normal ou étendu.

L'émetteur enverra un message d'accusé de réception d'échange de bits dans un délai de 400 ms après la réception du message de demande d'échange de bits, avec le contenu suivant:

- un en-tête de message d'accusé de réception d'échange de bits "11111111₂";
- un champ de message est constitué d'une commande d'accusé de réception d'échange de bits d'une longueur de huit bits, suivie d'une valeur de compteur de supertrame de huit bits. La commande d'accusé de réception sera codée "11111111₂"; la valeur du compteur indique le moment d'effectuer l'échange de bits. Cette valeur sera supérieure d'au moins 47 unités à celle du compteur au moment de la réception de la demande (correspondant à une durée d'attente minimale de 800 ms). La ou les nouvelles tables de bits et/ou de puissance transmises commenceront avec la première trame (trame 0) d'une supertrame ADSL une fois que la valeur spécifiée pour le compteur de supertrame a été atteinte. Ceci signifie que si la valeur du compteur de supertrame d'échange de bits est égale à n , la nouvelle table (ou les nouvelles tables) prendront effet à partir de la trame 0 de la supertrame ADSL de rang $(n+1)$.

Voir le Tableau 11-5.

Tableau 11-5/G.992.1 – Format de l'accusé de réception d'échange de bits

En-tête de message	Commande d'accusé de réception	Valeur du compteur d'échange de bits de supertrame
{11111111 ₂ } (8 bits)	11111111 ₂ (8 bits)	(8 bits)

L'accusé de réception d'échange de bits est transmis cinq fois de manière consécutive.

11.2.6 Echange de bits – Récepteur

Le récepteur démarrera une temporisation de 500 ms ± 20 ms lorsqu'il émet un message de demande d'échange de bits. Il émettra une nouvelle demande (avec les mêmes paramètres) si aucune réponse n'est reçue avant l'écoulement de la temporisation. L'émetteur se préparera pour un échange de bits à l'instant spécifié dans le message d'accusé de réception si, et seulement si, un tel message a été reçu avant la fin de la temporisation.

Le message d'échange de bits sera transmis au moment de l'écoulement de la temporisation. Toutefois, après un certain nombre d'essais infructueux (dépendant de l'implémentation), le récepteur procédera à des actions de rétablissement pour l'échange de bits; ces actions sont à la discrétion du fournisseur.

Le récepteur attendra ensuite jusqu'à ce que la valeur du compteur de supertrame atteigne la valeur indiquée dans le message d'accusé de réception d'échange de bit et procédera alors aux actions énoncées ci-dessous à partir de la trame 0 de la supertrame ADSL suivante:

- modification des assignations de bits pour les sous-porteuses adéquates et remise en ordre des tonalités en fonction de ces nouvelles assignations;
- mise à jour des paramètres adéquats des sous-porteuses concernées afin de tenir compte des modifications de leur niveau d'émission.

NOTE – Une nouvelle demande d'échange de bits ne sera émise qu'après la fin de l'échange de bits précédent ou après un écoulement de la temporisation $500 \text{ ms} \pm 20 \text{ ms}$ pendant l'attente d'un accusé de réception d'échange de bits.

11.2.7 Echange de bits – Emetteur

Une fois qu'il a émis l'accusé de réception d'échanges de bits, l'émetteur attendra jusqu'à ce que le compteur de supertrame atteigne la valeur spécifiée dans l'accusé de réception d'échange de bits et procédera ensuite aux actions énumérées comme suit à partir de la trame 0 de la supertrame ADSL suivante:

- modification des assignations de bits pour les sous-porteuses adéquates et remise en ordre des tonalités en fonction de ces nouvelles assignations;
- modification des niveaux d'émission des sous-porteuses adéquates en utilisant le facteur souhaité.

Si l'émetteur reçoit un nouveau message de demande d'échange de bits pendant qu'il est en attente, il interrompra alors immédiatement son attente et mettra à jour le compteur de supertrame pour l'échange de bits conformément au nouveau message. Il redémarrera le processus pour le nouveau message de demande d'échange de bits en admettant que ce message équivaut au précédent.

ANNEXE A

Prescriptions spécifiques pour un système ADSL fonctionnant au-dessus de la bande de fréquences de la téléphonie classique

La présente annexe spécifie ceux des paramètres du système ADSL qui n'ont pas été définis dans le corps de la présente Recommandation parce qu'ils concernent uniquement un service ADSL fonctionnant en partage de fréquence avec un service de téléphonie classique.

A.1 Caractéristiques fonctionnelles de l'unité ATU-C (se rapporte au paragraphe 7)

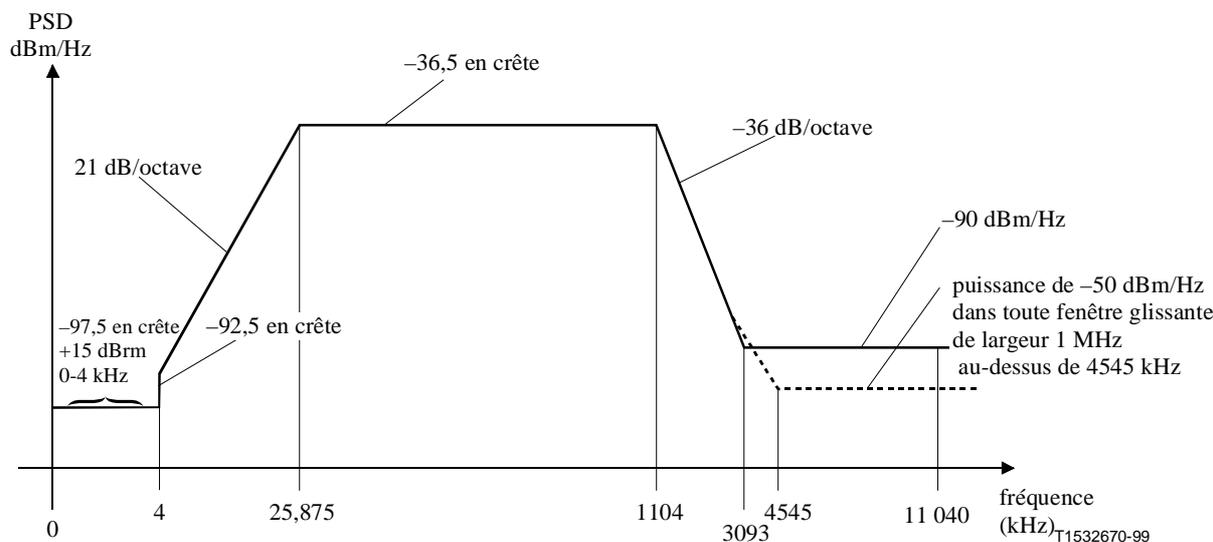
A.1.1 Sous-porteuse pilote (complète le 7.11.1.2)

La fréquence pilote aval sera égale à 276 kHz, correspondant à la valeur $n_{C\text{-PILOT}} = 64$.

A.1.2 Enveloppe spectrale pour la transmission aval de l'unité ATU-C (remplace le 7.14)

La bande de 25 à 1104 kHz à laquelle il est fait référence est la plus large possible (utilisée pour un système ADSL implémenté au-dessus d'un service de téléphonie classique avec recouvrement de spectre). Les limites définies pour cette bande s'appliquent également à toute bande plus étroite utilisée.

La Figure A.1 présente l'enveloppe spectrale du signal émis. La bande affaiblie aux fréquences basses correspond à la téléphonie classique, la bande affaiblie aux fréquences hautes correspond aux fréquences supérieures à 1104 kHz.



Bande de fréquences f (kHz)	Equation de la droite (dBm/Hz)
$0 < f < 4$	-97,5, avec une puissance maximale de +15 dBm dans la bande 0-4 kHz
$4 < f < 25,875$	$-92,5 + 21 \times \log_2 (f/4)$
$25,875 < f < 1104$	-36,5
$1104 < f < 3093$	$-36,5 - 36 \times \log_2 (f/1104)$
$3093 < f < 4545$	-90 en crête, avec une puissance maximale de $(-36,5 - 36 \times \log_2 (f/1104) + 60)$ dBm dans la fenêtre $[f, f + 1 \text{ MHz}]$
$4545 < f < 11\ 040$	-90 en crête, avec une puissance maximale de -50 dBm dans la fenêtre $[f, f + 1 \text{ MHz}]$

NOTE 1 – Toutes les mesures de densité PSD se font sur une impédance de 100 Ω ; la mesure de la puissance totale dans la bande de téléphonie classique se fait sur une impédance de 600 Ω .

NOTE 2 – Les valeurs de fréquence et de densité PSD sont exactes, les valeurs indiquées pour les pentes sont approchées.

NOTE 3 – La densité PSD de crête au-dessus de 25,875 kHz sera mesurée avec une résolution de largeur de bande de 10 kHz.

NOTE 4 – La puissance dans une fenêtre glissante de largeur 1 MHz est mesurée dans une bande de 1 MHz de large à partir de la fréquence de mesure.

NOTE 5 – La discontinuité de l'enveloppe de densité PSD à 4 kHz est destinée à préserver les performances du protocole V.90. Cette enveloppe se prolongeait initialement avec une pente de 21 dB/octave en dessous de 4 kHz pour atteindre un plancher de -97,5 dBm/Hz à 3400 Hz. On a constaté que ceci pouvait avoir un effet sur les performances du protocole V.90, de sorte que le plancher a été étendu à 4 kHz.

NOTE 6 – Toutes les mesures de densité PSD et de puissance se feront au niveau de l'interface U-C (se référer à la Figure 1-1); les signaux fournis au RTPC sont spécifiés dans l'Annexe E.

Figure A.1/G.992.1 – Enveloppe spectrale de la densité PSD de l'émetteur de l'unité ATU-C

A.1.2.1 Densité PSD et réponse dans la bande passante

La densité PSD moyenne utilisée dans la bande passante ne sera pas supérieure à la valeur de -40 dBm/Hz diminuée de la réduction de la puissance (voir 10.4.5.1); la limite basse de la bande passante qui dépend du service et de l'option de duplexage utilisée est laissée au choix du constructeur; la limite haute dépend de l'état du signal pouvant se trouver en phase d'initialisation (voir A.1.2.3.1) ou dans l'état stable (voir A.1.2.3.3).

La fluctuation dans la bande passante ne sera pas supérieure à +3,5 dB; la valeur maximale de la densité PSD de $(-40 - 2n_{\text{PCB}} + 3,5)$ dBm/Hz s'applique à la totalité de la bande passante entre 25 kHz et 1104 kHz.

La variation du retard de groupe dans la bande passante ne dépassera pas 50 μs .

A.1.2.2 Densités PSD dans la bande affaiblie

A.1.2.2.1 Coupure des fréquences basses dans la bande affaiblie

La puissance totale dans la bande vocale (de 0 à 4 kHz) ne sera pas supérieure à +15 dB_{rn} (se référer à la Recommandation G.996.1 en ce qui concerne la méthode de mesure).

La densité PSD maximale dans la bande de transition de 4 kHz à 25,875 kHz est représentée par une droite allant de la valeur de $-92,5$ dBm/Hz, immédiatement au-dessus de 4 kHz, à la valeur de $-36,5$ dBm/Hz à 25,875 kHz sur une échelle logarithmique, soit une pente de $(-92,5 + 21 \times \log(f/4)/\log(2))$ dBm/Hz.

A.1.2.2.2 Coupure des fréquences hautes dans la bande affaiblie

La densité PSD décroîtra avec une pente supérieure à 36 dB/octave depuis une valeur égale à $(-40 + 3,5 - 2n_{\text{PCB}})$ dBm/Hz pour la limite basse de la bande (1,104 MHz) jusqu'à une valeur égale à -90 dBm/Hz à 3,093 MHz. La densité PSD ne sera pas supérieure à -90 dBm/Hz au-dessus de 3,093 MHz. En outre, la puissance mesurée dans toute fenêtre glissante de largeur 1 MHz au-dessus de 4,545 MHz ne sera pas supérieure à -50 dBm.

A.1.2.3 Densité PSD et niveau de puissance totale en émission

Il existe trois enveloppes de densité PSD différentes pour le signal émis par l'unité ATU-C en fonction du type de ce signal. La puissance mesurée dans la bande vocale au niveau de l'interface U-C et injectée au niveau de l'interface du réseau téléphonique public commuté (RTPC) sera conforme dans tous les cas à la spécification donnée dans le A.1.2.2.1.

La puissance émise par l'unité ATU-C est limitée par les prescriptions de ce sous-paragraphe. On admettra par ailleurs que le système ADSL se conformera aux prescriptions nationales concernant les niveaux d'émission électromagnétique.

A.1.2.3.1 Signaux d'initialisation à partir du signal C-REVERB1 (à l'exception du signal C-ECT)

La densité PSD nominale dans la bande de 25,875 à 1104 kHz sera fixée à -40 dBm/Hz pour une puissance totale émise inférieure ou égale à 20,4 dBm. La densité PSD nominale sera fixée à un niveau égal à $-40 - 2n_{\text{PCB}}$ dBm/Hz, comme décrit au 10.4.5.1, si des mesures de la puissance amont indiquent qu'une réduction de puissance est nécessaire.

Toutes les sous-porteuses de rang i à 255 seront transmises pendant les signaux C-REVERB et C-SEGUE, la valeur de i étant au choix du fournisseur (voir A.1.2.1). Une ou plusieurs de ces sous-porteuses peuvent toutefois ne pas être transmises, au choix du fournisseur, pendant la durée du signal C-MEDLEY.

La densité PSD émise maximale ne sera pas supérieure de plus de 1 dB au niveau de densité PSD nominal, afin de prendre en compte les caractéristiques de filtres réels (par exemple, les fluctuations de bande passante et les coupures progressives dans la bande de transition). Il s'ensuit que la densité PSD émise maximale ne sera pas supérieure à $-39 - 2n_{\text{PCB}}$ dBm/Hz.

A.1.2.3.2 Signal C-ECT

La spécification de densité PSD sera interprétée uniquement comme une valeur maximale pour le signal C-ECT, étant donné que ce dernier est défini par le fournisseur (voir 10.4.7). Ce niveau maximal est égal à $-39 - 2n_{\text{PCB}}$ dBm/Hz pour la bande de 25,875 à 1104 kHz. Les sous-porteuses de rang 1 à 5 peuvent être utilisées, mais la puissance injectée au niveau de l'interface du RTPC se conformera à la spécification donnée au A.1.2.2.1.

A.1.2.3.3 Signal de données dans l'état stable

La densité PSD nominale dans la bande de 25,875 à 1104 kHz sera fixée à -40 dBm/Hz. La puissance totale nominale sera fixée à $-3,65 + 10\log(ncdown)$ dBm, $ncdown$ étant le nombre de sous-porteuses utilisées (c'est-à-dire, avec $b_i > 0$); ceci correspond à une valeur de 20,4 dBm si toutes les sous-porteuses sont utilisées. La densité PSD en émission et la puissance totale peuvent toutefois être modifiées par rapport à leurs valeurs nominales dans les circonstances suivantes:

- une réduction de puissance peut être appliquée pour faire passer le niveau de la puissance PSD nominale à $-40 - 2n_{\text{PCB}}$ dBm/Hz (voir 10.4.5.1);
- la table de bits et de gains (reçue de l'unité ATU-R pendant l'initialisation et éventuellement mise à jour par échange de bits – voir R-B&G aux 10.9.14 et 11.2) peut n'allouer aucun bit à certaines sous-porteuses et régler de manière fine (c'est-à-dire, dans un domaine de $-14,5$ à $+2,5$ dB) la densité PSD émise pour d'autres sous-porteuses afin d'égaliser les taux d'erreurs prévus pour chacune d'elles;
- les niveaux de densité PSD émis pour les sous-porteuses non utilisées (c'est-à-dire, avec $b_i = 0$) sont au choix du fournisseur. La densité PSD maximale émise pour ces sous-porteuses est spécifiée dans les alinéas b) et c) ci-dessous.

La densité PSD émise maximale ne sera pas supérieure de plus de 1 dB au niveau de densité PSD nominal avec réglage fin, afin de prendre en compte les caractéristiques de filtres réels (par exemple, les fluctuations de bande passante et les coupures progressives dans la bande de transition). Il s'ensuit que la densité PSD émise maximale ne sera pas supérieure à $-36,5 - 2n_{\text{PCB}}$ dBm/Hz.

La densité PSD en émission de chaque sous-porteuse est définie comme suit:

- a) l'unité ATU-C émettra les sous-porteuses avec ($b_i > 0$) en utilisant des niveaux de densité PSD égaux à ceux spécifiés par le gain g_i (par exemple, avec le niveau du signal C-MEDLEY si $g_i = 1$). La puissance totale transmise par ces sous-porteuses ne sera pas supérieure de plus de 0,7 dB à la valeur $-3,65 + 10\log(ncdown_1) - 2n_{\text{PCB}}$ dBm, $ncdown_1$ étant le nombre de ces sous-porteuses (c'est-à-dire, avec $b_i > 0$);
- b) il est recommandé, pour les sous-porteuses avec ($b_i = 0$ et $g_i > 0$), que l'émetteur de l'unité ATU-C utilise des niveaux de densité PSD égaux à ceux spécifiés par le gain g_i (par exemple, avec le niveau du signal C-MEDLEY si $g_i = 1$), avec un point de constellation de modulation 4-QAM (pouvant varier d'un symbole à l'autre). Le récepteur de l'unité ATU-R ne peut faire aucune hypothèse au sujet du niveau de densité PSD de ces sous-porteuses. Les niveaux de densité PSD émis pour ces sous-porteuses ne seront pas supérieurs au niveau de densité PSD du signal C-REVERB1 augmenté de la quantité $+ 10\log(g_i^2)$ dB. La puissance totale transmise par ces $ncdown_2$ sous-porteuses (avec $b_i = 0$ et $g_i > 0$) ne sera pas supérieure à $-3,65 + 10\log(ncdown_2) - 2n_{\text{PCB}}$ dBm;
- c) il est recommandé que l'émetteur de l'unité ATU-C ne transmette aucune puissance pour les sous-porteuses avec ($b_i = 0$ et $g_i = 0$). Le récepteur de l'unité ATU-R ne peut faire aucune hypothèse au sujet du niveau de densité PSD de ces sous-porteuses. Les niveaux de densité PSD émis pour les sous-porteuses avec $g_i = 0$ seront au minimum inférieurs de 10 dB au

niveau de référence de densité PSD en émission du symbole de synchronisation, si leur rang est inférieur à celui de la sous-porteuse la plus basse utilisée (plus petit indice i tel que $b_i > 0$); ils seront inférieurs au niveau de référence de la densité PSD du symbole de synchronisation en émission si leur rang est supérieur à celui de la sous-porteuse la plus basse utilisée.

La puissance totale transmise dans la bande de 25,875 à 1104 kHz ne sera pas supérieure à $20,4 - 2n_{\text{PCB}}$ dBm, ce qui équivaut à une densité PSD moyenne émise qui n'est pas supérieure à $-40 - 2n_{\text{PCB}}$ dBm/Hz.

Il est recommandé que les valeurs de g_i pour les sous-porteuses dont $g_i > 0$ soient comprises entre $\pm 2,5$ dB par rapport à g_{sync} , pendant l'initialisation et les permutations de bits ultérieures, afin d'éviter des brouillages cyclostationnaires dus au symbole de synchronisation.

A.1.2.3.4 Symbole de synchronisation

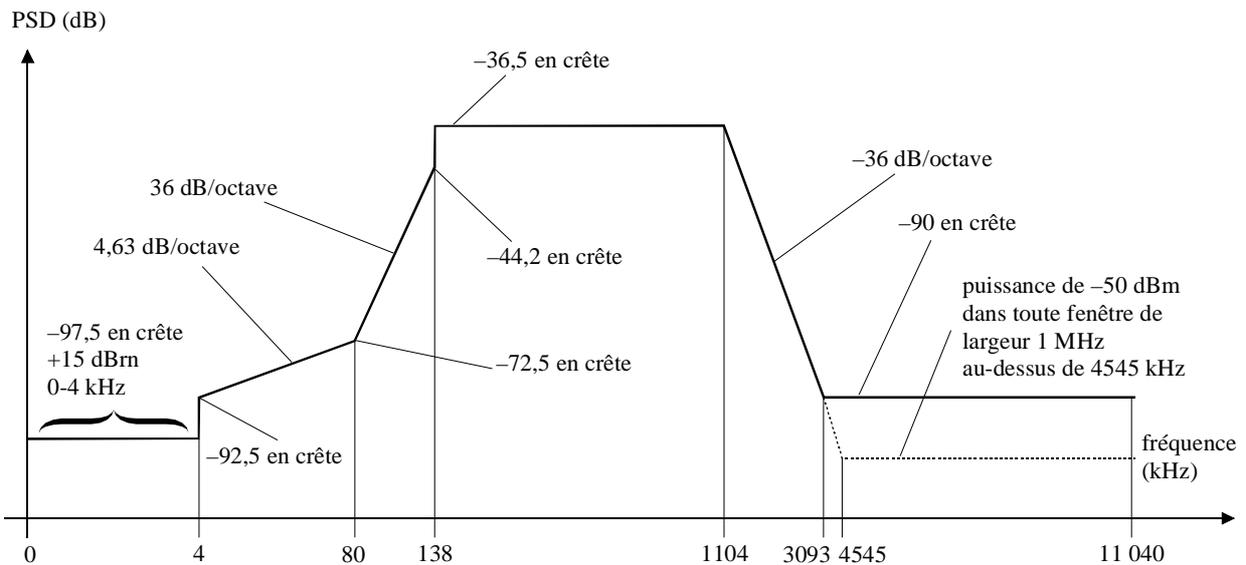
Au moment de l'initialisation, le niveau de référence de densité PSD en émission symbole de synchronisation doit être mis à $-40 - 2n_{\text{PCB}} + 10\log(g_{\text{sync}}^2)$ dBm/Hz, g_{sync}^2 étant définie comme la valeur moyenne de g_i^2 sur les sous-porteuses utilisées (c'est-à-dire $b_i > 0$). Le niveau de référence de densité PSD en émission du symbole de synchronisation ne sera pas mis à jour avec des modifications de gain de sous-porteuses utilisées pendant le signal SHOWTIME.

Le niveau de densité PSD émis pour les sous-porteuses avec $g_i > 0$ sera le niveau de référence de densité PSD en émission du symbole de synchronisation. Les niveaux de densité PSD émis pour les sous-porteuses avec $g_i = 0$ seront au minimum inférieurs de 10 dB au niveau de densité PSD en émission du symbole de synchronisation, si leur rang est inférieur à celui de la sous-porteuse la plus basse utilisée (plus petit indice i tel que $b_i > 0$); ils seront inférieurs au niveau de la densité PSD émise si leur rang est supérieur à celui de la sous-porteuse la plus basse utilisée.

La densité PSD émise pour un symbole de synchronisation diffère de celle émise pour des symboles de données du fait que les gains g_i s'appliquent uniquement à ces derniers. Les gains g_i sont calculés pour des constellations à points multiples en vue d'égaliser les taux d'erreurs prévisionnels sur toutes les sous-porteuses et sont de ce fait sans intérêt pour les sous-porteuses avec modulation 4-QAM utilisées pour le symbole de synchronisation.

A.1.3 Enveloppe de densité PSD d'émetteur d'unité ATU-C permettant de réduire la paradiaphonie

La Figure A.2 définit une enveloppe spectrale pour le signal émis par l'unité ATU-C qui conduit à une réduction de la paradiaphonie (NEXT) dans la bande amont de la ligne ADSL, par rapport à l'enveloppe définie au A.1.2. Le respect de cette enveloppe spectrale conduit dans de nombreux cas à une amélioration des performances amont des autres systèmes ADSL utilisant le même câble ou un câble adjacent, l'amélioration étant fonction des autres sources d'interférence. Cette enveloppe ne diffère de celle du A.1.2 que dans la bande de 4 kHz à 138 kHz.



T1532680-99

Bande de fréquences f (kHz)	Equation de la droite (dBm/Hz)
$0 < f < 4$	-97,5, avec une puissance maximale de +15 dBm dans la bande 0-4 kHz
$4 < f < 80$	$-92,5 + 4,63 \times \log_2 (f/4)$
$80 < f < 138$	$-72,5 + 36 \times \log_2 (f/80)$
$138 < f < 1104$	-36,5
$1104 < f < 3093$	$-36,5 - 36 \times \log_2 (f/1104)$
$3093 < f < 4545$	-90 en crête, avec une puissance maximale de $(-36,5 - 36 \times \log_2 (f/1104) + 60)$ dBm dans la fenêtre $[f, f + 1 \text{ MHz}]$
$4545 < f < 11\ 040$	-90 en crête, avec une puissance maximale de -50 dBm dans la fenêtre $[f, f + 1 \text{ MHz}]$

NOTE 1 – Toutes les mesures de densité PSD se font sur une impédance de 100 Ω ; la mesure de la puissance totale dans la bande de téléphonie classique se fait sur une impédance de 600 Ω .

NOTE 2 – Les valeurs de fréquence et de densité PSD sont exactes, les valeurs indiquées pour les pentes sont approchées.

NOTE 3 – La densité PSD de crête au-dessus de 25,875 kHz sera mesurée avec une résolution de largeur de bande de 10 kHz.

NOTE 4 – La puissance dans une fenêtre glissante de largeur 1 MHz est mesurée dans une bande de 1 MHz de large à partir de la fréquence de mesure.

NOTE 5 – La discontinuité de l'enveloppe de densité PSD à 4 kHz est destinée à préserver les performances du protocole V.90. Cette enveloppe se prolongeait initialement avec une pente de 21 dB/octave en dessous de 4 kHz pour atteindre un plancher de -97,5 dBm/Hz à 3400 Hz. On a constaté que ceci pouvait avoir un effet sur les performances du protocole V.90, de sorte que le plancher a été étendu à 4 kHz.

NOTE 6 – Toutes les mesures de densité PSD et de puissance se feront au niveau de l'interface U-C (se référer à la Figure 1-1); les signaux fournis au RTPC sont spécifiés dans l'Annexe E.

Figure A.2/G.992.1 – Enveloppe de la densité PSD de l'émetteur ATU-C pour une réduction de la paradiaphonie

A.2 Unité ATU-R (voir le paragraphe 8)

A.2.1 Modulation par la transformation de Fourier discrète inverse (voir 8.11.2)

La transformation de modulation définit la relation entre les 64 valeurs réelles x_n et la transformée Z_i .

$$x_n = \sum_{i=0}^{63} \exp\left(\frac{j\pi ni}{32}\right) Z_i \quad (\text{A-1})$$

Le codeur et la normalisation fournissent uniquement 31 valeurs complexes de Z_i (avec en plus une valeur nulle pour la composante continue et une valeur réelle si la fréquence de Nyquist est utilisée). Pour générer des valeurs réelles x_n , on complètera les valeurs de Z_i de sorte que le vecteur Z présente une symétrie hermitique. Ceci signifie que

$$Z_i = \text{conj}[Z_{64-i}] \text{ pour } i = 33 \text{ à } 63 \quad (\text{A-2})$$

A.2.2 Symbole de synchronisation (complète le 8.11.3)

La configuration de données utilisée dans le symbole de synchronisation sera la séquence pseudo-aléatoire PRU (d_n , pour $n = 1$ à 64) définie de la manière suivante:

$$d_n = 1 \quad \text{pour } n = 1 \text{ à } 6 \quad (\text{A-3})$$

$$d_n = d_{n-5} \oplus d_{n-6} \quad \text{pour } n = 7 \text{ à } 64 \quad (\text{A-4})$$

Les bits sont utilisés de la manière suivante: le premier couple de bits (d_1 et d_2) est utilisé pour les sous-porteuses de composante continue et de Nyquist (la puissance qui leur est assignée est évidemment nulle, de sorte qu'elles sont ignorées en réalité); les premier et deuxième bits des couples suivants sont utilisés pour définir les valeurs de X_i et Y_i pour $i = 1$ à 31, comme indiqué par le Tableau 7-13.

La période de la séquence PRU est de 63, de sorte que $d_{64} = d_1$.

Les bits d_1 à d_{96} sont réinitialisés pour chaque symbole, de sorte que tous les symboles du signal R-REVERB1 utilisent les mêmes données.

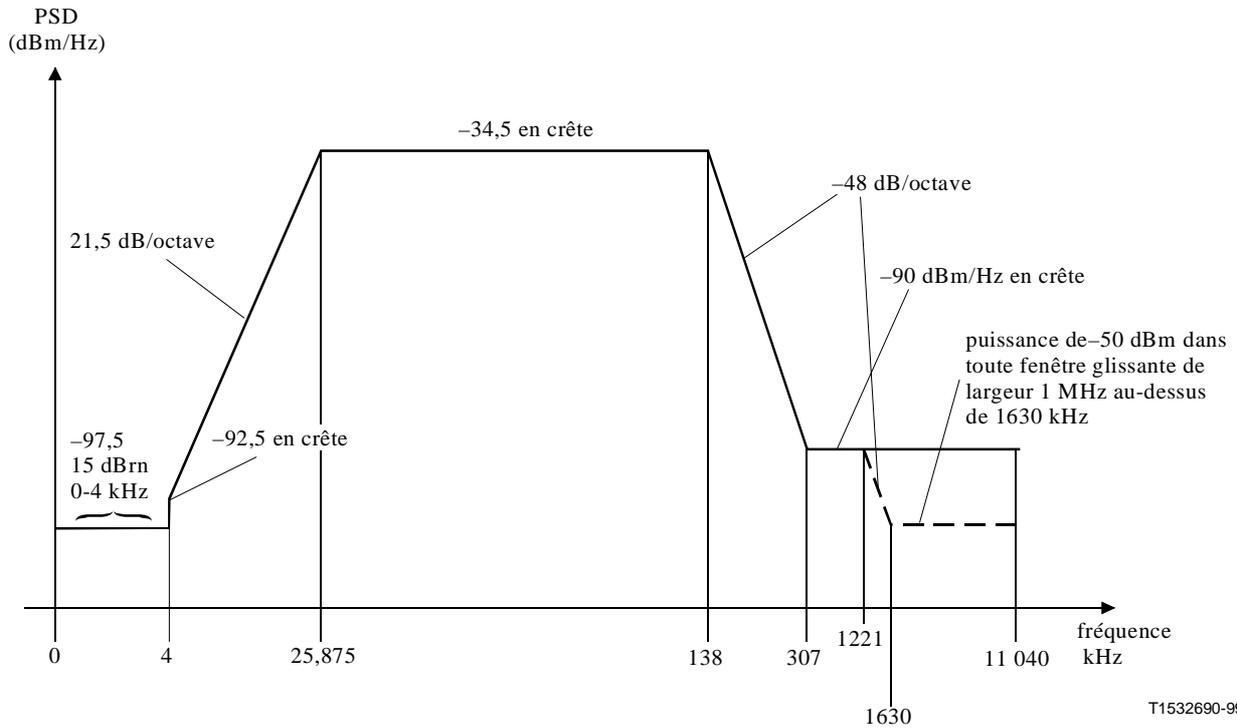
A.2.3 Préfixe cyclique (remplace le 8.12)

Le préfixe cyclique sera utilisé pour tous les symboles à partir du segment C-REVERB3 de la séquence d'initialisation, telle qu'elle est définie au 10.7.2.

Les 4 derniers échantillons de sortie de la transformation IDFT (x_k pour $k = 60$ à 63) seront placés en tête du bloc de 64 échantillons et envoyés de manière séquentielle au convertisseur N/A. Ceci signifie que la succession des rangs des k échantillons sera 60...63, 0...63.

A.2.4 Enveloppe spectrale de l'émetteur de l'unité ATU-R (remplace le 8.14)

La Figure A.3 présente l'enveloppe de densité PSD du signal émis. La bande passante est définie par le domaine des fréquences d'émission du modem, qui peut être plus étroit que le domaine de 25,875 à 138 kHz représenté dans la figure. La bande affaiblie aux basses fréquences correspond à la bande vocale.



Bande de fréquences f (kHz)	Equation de la droite (dBm/Hz)
$0 < f < 4$	-97,5, avec une puissance maximale de +15 dBm dans la bande 0-4 kHz
$4 < f < 25,875$	$-92,5 + 21 \times \log_2 (f/4)$
$25,875 < f < 138$	-34,5
$138 < f < 307$	$-34,5 - 48 \times \log_2 (f/138)$
$307 < f < 1221$	-90
$1221 < f < 1630$	-90 en crête, avec une puissance maximale de $(-90 - 48 \times \log_2 (f/1221) + 60)$ dBm dans la fenêtre $[f, f + 1 \text{ MHz}]$
$1630 < f < 11\ 040$	-90 en crête, avec une puissance maximale de -50 dBm dans la fenêtre $[f, f + 1 \text{ MHz}]$

NOTE 1 – Toutes les mesures de densité PSD se font sur une impédance de 100 Ω ; la mesure de la puissance totale dans la bande de téléphonie classique se fait sur une impédance de 600 Ω .

NOTE 2 – Les valeurs de fréquence et de densité PSD sont exactes, les valeurs indiquées pour les pentes sont approchées.

NOTE 3 – La densité PSD de crête au-dessus de 25,875 kHz sera mesurée avec une résolution de largeur de bande de 10 kHz.

NOTE 4 – La puissance dans une fenêtre glissante de largeur 1 MHz est mesurée dans une bande de 1 MHz de large à partir de la fréquence de mesure.

NOTE 5 – La discontinuité de l'enveloppe de densité PSD à 4 kHz est destinée à préserver les performances du protocole V.90. Cette enveloppe se prolongeait initialement avec une pente de 21,5 dB/octave en dessous de 4 kHz pour atteindre un plancher de -97,5 dBm/Hz à 3400 Hz. On a constaté que ceci pouvait avoir un effet sur les performances du protocole V.90, de sorte que le plancher a été étendu à 4 kHz.

NOTE 6 – Toutes les mesures de densité PSD et de puissance se feront au niveau de l'interface U-C (se référer à la Figure 1-1); les signaux fournis au RTPC sont spécifiés dans l'Annexe E.

Figure A.3/G.992.1 – Enveloppe de la densité PSD de l'émetteur de l'unité ATU-R

A.2.4.1 Densité PSD et réponse dans la bande passante

La densité PSD moyenne utilisée dans la bande passante ne sera pas supérieure à -38 dBm/Hz; la limite haute de cette bande passante dépend de l'état du signal qui peut se trouver dans la phase d'initialisation (voir A.2.4.3.1) ou dans l'état stable (voir A.2.4.3.3).

La fluctuation dans la bande passante ne sera pas supérieure à +3,5 dB; la valeur maximale de la densité PSD de -34,5 dBm/Hz s'applique à la totalité de la bande passante entre 25 kHz et 138 kHz.

La variation du retard de groupe dans la bande passante ne dépassera pas 50 µs.

A.2.4.2 Densités PSD dans la bande affaiblie

A.2.4.2.1 Coupure des fréquences basses dans la bande affaiblie

La puissance totale dans la bande vocale (0 Hz à 4 kHz) ne sera pas supérieure à +15 dBm (se référer à la Recommandation G.996.1 en ce qui concerne la méthode de mesure).

La densité PSD maximale dans la bande de transition de 4 kHz à 25,875 kHz est représentée par une droite sur une échelle logarithmique allant de -92,5 dBm/Hz, immédiatement au-dessus de 4 kHz, à -34,5 dBm/Hz à 25,875 kHz, soit une pente de $(-92,5 + 21,5 \times \log(f/4)/\log(2))$ dBm/Hz.

A.2.4.2.2 Coupure des fréquences hautes dans la bande affaiblie

La densité PSD décroîtra avec une pente supérieure à 48 dB/octave depuis une valeur de $(-38 \text{ dBm/Hz} + 3,5 \text{ dB})$ pour la limite basse de la bande (138 kHz) jusqu'à une valeur de -90 dBm/Hz à 307 kHz. En outre, la puissance mesurée dans toute fenêtre glissante de largeur 1 MHz entre 1630 kHz et 11,04 MHz ne sera pas supérieure à -50 dBm.

A.2.4.3 Densité PSD en émission et niveau de puissance totale

Il existe trois enveloppes de densité PSD différentes pour le signal émis par l'unité ATU-C en fonction du type de ce signal. La puissance mesurée dans la bande vocale au niveau de l'interface U-R et injectée au niveau de l'interface du réseau téléphonique général commuté (RTGC) sera conforme dans tous les cas à la spécification donnée au A.2.4.2.1.

A.2.4.3.1 Signaux d'initialisation à partir de R-REVERB1 (à l'exception de R-ECT)

La densité PSD nominale dans la bande de 25 à 138 kHz sera égale à -38 dBm/Hz pour une puissance totale inférieure ou égale à 12,5 dBm.

Toutes les sous-porteuses de rang i à 31 seront transmises pendant les signaux R-REVERB et R-SEGUE, la valeur de i étant au choix du fournisseur (voir A.2.4.1). Une ou plusieurs de ces sous-porteuses peuvent toutefois ne pas être transmises, au choix du fournisseur, pendant le signal R-MEDLEY.

La densité PSD émise maximale ne sera pas supérieure de plus de 1 dB au niveau de densité PSD nominal, afin de prendre en compte les caractéristiques de filtres réels (par exemple, les fluctuations de bande passante et les coupures progressives dans la bande de transition). Il s'ensuit que la densité PSD émise maximale ne sera pas supérieure à -37 dBm/Hz.

A.2.4.3.2 Signal R-ECT

La spécification de densité PSD sera interprétée uniquement comme une valeur maximale pour le signal R-ECT, étant donné que ce dernier est défini par le fournisseur (voir 10.5.4). Ce niveau maximal est égal à -37 dBm/Hz pour la bande de 25,875 à 138 kHz. Les sous-porteuses de rang 1 à 5 peuvent être utilisées, mais la puissance injectée au niveau de l'interface du RTGC se conformera à la spécification donnée au A.2.4.2.1.

A.2.4.3.3 Signal de données dans l'état stable

La densité PSD nominale dans la bande de 25,875 à 138 kHz sera fixée à -38 dBm/Hz. La puissance totale nominale sera fixée à $-1,65 + 10\log(ncup)$ dBm, $ncup$ étant le nombre de sous-porteuses utilisées (c'est-à-dire, avec $b_i > 0$); ceci correspond à une valeur de 12,5 dBm si toutes les

sous-porteuses sont utilisées. La densité PSD en émission et la puissance totale peuvent toutefois être modifiées par rapport à leurs valeurs nominales dans les circonstances suivantes:

- la table de bits et de gains (reçue de l'unité ATU-C pendant l'initialisation et éventuellement mise à jour par échange de bits – se référer aux 10.8.13 et 11.2 – peut n'allouer aucun bit à certaines sous-porteuses et régler de manière fine (c'est-à-dire, dans un domaine de $-14,5$ à $+2,5$ dB) la densité PSD émise pour d'autres sous-porteuses afin d'égaliser les taux d'erreurs prévus pour chacune d'elles;
- les niveaux de densité PSD émis pour les sous-porteuses non utilisées (c'est-à-dire, avec $b_i = 0$) sont au choix du fournisseur. La densité PSD maximale émise pour ces sous-porteuses est spécifiée dans les alinéas b) et c) ci-dessous.

La densité PSD maximale émise ne sera pas supérieure de plus de 1 dB au niveau de densité PSD nominal avec réglage fin, afin de prendre en compte les caractéristiques de filtres réels (par exemple, les fluctuations de bande passante et les coupures progressives dans la bande de transition). Il s'ensuit que la densité PSD émise maximale ne sera pas supérieure à $-34,5$ dBm/Hz.

La densité PSD en émission de chaque sous-porteuse est définie comme suit:

- a) l'unité ATU-R émettra les sous-porteuses avec ($b_i > 0$) en utilisant des niveaux de densité PSD égaux à ceux spécifiés par le gain g_i (par exemple, l'émission se fera avec le niveau de densité PSD du signal R-MEDLEY si $g_i = 1$). La puissance totale transmise par ces sous-porteuses ne sera pas supérieure de plus de 0,7 dB à la valeur $-1,65 + 10\log(ncup_1)$ dBm, $ncup_1$ étant le nombre de ces sous-porteuses (c'est-à-dire, avec $b_i > 0$);
- b) il est recommandé, pour les sous-porteuses avec ($b_i = 0$ et $g_i = 0$), que l'émetteur de l'unité ATU-R utilise des niveaux de densité PSD égaux à ceux spécifiés par le gain g_i (par exemple, avec le niveau du signal R-MEDLEY si $g_i = 1$), avec un point de constellation de modulation 4-QAM (pouvant varier d'un symbole à l'autre). Le récepteur de l'unité ATU-C ne peut faire aucune hypothèse au sujet du niveau de densité PSD de ces sous-porteuses. Les niveaux de densité PSD émis pour ces sous-porteuses ne seront pas supérieurs au niveau de densité PSD du signal R-REVERB1 augmenté de la quantité $10\log(g_i^2)$ dB. La puissance totale transmise par ces $ncup_2$ sous-porteuses (avec $b_i = 0$ et $g_i > 0$) ne sera pas supérieure à $-1,65 + 10\log(ncup_2)$ dBm;
- c) il est recommandé que l'émetteur de l'unité ATU-R ne transmette aucune puissance pour les sous-porteuses avec ($b_i = 0$ et $g_i = 0$). Le récepteur de l'unité ATU-C ne peut faire aucune hypothèse au sujet du niveau de densité PSD de ces sous-porteuses. Les niveaux de densité PSD émis pour les sous-porteuses avec $g_i = 0$ seront au minimum inférieurs de 10 dB au niveau de référence de densité PSD en émission du symbole de synchronisation, si leur rang est inférieur à celui de la sous-porteuse la plus basse utilisée (plus petit indice i tel que $b_i > 0$); ils seront inférieurs au niveau de référence de la densité PSD du symbole de synchronisation en émission si leur rang est supérieur à celui de la sous-porteuse la plus basse utilisée.

La puissance totale transmise dans la bande de 25,875 à 138 kHz ne sera pas supérieure à 12,5 dBm, ce qui équivaut à une densité PSD moyenne émise inférieure ou égale à -38 dBm/Hz.

Il est recommandé que les valeurs de g_i pour les sous-porteuses dont $g_i > 0$ soient comprises entre $\pm 2,5$ dB par rapport à g_{sync} , pendant l'initialisation et les permutations de bits ultérieures, afin d'éviter des brouillages cyclostationnaires dus au symbole de synchronisation.

A.2.4.3.4 Symbole de synchronisation

Au moment de l'initialisation, le niveau de référence de densité PSD en émission symbole de synchronisation doit être mis à $-38 + 10\log(g_{\text{sync}}^2)$ dBm/Hz, g_{sync}^2 étant définie comme la valeur moyenne de g_i^2 sur les sous-porteuses utilisées (c'est-à-dire $b_i > 0$). Le niveau de référence de densité PSD en émission du symbole de synchronisation ne sera pas mis à jour avec des modifications de gain de sous-porteuses utilisées pendant le signal SHOWTIME.

Le niveau de densité PSD émis pour les sous-porteuses avec $g_i > 0$ sera le niveau de référence de densité PSD en émission du symbole de synchronisation. Les niveaux de densité PSD émis pour les sous-porteuses avec $g_i = 0$ seront au minimum inférieurs de 10 dB au niveau de densité PSD en émission du symbole de synchronisation, si leur rang est inférieur à celui de la sous-porteuse la plus basse utilisée (plus petit indice i tel que $b_i > 0$); ils seront inférieurs au niveau de la densité PSD émise si leur rang est supérieur à celui de la sous-porteuse la plus basse utilisée.

La densité PSD émise pour un symbole de synchronisation diffère de celle émise pour des symboles de données du fait que les gains g_i s'appliquent uniquement à ces derniers. Les gains g_i sont calculés pour des constellations à points multiples en vue d'égaliser les taux d'erreurs prévisionnels sur toutes les sous-porteuses et sont de ce fait sans intérêt pour les sous-porteuses avec modulation 4-QAM utilisées pour le symbole de synchronisation.

A.2.5 Fréquence de Nyquist (complète le 8.11.1.2)

La fréquence de Nyquist amont correspondra à la sous-porteuse n° 32 ($f = 138$ kHz).

A.3 Initialisation (voir le paragraphe 10)

A.3.1 Réduction de la puissance (complète le 10.4.5.1)

Si la puissance totale mesurée sur les sous-porteuses 7 à 18 pendant le signal R-REVERB1 est supérieure à 3 dBm, la densité PSD pour le signal C-REVERB1 et celle de tous les autres signaux aval seront alors réduites comme indiqué par le Tableau A.1.

Tableau A.1/G.992.1 – Réduction de la puissance PSD aval en fonction de la puissance amont reçue

Puissance reçue en amont (dBm) <	3	4	5	6	7	8	9
Puissance PSD aval maximale (dBm/Hz)	-40	-42	-44	-46	-48	-50	-52

Le niveau choisi deviendra le niveau de référence pour tous les calculs ultérieurs de gain.

A.3.2 Estimation de l'atténuation moyenne sur la boucle amont (voir 10.8.9.1)

La puissance totale transmise, utilisée pour ce calcul, sera égale à 12,5 dBm avec les densités PSD autorisées de -38 dBm/Hz sur la bande de 25,875 à 138 kHz.

A.3.3 Estimation de l'atténuation moyenne sur la boucle aval (complète le 10.9.8.1)

La puissance totale émise, utilisée pour ce calcul, peut prendre des valeurs appartenant au domaine de 20,3 dBm à 8,3 dBm par incréments de -2 dB pour les densités PSD autorisées telles qu'elles sont définies par le Tableau 10-7 (de -40 dBm/Hz à -52 dBm/Hz), avec une largeur de bande maximale de 1074 kHz et l'utilisation du recouvrement de spectre.

A.3.4 Signal C-PILOT1 (complète le 10.4.2)

On utilisera la valeur $f_{\text{C-PILOT1}} = 276$ kHz correspondant à $N_{\text{C-PILOT1}} = 64$.

A.3.5 Signal R-REVERB1 (voir 10.5.2)

La configuration de données utilisée pour le signal R-REVERB1 est la séquence pseudo-aléatoire amont PRU définie au A.2.2 et reproduite ici pour plus de commodité:

$$d_n = 1 \quad \text{pour } n = 1 \text{ à } 6 \quad (\text{A-5})$$

$$d_n = d_{n-5} \oplus d_{n-6} \quad \text{pour } n = 7 \text{ à } 64 \quad (\text{A-6})$$

Les bits définis au 10.5.2 seront utilisés de la manière suivante: le premier couple de bits (d_1, d_2) est utilisé pour les sous-porteuses de composante continue et de Nyquist (la puissance qui leur est assignée est évidemment nulle, de sorte qu'elles sont ignorées en réalité); les premier et deuxième bits des couples suivants sont utilisés pour définir les valeurs de X_i et Y_i pour $i = 1$ à 31, telles qu'elles sont définies pour le signal C-REVERB1 par le Tableau 7-13. Bien que les bits de données sont définis pour toutes les sous-porteuses, le démarrage de l'émission effective des sous-porteuses pendant le signal R-REVERB1 se fait à partir d'un rang de sous-porteuse au choix du fournisseur (voir A.2.4.3.1). Aucune normalisation de gain ne sera faite pour les sous-porteuses.

A.3.6 Signal C-ECT (voir 10.4.7)

Le niveau du signal ADSL parasite, dans la bande de fréquences de 0 à 10 kHz environ, qui passe à travers le filtre passe-bande de téléphonie classique est sévèrement limité (voir 7.14). Il est donc recommandé de ne pas utiliser les sous-porteuses 1 à 4 pour le signal C-ECT ou, au moins, de les transmettre à un niveau notablement inférieur.

A.3.7 Signal R-ECT (voir 10.5.4)

Le niveau du signal ADSL parasite, dans la bande de fréquences de 0 à 10 kHz environ, qui passe à travers le filtre passe-bande de téléphonie classique est sévèrement limité (se référer à l'Annexe E). Il est donc recommandé de ne pas utiliser les sous-porteuses 1 à 4 pour le signal R-ECT ou, au moins, de les transmettre à un niveau notablement inférieur.

A.3.8 Signal C-MSG2 (complète le 10.8.9)

Les valeurs suivantes seront utilisées:

$$n_{1C-MSG2} = 43$$

$$n_{2C-MSG2} = 91$$

A.3.9 Signal R-MSG2 (complète le 10.9.8)

Les valeurs suivantes seront utilisées:

$$N_{1R-MSG2} = 10$$

$$N_{2R-MSG2} = 20$$

A.4 Caractéristiques électriques

Le présent sous-paragraphe spécifie les combinaisons d'unités ATU-x et de filtres passe-haut, comme représenté dans la Figure 1-1; l'Annexe E contient des informations supplémentaires au sujet du filtre passe-bas.

A.4.1 Caractéristiques du signal continu

Toutes les prescriptions de la présente Recommandation seront respectées pour toutes les valeurs de courant de boucle de téléphonie classique comprises entre 0 et 100 mA et des différences de potentiel de boucle suivantes:

- tensions continues comprises entre 0 et -60 V;

- signaux de sonnerie inférieurs ou égaux à 103 V efficaces pour toute fréquence de 20 à 30 Hz avec une composante continue comprise entre 0 et –60 V.
- la résistance d'entrée en courant continu de l'unité ATU-x au niveau de l'interface U-x sera supérieure ou égale à 5 MΩ.

NOTE – L'implémentation la plus usuelle des filtres de séparation consiste à placer en parallèle un filtre passe-bas et un filtre passe-haut au niveau de l'accès U-x. Le filtre passe-haut utilise en général des condensateurs pour bloquer la composante continue.

A.4.2 Caractéristiques de la bande vocale

A.4.2.1 Impédance d'entrée

La partie imaginaire de l'impédance d'entrée de l'unité ATU-x, mesurée à 4 kHz au niveau de l'interface U-x, sera comprise entre 1,1 et 2,0 kΩ (approximativement équivalente à une capacité de condensateur de 20 à 34 nF) pour l'unité ATU-R (ou pour l'unité ATU-C si elle possède une fonction intégrée de séparateur et de filtre passe-haut) et entre 500 et 1,0 kΩ (approximativement équivalente à une capacité de 40 à 68 nF) pour une unité ATU-C conçue pour une utilisation avec un séparateur externe. La partie imaginaire de l'impédance sera dans les deux cas uniformément croissante au-dessus de 4 kHz.

Se référer à l'Annexe E pour plus d'informations.

A.4.2.2 Interférence de bruit ADSL sur le circuit de téléphonie classique

Le présent sous-paragraphe donne la spécification des unités ATU-C et ATU-R pour la densité PSD dans la bande vocale (se référer respectivement aux 7.14 et 8.14).

A.4.3 Caractéristiques de la bande ADSL

A.4.3.1 Equilibre longitudinal

La valeur de la symétrie longitudinale au niveau des interfaces U-C et U-R sera supérieure à 40 dB dans le domaine de fréquences de 30 kHz à 1104 kHz. Si toutefois la partie filtre passe-haut du séparateur de téléphonie classique est intégrée dans l'unité ATU, la mesure de la symétrie longitudinale dans la bande ADSL s'effectuera alors comme indiqué par la Figure A.4. Si les filtres passe-bas et passe-haut sont intégrés dans l'unité ATU, la mesure de la symétrie longitudinale dans la bande ADSL s'effectuera alors au niveau des interfaces RTPC et de téléphonie classique terminés respectivement sur les impédances ZTC et ZTR, comme indiqué par la Figure A.5. La symétrie longitudinale est donnée par l'expression suivante:

$$LBal = 20 \log \left| \frac{e_l}{e_m} \right| \text{ dB} \quad (\text{A-7})$$

dans laquelle,

e_l représente la tension longitudinale appliquée (par rapport à la masse de l'immeuble ou au fil de terre de l'unité ATU);

e_m représente la tension métallique qui apparaît sur une résistance de terminaison.

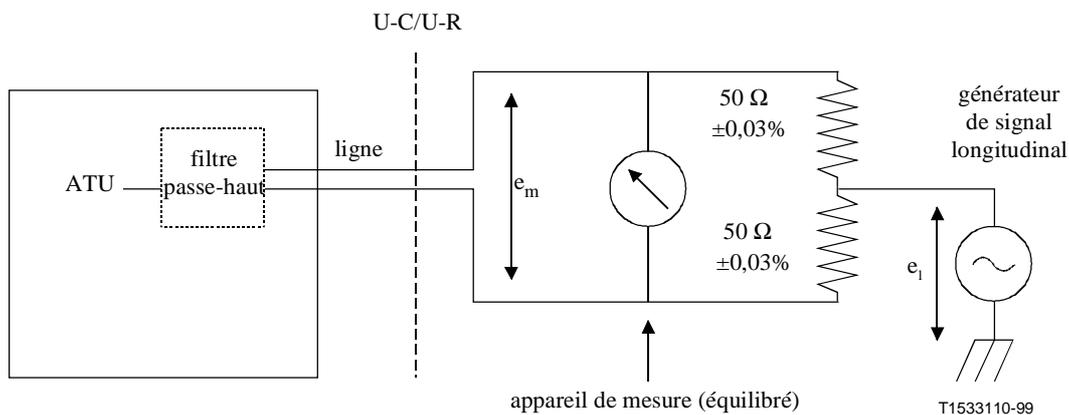


Figure A.4/G.992.1 – Méthode de mesure de la symétrie longitudinale au-dessus de 30 kHz (seul le filtre passe-haut est intégré)

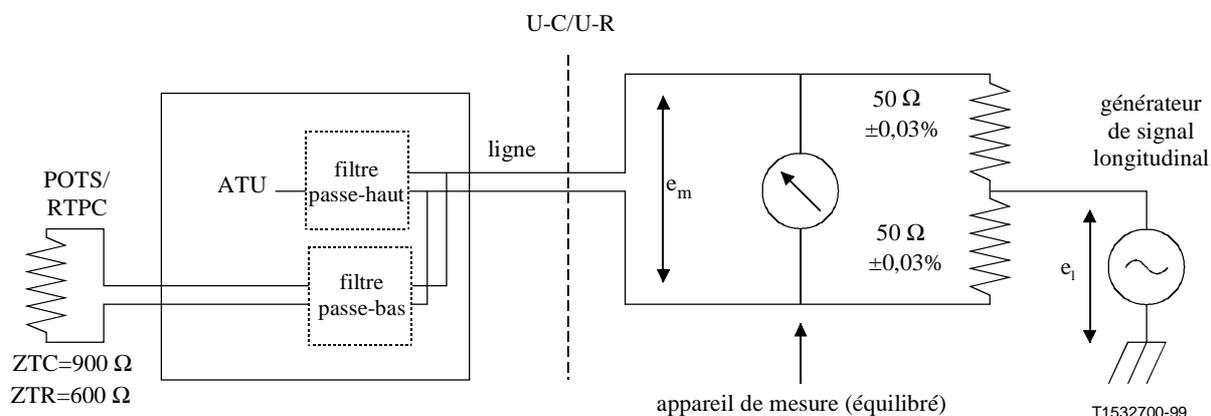


Figure A.5/G.992.1 – Méthode de mesure de la symétrie longitudinale au-dessus de 30 kHz (filtres passe-haut et passe-bas intégrés)

ANNEXE B

Prescriptions spécifiques pour un système ADSL fonctionnant en dessous de la bande de fréquences du RNIS, tel qu'il est défini dans les Appendices I et II de la Recommandation UIT-T G.961

La présente annexe spécifie ceux des paramètres du système ADSL qui n'ont pas été définis dans le corps de la présente Recommandation parce qu'ils concernent uniquement un service ADSL utilisé en partage de fréquence avec un service RNIS avec accès de base sur une même ligne d'abonné ADSL. Son objet est de définir un moyen pratique permettant la mise en place simultanée de services asymétriques et d'un accès au débit de base à 160 kbit/s (2B+D), avec la contrainte d'utilisation de techniques de transmissions telles que celles définies dans les Appendices I et II de la Recommandation G.961.

B.1 Caractéristiques fonctionnelles de l'unité ATU (voir le paragraphe 7)

Les signaux ADSL décrits dans la présente Recommandation seront alloués au-dessus de la bande utilisée par les signaux de l'accès de base RNIS faisant appel à des signaux de ligne 2B1Q/4B3T tels que ceux qui sont définis dans les Appendices I et II de la Recommandation G.961. L'unité ATU-R aura une largeur de bande en émission utilisant les tonalités 33 à 63 afin de disposer d'une capacité de largeur de bande amont suffisante. L'utilisation d'un domaine étendu employant les tonalités 1 à 63 est optionnelle.

L'implémentation de la transformation IDFT au niveau de l'unité ATU-R se fera comme suit. Les tonalités 33 à 63 contiendront les valeurs complexes générées par le codage et la normalisation. Les valeurs de ces tonalités seront les suivantes:

- a) valeurs complexes conjuguées symétriques des tonalités 33-63 si l'émetteur de l'unité ATU-R n'en utilise que 32 (tonalité n° 32 = 0);
- b) zéro si l'émetteur de l'unité ATU-R utilise 64 tonalités et si le récepteur de l'unité ATU-C en utilise 32 (tonalité n° 32 = 0);
- c) données complexes générées par le codage et la normalisation si l'émetteur de l'unité ATU-R et le récepteur de l'unité ATU-C utilisent tous deux 64 tonalités (la tonalité 32 véhicule également une valeur générée par le codage et la normalisation).

La décision d'utiliser 32 ou 64 tonalités pour les émetteurs et/ou récepteurs amont est négociée au moyen des procédures G.994.1 mettant en œuvre les bits définis aux 10.2 et 10.3.

B.1.1 Sous-porteuses de données (voir 7.11.1.1)

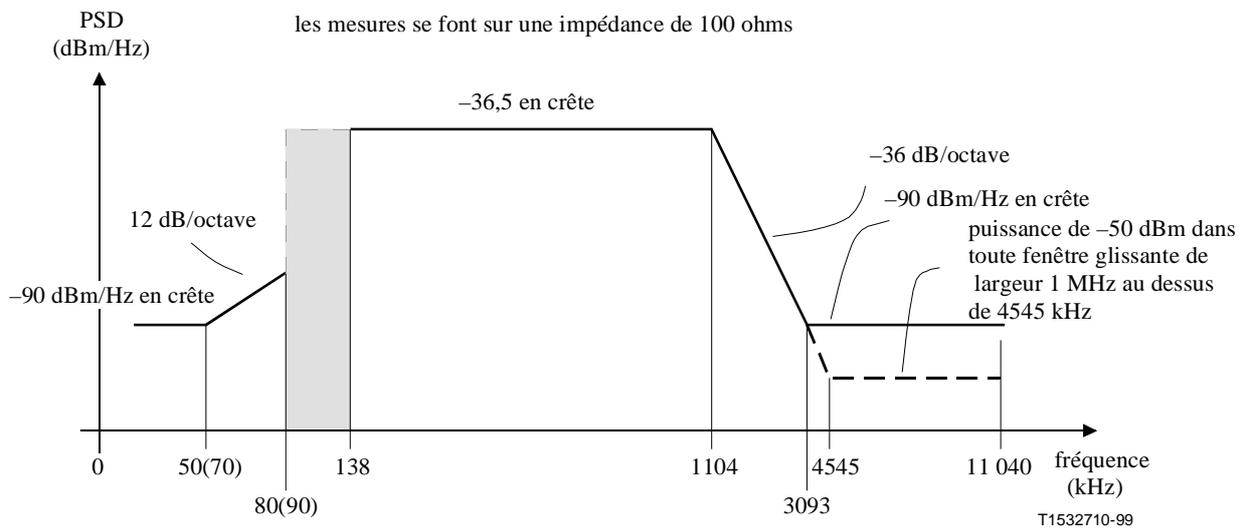
L'analyse du signal de canal définie au 10.6.6 permet l'utilisation d'un maximum de 255 porteuses (aux fréquences $n\Delta f$, $n = 1$ à 255), mais le présent service utilise $n = 33$ comme limite. L'utilisation de tonalités de rang inférieur à 33 est optionnelle. Le duplexage avec partage de fréquence (FDD, *frequency division duplexing*) peut être utilisé pour la séparation des signaux amont et aval; la limite inférieure de n est déterminée par les filtres de séparation amont et aval. Les fréquences de coupure de ces filtres sont au choix du constructeur et le domaine des valeurs utilisables pour n est déterminé lors de l'estimation du canal.

B.1.2 Fréquence pilote (voir 7.11.1.2)

La fréquence pilote aval sera égale à 414 kHz, correspondant à $N_{\text{PILOT}} = 96$.

B.1.3 Enveloppe spectrale d'émission aval (remplace le 7.14)

La Figure B.1 présente l'enveloppe spectrale du signal émis. La bande affaiblie aux fréquences basses correspond à la bande amont, la bande affaiblie aux fréquences hautes correspond aux fréquences supérieures à 1104 kHz.



Bande de fréquences f (kHz)	Equation de la droite (dBm/Hz)
$0 < f < 50(70)$	-90
$>f_1=50(70) < f < 80(90)$	$-90 + 12 \times \log_2(f/f_1)$
$80(90) < f < 138$	Note 2
$138 < f < 1104$	-36,5
$1104 < f < 3093$	$-36,5 - 36 \times \log_2(f/1104)$
$3093 < f < 4545$	-90 en crête, avec une puissance maximale de $(-36,5 - 36 \times \log_2(f/1104) + 60)$ dBm dans la fenêtre $[f, f + 1 \text{ MHz}]$
$4545 < f < 11\ 040$	-90 en crête, avec une puissance maximale de -50 dBm dans la fenêtre $[f, f + 1 \text{ MHz}]$

NOTE 1 – Les valeurs de 50 et 80 kHz sont les limites de fréquence pour un système ADSL sur une liaison RNIS utilisant le code 2B1Q code (Appendice II de la Recommandation G.961). Les valeurs de 70 et 90 kHz sont les limites de fréquence pour un système ADSL sur une liaison RNIS utilisant le code 4B3T (Appendice I de la Recommandation G.961).

NOTE 2 – La valeur de la densité PSD dans cette région dépend de la conception des filtres passe-bas et passe-haut. Les filtres influent des deux manières suivantes sur la performance de l'accès de base RNIS lorsqu'il est combiné avec une ligne ADSL:

- 1) par le bruit reçu par le récepteur de l'accès de base RNIS résultant de la puissance ADSL résiduelle filtrée par le passe-haut;
- 2) distorsions d'amplitude et de phase introduites par le filtre passe-bas.

Il est prévu que l'impact de cette dégradation sur la performance système de la ligne d'accès de base RNIS, pour la fréquence de référence de l'affaiblissement d'insertion, ne sera pas supérieur à 4,5 dB et 4 dB, respectivement pour les codes de ligne 2B1Q et 4B3T.

Figure B.1/G.992.1 – Enveloppe de densité PSD de l'émetteur de l'unité ATU-C

Le niveau maximal de la densité PSD du signal ADSL mesuré au niveau de l'accès RNIS du séparateur ne sera pas supérieur aux limites définies dans les deux premières colonnes du tableau de la Figure B.1.

Toutes les mesures de densité PSD au niveau de l'accès ligne du séparateur RNIS se feront sur une impédance résistive de référence de 100 Ω .

Toutes les mesures de densité PSD au niveau de l'accès RNIS du séparateur se feront sur l'impédance déterminée par la conception de l'accès de base RNIS pour les codes 2B1Q et 4B3T, comme défini dans la Norme européenne ETSI TS 102 080 (V1.3.1).

B.1.3.1 Densité PSD et réponse dans la bande passante

La densité PSD moyenne utilisée dans la bande passante ne sera pas supérieure à la valeur de -40 dBm/Hz diminuée de la réduction de la puissance exprimée en multiples de 2 dB; la limite basse de la bande passante qui dépend du service et de l'option de duplexage utilisée est laissée au choix du constructeur; la limite haute dépend de l'état du signal qui peut être en phase d'initialisation (voir B.2.2.3.1) ou dans l'état stable (voir B.2.2.3.2).

La fluctuation dans la bande passante ne sera pas supérieure à +3,5 dB; la valeur maximale de la densité PSD de $(-40 - 2n_{\text{PCB}} + 3,5)$ dBm/Hz s'applique à la totalité de la bande passante entre 138 kHz et 1104 kHz.

La variation du retard de groupe dans la bande passante ne dépassera pas 50 μ s.

B.1.3.2 Densité PSD et niveau de puissance totale en émission

Il existe deux enveloppes de densité PSD différentes pour le signal émis par l'unité ATU-C en fonction du type de ce signal.

La puissance émise par l'unité ATU-C est limitée par les prescriptions du présent sous-paragraphe. On admettra par ailleurs que le système ADSL se conformera aux prescriptions nationales concernant les niveaux d'émission électromagnétique.

B.1.3.2.1 Signaux d'initialisation à partir de C-REVERB1

La densité PSD nominale dans la bande de 138 à 1104 kHz sera fixée à -40 dBm/Hz pour une puissance totale émise qui ne sera pas supérieure à 19,9 dBm. La densité PSD nominale sera fixée à un niveau égal à $-40 - 2n_{\text{PCB}}$ dBm/Hz, comme décrit au 10.4.5.1, si des mesures de la puissance amont indiquent qu'une réduction de puissance est nécessaire.

Toutes les sous-porteuses de rang i à 255 seront transmises pendant les signaux C-REVERB et C-SEGUE, la valeur de i étant au choix du fournisseur (voir B.1.3.1). Une ou plusieurs de ces sous-porteuses peuvent toutefois ne pas être transmises, au choix du fournisseur, pendant la durée du signal C-MEDLEY.

La densité PSD émise maximale ne sera pas supérieure de plus de 1 dB au niveau de densité PSD nominal, afin de prendre en compte les caractéristiques de filtres réels (par exemple, les fluctuations de bande passante et les coupures progressives dans la bande de transition). Il s'ensuit que la densité PSD émise maximale ne sera pas supérieure à $-39 - 2n_{\text{PCB}}$ dBm/Hz.

B.1.3.2.2 Signal de données dans l'état stable

La densité PSD nominale dans la bande de 138 à 1104 kHz sera fixée à -40 dBm/Hz. La puissance totale nominale sera fixée à $-3,65 + 10\log(ncdown)$ dBm, $ncdown$ étant le nombre de sous-porteuses utilisées (c'est-à-dire, avec $b_i > 0$); ceci correspond à une valeur de 19,9 dBm si toutes les sous-porteuses sont utilisées. La densité PSD en émission et la puissance totale peuvent toutefois être modifiées par rapport à leurs valeurs nominales dans les circonstances suivantes:

- une réduction de puissance peut être appliquée pour faire passer le niveau de la puissance PSD nominale à $-40 - 2n_{\text{PCB}}$ dBm/Hz (voir 10.4.5.1);
- la table de bits et de gains (reçue de l'unité ATU-R pendant l'initialisation et éventuellement mise à jour par échange de bits – se référer aux 10.9.14 et 11.2) peut n'allouer aucun bit à certaines sous-porteuses et régler de manière fine (c'est-à-dire, dans un domaine de $-14,5$ à $+2,5$ dB) la densité PSD émise pour d'autres sous-porteuses afin d'égaliser les taux d'erreurs prévus pour chacune d'elles;

- les niveaux de densité PSD émis pour les sous-porteuses non utilisées (c'est-à-dire, avec $b_i = 0$) sont au choix du fournisseur. La densité PSD maximale émise pour ces sous-porteuses est spécifiée dans les alinéas b) et c) ci-dessous.

La densité PSD émise maximale ne sera pas supérieure de plus de 1 dB au niveau de densité PSD nominal avec réglage fin, afin de prendre en compte les caractéristiques de filtres réels (par exemple, les fluctuations de bande passante et les coupures progressives dans la bande de transition). Il s'ensuit que la densité PSD émise maximale ne sera pas supérieure à $-36,5 - 2n_{\text{PCB}}$ dBm/Hz.

La densité PSD en émission de chaque sous-porteuse est définie comme suit:

- a) l'unité ATU-C émettra les sous-porteuses avec ($b_i > 0$) en utilisant des niveaux de densité PSD égaux à ceux spécifiés par le gain g_i (par exemple, avec le niveau de densité PSD du signal C-MEDLEY si $g_i = 1$). La puissance totale transmise par ces sous-porteuses ne sera pas supérieure de plus de 0,7 dB à la valeur $-3,65 + 10\log(ncdown_1) - 2n_{\text{PCB}}$ dBm, $ncdown_1$ étant le nombre de ces sous-porteuses (c'est-à-dire, avec $b_i > 0$);
- b) il est recommandé, pour les sous-porteuses avec ($b_i = 0$ et $g_i > 0$), que l'émetteur de l'unité ATU-C utilise des niveaux de densité PSD égaux à ceux spécifiés par le gain g_i (par exemple, avec le niveau du signal C-MEDLEY si $g_i = 1$), avec un point de constellation de modulation 4-QAM (pouvant varier d'un symbole à l'autre). Le récepteur de l'unité ATU-R ne peut faire aucune hypothèse au sujet du niveau de densité PSD de ces sous-porteuses. Les niveaux de densité PSD émis pour ces sous-porteuses ne seront pas supérieurs au niveau de densité PSD du signal C-REVERB1 augmenté de la quantité $10\log(g_i^2)$ dB. La puissance totale transmise par ces $ncdown_2$ sous-porteuses (avec $b_i = 0$ et $g_i > 0$) ne sera pas supérieure à $-3,65 + 10\log(ncdown_2) - 2n_{\text{PCB}}$ dBm;
- c) il est recommandé que l'émetteur de l'unité ATU-C ne transmette aucune puissance pour les sous-porteuses avec ($b_i = 0$ et $g_i = 0$). Le récepteur de l'unité ATU-R ne peut faire aucune hypothèse au sujet du niveau de densité PSD de ces sous-porteuses. Les niveaux de densité PSD émis pour les sous-porteuses avec $g_i = 0$ seront au minimum inférieurs de 10 dB au niveau de référence de densité PSD en émission du symbole de synchronisation, si leur rang est inférieur à celui de la sous-porteuse la plus basse utilisée (plus petit indice i tel que $b_i > 0$); ils seront inférieurs au niveau de référence de la densité PSD du symbole de synchronisation en émission si leur rang est supérieur à celui de la sous-porteuse la plus basse utilisée.

La puissance totale transmise dans la bande de 138 à 1104 kHz ne sera pas supérieure à $19,9 - 2n_{\text{PCB}}$ dBm, ce qui équivaut à une densité PSD moyenne émise qui n'est pas supérieure à $-40 - 2n_{\text{PCB}}$ dBm/Hz.

Il est recommandé que les valeurs de g_i pour les sous-porteuses dont $g_i > 0$ soient comprises entre $\pm 2,5$ dB par rapport à g_{sync} , pendant l'initialisation et les permutations de bits ultérieures, afin d'éviter des brouillages cyclostationnaires dus au symbole de synchronisation.

B.1.3.2.3 Symbole de synchronisation

Au moment de l'initialisation, le niveau de référence de densité PSD en émission symbole de synchronisation doit être mis à $-40 - 2n_{\text{PCB}} + 10\log(g_{\text{sync}}^2)$ dBm/Hz, g_{sync}^2 étant définie comme la valeur moyenne de g_i^2 sur les sous-porteuses utilisées (c'est-à-dire $b_i > 0$). Le niveau de référence de densité PSD en émission du symbole de synchronisation ne sera pas mis à jour avec des modifications de gain de sous-porteuses utilisées pendant le signal SHOWTIME.

Le niveau de densité PSD émis pour les sous-porteuses avec $g_i > 0$ sera le niveau de référence de densité PSD en émission du symbole de synchronisation. Les niveaux de densité PSD émis pour les

sous-porteuses avec $g_i = 0$ seront au minimum inférieurs de 10 dB au niveau de densité PSD en émission du symbole de synchronisation, si leur rang est inférieur à celui de la sous-porteuse la plus basse utilisée (plus petit indice i tel que $b_i > 0$); ils seront inférieurs au niveau de la densité PSD émise si leur rang est supérieur à celui de la sous-porteuse la plus basse utilisée.

La densité PSD émise pour un symbole de synchronisation diffère de celle émise pour des symboles de données du fait que les gains g_i s'appliquent uniquement à ces derniers. Les gains g_i sont calculés pour des constellations à points multiples en vue d'égaliser les taux d'erreurs prévisionnels sur toutes les sous-porteuses et sont de ce fait sans intérêt pour les sous-porteuses avec modulation 4-QAM utilisées pour le symbole de synchronisation.

B.2 Caractéristiques fonctionnelles de l'unité ATU-R (voir paragraphe 8)

B.2.1 Modèles de référence pour l'émetteur de l'unité ATU-R

Les Figures B.2 et B.3 présentent respectivement les modèles de référence pour le transport en mode STM et en mode ATM.

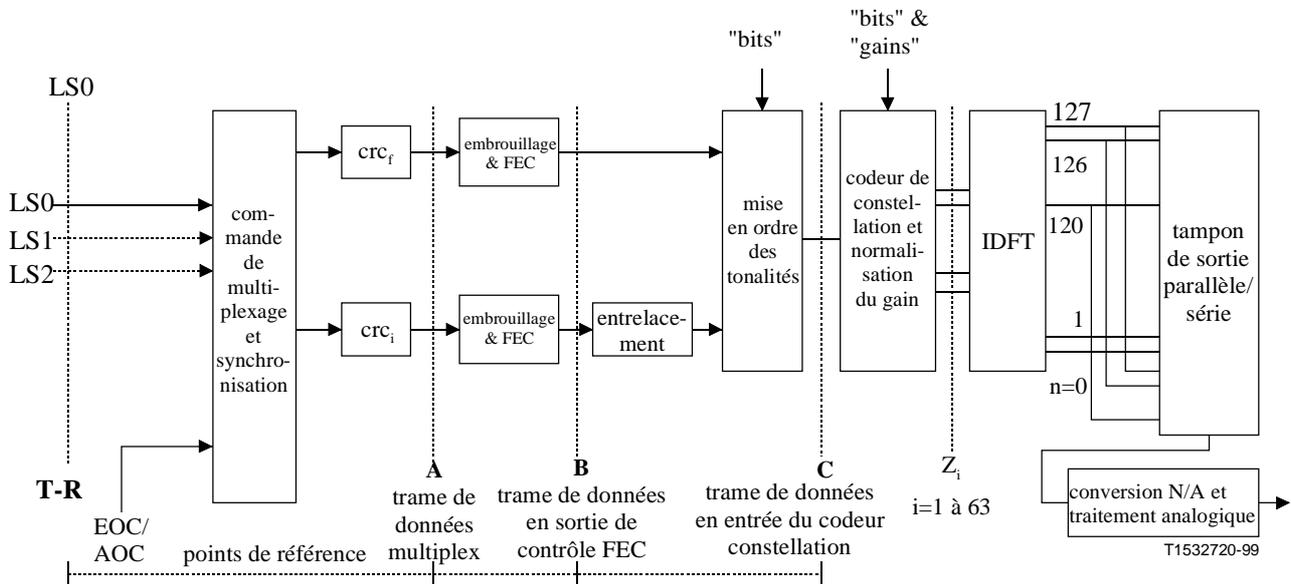


Figure B.2/G.992.1 – Modèle de référence de l'émetteur ATU-R pour le transport en mode STM

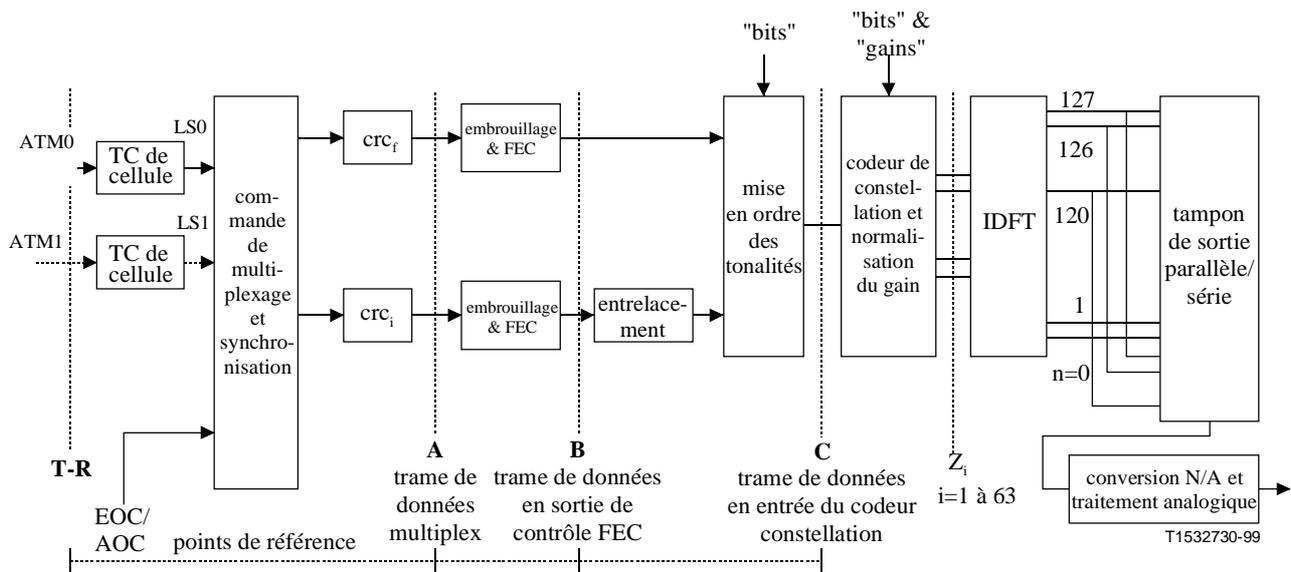
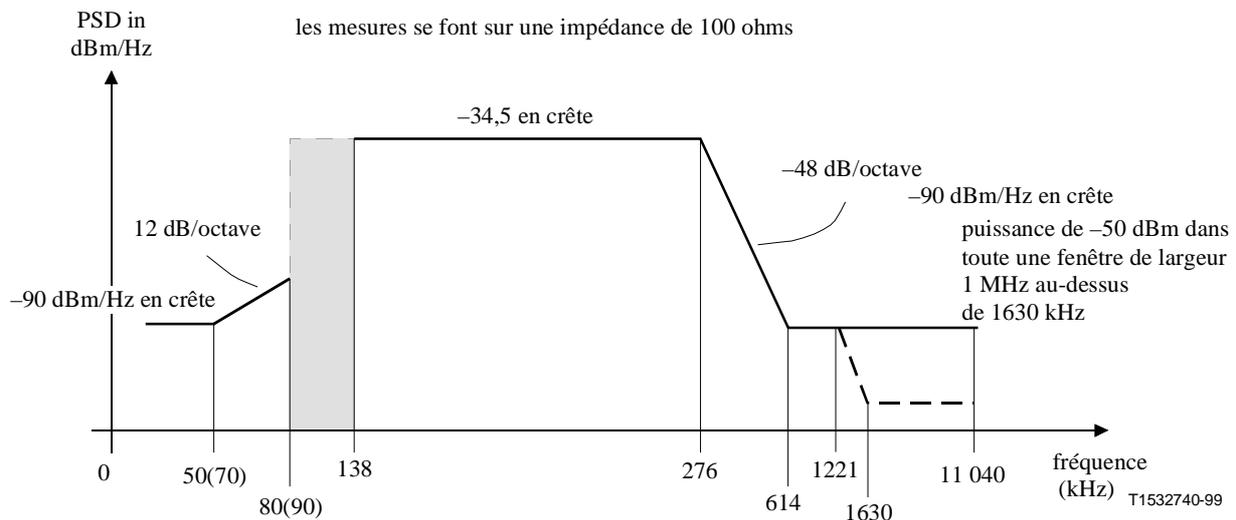


Figure B.3/G.992.1 – Modèle de référence de l'émetteur ATU-R pour le transport en mode ATM

B.2.2 Enveloppe spectrale pour l'émission amont de l'unité ATU-R (remplace le 8.14)

La Figure B.4 présente l'enveloppe spectrale du signal émis. La bande affaiblie aux fréquences basses correspond à la bande RNIS, la bande affaiblie aux fréquences hautes correspond aux fréquences supérieures à 276 kHz.



Bande de fréquences f (kHz)	Equation de la droite (dBm/Hz)
$0 < f < 50(70)$	-90
$> f_1=50(70) < f < 80(90)$	$-90 + 12 \times \log_2(f/f_1)$
$80(90) < f < 138$	Note 2
$138 < f < 276$	-34,5
$276 < f < 614$	$-34,5 - 48 \times \log_2(f/276)$
$614 < f < 1221$	-90
$1221 < f < 1630$	-90 en crête, avec une puissance maximale de $(-90 - 48 \times \log_2(f/1221) + 60)$ dBm dans la fenêtre $[f, f + 1 \text{ MHz}]$
$1630 < f < 11\ 040$	-90 en crête, avec une puissance maximale de -50 dBm dans la fenêtre $[f, f + 1 \text{ MHz}]$

NOTE 1 – Les valeurs de 50 et 80 kHz sont les limites de fréquence pour un système ADSL sur une liaison RNIS utilisant le code 2B1Q (Appendice II de la Recommandation G.961). Les valeurs de 70 et 90 kHz sont les limites de fréquence pour un système ADSL sur une liaison RNIS utilisant le code 4B3T (Appendice I de la Recommandation G.961).

NOTE 2 – La valeur de la densité PSD dans cette région dépend de la conception des filtres passe-bas et passe-haut. Les filtres influent des deux manières suivantes sur la performance de l'accès de base RNIS lorsqu'il est combiné avec une ligne ADSL:

- 1) par le bruit reçu par le récepteur de l'accès de base RNIS résultant de la puissance ADSL résiduelle filtrée par le passe-haut;
- 2) distorsions d'amplitude et de phase introduites par le filtre passe-bas.

Il est prévu que l'impact de cette dégradation sur la performance système de la ligne d'accès de base RNIS, pour la fréquence de référence de l'affaiblissement d'insertion, ne sera pas supérieur à 4,5 dB et 4 dB, respectivement pour les codes de ligne 2B1Q et 4B3T.

Figure B.4/G.992.1 – Enveloppe de densité PSD de l'émetteur de l'unité ATU-R

Le niveau maximal de la densité PSD du signal ADSL mesuré au niveau de l'accès RNIS du séparateur ne sera pas supérieur aux limites définies dans les deux premières colonnes du tableau de la Figure B.4.

Toutes les mesures de densité PSD au niveau de l'accès ligne du séparateur RNIS se feront sur une impédance résistive de référence de 100 Ω .

Toutes les mesures de densité PSD au niveau de l'accès RNIS du séparateur se feront sur l'impédance déterminée par la conception de l'accès de base RNIS pour les codes 2B1Q et 4B3T, comme défini dans la Norme européenne ETSI TS 102 080 (V1.3.1).

B.2.2.1 Densité PSD et réponse dans la bande passante

La densité PSD moyenne utilisée dans la bande passante ne sera pas supérieure à -38 dBm/Hz; la limite haute dépend de l'état du signal pouvant se trouver en phase d'initialisation (voir B.2.2.3.1) ou dans l'état stable (voir B.2.2.3.2).

La fluctuation dans la bande passante ne sera pas supérieure à $+3,5$ dB; la valeur maximale de la densité PSD de $-34,5$ dBm/Hz s'applique sur toute la bande de 138 kHz à 276 kHz.

La variation du retard de groupe dans la bande passante ne dépassera pas 50 μ s.

B.2.2.2 Densités PSD dans la bande affaiblie

Se référer à la Figure B.4.

B.2.2.3 Densité PSD en émission et niveau de puissance totale

Il existe deux enveloppes de densité PSD différentes pour le signal émis par l'unité ATU-R en fonction du type de ce signal. La puissance mesurée dans la bande vocale au niveau de l'interface U-R et injectée au niveau de l'interface RNIS se conformera à la spécification de la Figure B.4.

B.2.2.3.1 Signaux d'initialisation à partir de l'état R-REVERB1

La densité PSD nominale dans la bande de 138 à 276 kHz sera égale à -38 dBm/Hz pour une puissance totale inférieure ou égale à 13,3 dBm.

Le niveau de la puissance totale nominale sera de 13,26 dBm.

Toutes les sous-porteuses de rang i à 63 seront transmises pendant les signaux R-REVERB et R-SEGUE, la valeur de i étant au choix du fournisseur. Une ou plusieurs de ces sous-porteuses peuvent toutefois ne pas être transmises, au choix du fournisseur, pendant la durée du signal R-MEDLEY.

La densité PSD émise maximale ne sera pas supérieure de plus de 1 dB au niveau de densité PSD nominal, afin de prendre en compte les caractéristiques de filtres réels (par exemple, les fluctuations de bande passante et les coupures progressives dans la bande de transition). Il s'ensuit que la densité PSD émise maximale ne sera pas supérieure à -37 dBm/Hz.

B.2.2.3.2 Signal de données dans l'état stable

La densité PSD nominale dans la bande de 138 à 276 kHz sera fixée à -38 dBm/Hz. La puissance totale nominale sera fixée à $-1,65 + 10\log(ncup)$ dBm, $ncup$ étant le nombre de sous-porteuses utilisées (c'est-à-dire, avec $b_i > 0$); ceci correspond à une valeur de 13,3 dBm si toutes les sous-porteuses sont utilisées). La densité PSD en émission et la puissance totale peuvent toutefois être modifiées par rapport à leurs valeurs nominales dans les circonstances suivantes:

- la table de bits et de gains (reçue de l'unité ATU-C pendant l'initialisation et éventuellement mise à jour par échange de bits – voir C-B&G aux 10.8.13 et 11.2) peut n'allouer aucun bit à certaines sous-porteuses et régler de manière fine (c'est-à-dire, dans un domaine de $-14,5$ à $+2,5$ dBm) la densité PSD émise pour d'autres sous-porteuses afin d'égaliser les taux d'erreurs prévus pour chacune d'elles;
- les niveaux de densité PSD émis pour les sous-porteuses non utilisées (c'est-à-dire, avec $b_i = 0$) sont au choix du fournisseur. La densité PSD maximale émise pour ces sous-porteuses est spécifiée dans les alinéas b) et c) ci-dessous.

La densité PSD émise maximale ne sera pas supérieure de plus de 1 dB au niveau de densité PSD nominal avec réglage fin, afin de prendre en compte les caractéristiques de filtres réels (par exemple,

les fluctuations de bande passante et les coupures progressives dans la bande de transition). Il s'ensuit que la densité PSD émise maximale ne sera pas supérieure à $-34,5$ dBm/Hz.

La densité PSD en émission de chaque sous-porteuse est définie comme suit:

- a) l'unité ATU-R émettra les sous-porteuses avec ($b_i > 0$) en utilisant des niveaux de densité PSD égaux à ceux spécifiés par le gain g_i (par exemple, avec le niveau de densité PSD du signal R-MEDLEY si $g_i = 1$). La puissance totale transmise par ces sous-porteuses ne sera pas supérieure de plus de $0,7$ dB à la valeur $-1,65 + 10\log(ncup_1)$ dBm, $ncup_1$ étant le nombre de ces sous-porteuses (c'est-à-dire, avec $b_i > 0$);
- b) il est recommandé, pour les sous-porteuses avec ($b_i = 0$ et $g_i > 0$), que l'émetteur de l'unité ATU-R utilise des niveaux de densité PSD égaux à ceux spécifiés par le gain g_i (par exemple, avec le niveau du signal R-MEDLEY si $g_i = 1$), avec un point de constellation de modulation 4-QAM (pouvant varier d'un symbole à l'autre). Le récepteur de l'unité ATU-C ne peut faire aucune hypothèse au sujet du niveau de densité PSD de ces sous-porteuses. Les niveaux de densité PSD émis pour ces sous-porteuses ne seront pas supérieurs au niveau de densité PSD du signal R-REVERB1 augmenté de la quantité $10\log(g_i^2)$ dB. La puissance totale transmise par ces $ncup_2$ sous-porteuses (avec $b_i = 0$ et $g_i > 0$) ne sera pas supérieure à $-1,65 + 10\log(ncup_2)$ dBm;
- c) il est recommandé que l'émetteur de l'unité ATU-R ne transmette aucune puissance pour les sous-porteuses avec ($b_i = 0$ et $g_i = 0$). Le récepteur de l'unité ATU-C ne peut faire aucune hypothèse au sujet du niveau de densité PSD de ces sous-porteuses. Les niveaux de densité PSD émis pour les sous-porteuses avec $g_i = 0$ seront au minimum inférieurs de 10 dB au niveau de référence de densité PSD en émission du symbole de synchronisation, si leur rang est inférieur à celui de la sous-porteuse la plus basse utilisée (plus petit indice i tel que $b_i > 0$); ils seront inférieurs au niveau de référence de la densité PSD du symbole de synchronisation en émission si leur rang est supérieur à celui de la sous-porteuse la plus basse utilisée.

La puissance totale transmise dans la bande de 138 à 276 kHz ne sera pas supérieure à $13,3$ dBm, ce qui équivaut à une densité PSD moyenne émise qui n'est pas supérieure à -38 dBm/Hz.

Il est recommandé que les valeurs de g_i pour les sous-porteuses dont $g_i > 0$ soient comprises entre $\pm 2,5$ dB par rapport à g_{sync} , pendant l'initialisation et les permutations de bits ultérieures, afin d'éviter des brouillages cyclostationnaires dus au symbole de synchronisation.

B.2.2.3.3 Symbole de synchronisation

Au moment de l'initialisation, le niveau de référence de densité PSD en émission symbole de synchronisation doit être mis à $-38 + 10\log(g_{sync}^2)$ dBm/Hz, g_{sync}^2 étant définie comme la valeur moyenne de g_i^2 sur les sous-porteuses utilisées (c'est-à-dire $b_i > 0$). Le niveau de référence de densité PSD en émission du symbole de synchronisation ne sera pas mis à jour avec des modifications de gain de sous-porteuses utilisées pendant le signal SHOWTIME.

Le niveau de densité PSD émis pour les sous-porteuses avec $g_i > 0$ sera le niveau de référence de densité PSD en émission du symbole de synchronisation. Les niveaux de densité PSD émis pour les sous-porteuses avec $g_i = 0$ seront au minimum inférieurs de 10 dB au niveau de densité PSD en émission du symbole de synchronisation, si leur rang est inférieur à celui de la sous-porteuse la plus basse utilisée (plus petit indice i tel que $b_i > 0$); ils seront inférieurs au niveau de la densité PSD émise si leur rang est supérieur à celui de la sous-porteuse la plus basse utilisée.

La densité PSD émise pour un symbole de synchronisation diffère de celle émise pour des symboles de données du fait que les gains g_i s'appliquent uniquement à ces derniers. Les gains g_i sont calculés

pour des constellations à points multiples en vue d'égaliser les taux d'erreurs prévisionnels sur toutes les sous-porteuses et sont de ce fait sans intérêt pour les sous-porteuses avec modulation 4-QAM utilisées pour le symbole de synchronisation.

B.2.3 Sous-porteuses de données (remplace le 8.11.1.1)

L'analyse du signal de canal (R-REVERB1) définie au B.3.7 autorise un maximum de 63 sous-porteuses, l'utilisation des sous-porteuses de rang $n = 1$ à 32 étant toutefois optionnelle et négociée au moyen des procédures G.994.1 (voir B.3.1 et B.3.2). La limite inférieure de n est déterminée en partie par les filtres de séparation RNIS/ADSL. Si un multiplexage de fréquences est utilisé pour séparer les signaux ADSL amont et aval, la limite supérieure est alors déterminée par les filtres de séparation des signaux amont et aval. Les fréquences de coupure de ces filtres sont au choix du constructeur et le domaine des valeurs utilisables pour n est déterminé lors de l'estimation du canal.

B.2.4 Fréquence pilote

Il n'existe pas de fréquence pilote amont, l'unité ATU-R effectuera la synchronisation de la boucle esclave sur la fréquence pilote aval.

B.2.5 Fréquence de Nyquist (complète le 8.11.1.2)

La fréquence de Nyquist amont sera égale à 276 kHz, correspondant à la sous-porteuse n° 64.

B.2.6 Modulation par la transformation de Fourier discrète inverse (voir 8.11.2)

La transformation de modulation définit la relation entre les 128 valeurs réelles x_k et la transformée Z_i :

$$x_k = \sum_{i=0}^{127} \exp\left(\frac{j\pi ki}{64}\right) Z_i \quad \text{pour } k = 0 \text{ à } 127$$

Le codeur et la normalisation génèrent des valeurs complexes de Z_i correspondant à des tonalités de 1 à 63 (avec en plus une valeur nulle pour la composante continue et une valeur réelle si la fréquence de Nyquist est utilisée). La génération des valeurs réelles x_k nécessitera de compléter les valeurs de Z_i de sorte que le vecteur Z présente une symétrie hermitique. Ceci signifie que:

$$Z_i = \text{conj}[Z_{128-i}] \quad \text{pour } i = 65 \text{ à } 128$$

Si les porteuses $N = 1$ à 32 ne sont pas utilisées, on a alors:

$$Z_i = 0 \quad \text{pour } i = 1 \text{ à } 32$$

NOTE – Les égalités suivantes sont valables pour les valeurs symétriques de l'émetteur complexe conjugué,

$$Z_i = \text{conj}[Z_{64-i}] \quad \text{pour } i = 1 \text{ à } 31$$

$$Z_{32} = 0$$

B.2.7 Symbole de synchronisation (complète le 8.11.3)

La configuration de données utilisée dans le symbole de synchronisation sera la séquence pseudo-aléatoire PRU (d_n , pour $n = 1$ à 128) définie de la manière suivante:

$$d_n = 1 \quad \text{pour } n = 1 \text{ à } 6$$

$$d_n = d_{n-5} \oplus d_{n-6} \quad \text{pour } n = 7 \text{ à } 128$$

Les bits sont utilisés de la manière suivante: le premier couple de bits (d_1, d_2) est utilisé pour les sous-porteuses de composante continue et de Nyquist (la puissance qui leur est assignée est évidemment nulle, de sorte qu'elles sont ignorées en réalité); le premier et le deuxième bit des couples suivants sont utilisés pour définir les valeurs de X_i et Y_i pour $i = 1$ à 63, comme indiqué par le Tableau 7-13.

B.2.8 Préfixe cyclique (remplace le 8.12)

Le préfixe cyclique sera utilisé pour tous les symboles à partir du segment C-REVERB3 de la séquence d'initialisation, telle qu'elle est définie au 10.7.2.

Les 8 derniers échantillons de sortie de la transformation IDFT (x_k pour $k = 120$ à 127) seront placés en tête du bloc de 64 échantillons et envoyés de manière séquentielle au convertisseur N/A. Ceci signifie que la succession des rangs des k échantillons sera 120...127, 0...127.

B.3 Initialisation (voir le paragraphe 10)

B.3.1 Prise de contact – Unité ATU-C (complète le 10.2)

B.3.1.1 Messages CL (complète le 10.2.1)

Voir le Tableau B.1.

Tableau B.1/G.992.1 – Définition des bits NPar(2) du message CL de l'unité ATU-C pour l'Annexe B

bit NPar(2)	Définition
Tonalités 1 à 32	Indique, s'il est positionné sur "1", que l'unité ATU-C est en mesure de recevoir les tonalités amont 1 à 32 pendant le conditionnement de l'émetteur-récepteur (s'applique uniquement pour les procédures G.992.1 dans l'Annexe B).

B.3.1.2 Messages MS (complète le 10.2.2)

Voir le Tableau B.2.

Tableau B.2/G.992.1 – Définition des bits NPar(2) du message MS de l'unité ATU-C pour l'Annexe B

bit NPar(2)	Définition
Tonalités 1 à 32	Indique, s'il est positionné sur "1", que l'unité ATU-R est autorisée à émettre les tonalités amont 1 à 32 pendant le conditionnement de l'émetteur-récepteur (s'applique uniquement pour les procédures G.992.1 dans l'Annexe B).

B.3.2 Prise de contact – Unité ATU-R (complète le 10.3)

B.3.2.1 Messages CLR (complète le 10.3.1)

Voir le Tableau B.3.

Tableau B.3/G.992.1 – Définition des bits NPar(2) du message CLR de l'unité ATU-R pour l'Annexe B

bit NPar(2)	Définition
Tonalités 1 à 32	Indique, s'il est positionné sur "1", que l'unité ATU-R est en mesure d'émettre les tonalités amont 1 à 32 pendant le conditionnement de l'émetteur-récepteur (s'applique uniquement pour les procédures G.992.1 dans l'Annexe B).

B.3.2.2 Messages MS (complète le 10.3.2)

Voir le Tableau B.4.

Tableau B.4/G.992.1 – Définition des bits NPar(2) du message MS de l'unité ATU-R pour l'Annexe B

bit NPar(2)	Définition
Tonalités 1 à 32	Positionné sur "1" si, et seulement si, ce bit était positionné sur "1" à la fois dans le dernier message CL et dans le dernier message CLR. Indique que l'unité est autorisée à émettre les tonalités amont 1 à 32 (ou un sous-ensemble) pendant le conditionnement de l'émetteur-récepteur (s'applique uniquement pour les procédures G.992.1 dans l'Annexe B).

B.3.3 Réduction de la puissance (complète le 10.4.5.1)

Si la puissance totale mesurée pour 12 sous-porteuses consécutives dans le domaine de 36 à 51 pendant la durée du signal R-REVERB1 est supérieure à 3 dBm, la densité PSD pour le signal C-REVERB1 et tous les signaux aval suivants sera conforme aux valeurs du Tableau B.5.

L'unité ATU-C choisira 12 sous-porteuses consécutives dans le domaine de 36 à 51 qui sont effectivement émises avec une puissance nominale par l'unité ATU-R. Si l'unité ATU-C ne peut pas trouver 12 telles sous-porteuses, elle peut alors en utiliser un nombre plus réduit pour la mesure de la puissance amont, mais une compensation adéquate sera faite pour la mesure.

Tableau B.5/G.992.1 – Réduction de la densité PSD aval en fonction de la puissance amont reçue

Puissance amont reçue (dBm) <	0	1,5	3	4,5	6	7,5	9
Densité PSD aval maximale (dBm/Hz)	-40	-42	-44	-46	-48	-50	-52

Le niveau choisi deviendra le niveau de référence pour tous les calculs ultérieurs de gain.

B.3.4 Estimation de l'atténuation moyenne sur la boucle amont (voir 10.8.9.1)

La puissance émise totale utilisée pour ce calcul sera égale à 13,3 dBm pour les niveaux de densité PSD autorisés de -38 dBm/Hz sur la bande de 138 à 276 kHz.

B.3.5 Estimation de l'atténuation moyenne de la boucle aval (voir 10.9.8.1)

La puissance totale émise, utilisée pour ce calcul, peut prendre des valeurs appartenant au domaine de 19,9 dBm à 7,9 dBm par incréments de -2 dB avec les densités PSD autorisées telles qu'elles sont définies par le Tableau B.5 (de -40 dBm/Hz à -52 dBm/Hz) sur la bande de 138 à 1104 kHz.

B.3.6 Signal C-PILOT1 (pour le 10.4.3)

On utilisera la valeur $f_{C-PILOT1} = 414$ kHz correspondant à $n_{C-PILOT1} = 96$.

B.3.7 Signal R-REVERB1 (complète le 10.5.2)

La configuration de données utilisée pour le signal R-REVERB1 sera la séquence pseudo-aléatoire PRU (d_n , pour $n = 1$ à 128) définie comme suit:

$$\begin{aligned}d_n &= 1 && \text{pour } n = 1 \text{ à } 6 \\d_n &= d_{n-5} \oplus d_{n-6} && \text{pour } n = 7 \text{ à } 128\end{aligned}$$

Ces bits seront utilisés de la manière suivante: le premier couple de bits (d_1, d_2) est utilisé pour les sous-porteuses de composante continue et de Nyquist (la puissance qui leur est assignée est évidemment nulle, de sorte qu'elles sont ignorées en réalité); les premier et deuxième bits des couples suivants sont utilisés pour définir les valeurs de X_i et Y_i pour $i = 1$ à 63, telles qu'elles sont définies pour le signal C-REVERB1 (voir 10.4.5).

NOTE – Les bits d_1 à d_6 sont réinitialisés pour chaque symbole, de sorte que tous les symboles R-REVERB1 utiliseront les mêmes données.

B.3.8 Signal R-MEDLEY (remplace le 10.7.8)

Le signal R-MEDLEY est un signal pseudo-aléatoire à large bande utilisé pour l'estimation du rapport signal sur bruit aval au niveau de l'unité ATU-C. Les données transmises sont générées à partir de la séquence pseudo-aléatoire PRU et modulées comme défini au 10.5.2. Le préfixe cyclique est utilisé contrairement à ce qui est le cas pour le signal R-REVERB1 et la séquence de données est continue d'un symbole à l'autre; comme la séquence a une longueur de 63 bits et que 128 bits sont utilisés pour chaque symbole, le vecteur de sous-porteuse pour le signal R-MEDLEY change en conséquence de chaque symbole au suivant. Le signal R-MEDLEY est transmis pendant une durée de 16 384 symboles. L'unité ATU-R passera dans l'état R-REVERB4 à la suite de l'état R-MEDLEY.

B.3.9 Signal C-MSG2 (complète le 10.8.9)

Les valeurs suivantes seront utilisées:

$$n_{\text{C-MSG1}} = 75$$

$$n_{\text{C-MSG2}} = 91$$

B.3.10 Signal R-MSG2 (complète le 10.9.8)

Les valeurs suivantes seront utilisées:

$$N_{\text{R-MSG1}} = 44$$

$$N_{\text{R-MSG2}} = 49$$

B.3.11 Signaux C-ECT et R-ECT (complète les 10.4.7 et 10.5.4)

La spécification sera interprétée uniquement comme une valeur maximale pour les signaux C-ECT et R-ECT, du fait que ces signaux sont définis par le fournisseur (voir 10.4.7 et 10.5.4). Ce niveau maximal est égal à $-39 - 2n_{\text{PCB}}$ dBm/Hz (pour le signal C-ECT n indiquant la réduction de puissance, pour $n = 0$ à 6) et à -37 dBm/Hz (pour le signal R-ECT) dans la bande de 138 à 1104 kHz (pour le signal C-ECT) et 276 (pour le signal R-ECT). Les sous-porteuses 1 à 31 peuvent être utilisées, mais la puissance dans la bande RNIS se conformera à la spécification donnée aux B.1.3 et B.2.2.

B.3.12 Signal C-B&G (remplace le 10.8.13)

Le signal C-B&G sera utilisé pour transmettre vers l'unité ATU-R les informations de bits et de gains $\{b_1, g_1, b_2, g_2, \dots, b_{63}, g_{63}\}$ devant être utilisées pour les sous-porteuses amont. Le bit b_i indique le nombre de bits devant être codés par l'émetteur de l'unité ATU-R sur la sous-porteuse aval de rang i ;

le bit g_i indique le facteur de normalisation qui sera appliqué à la sous-porteuse aval de rang i par rapport au gain utilisé sur la même porteuse pour l'émission du signal R-MEDLEY. Etant donné qu'aucun bit ni aucune énergie ne sera transmis pour la composante continue et pour la moitié de la période d'échantillonnage, les bits b_0, g_0, b_{64} et g_{64} sont supposés tous nuls et ne seront pas transmis.

Chacun des bits b_i sera représenté sous la forme d'un nombre entier de 4 bits, avec des valeurs de b_i comprises entre zéro et le nombre maximal N_{upmax} de bits que l'unité ATU-R s'apprête à moduler sur chaque sous-porteuse, la valeur de N_{upmax} étant transmise dans le signal R-MSG1.

Chacun des bits g_i sera représenté sous la forme d'un nombre de 12 bits sans signe avec une virgule binaire implicite située immédiatement à la droite du troisième bit le plus significatif. Une valeur de bit g_i avec la représentation binaire 001.01000000_2 (bit le plus significatif en tête) indique, par exemple, que l'unité ATU-R doit utiliser un facteur de normalisation égal à 1,25 pour la porteuse de rang i , de sorte que la puissance de cette dernière se situera à 1,94 dB au-dessus de son niveau pour le signal R-MEDLEY.

Les bits b_i et g_i seront positionnés sur zéro (respectivement 0000 et 00000000 0000) pour les sous-porteuses sur lesquelles aucune donnée n'est émise et auxquelles le récepteur n'allouera aucun bit (par exemple, des sous-porteuses hors bande). Le bit b_i sera positionné sur "0" et le bit g_i sur une valeur située entre 0,19 et 1,33 (000.001100000_2 à 001.010101011_2) pour les sous-porteuses qui ne véhiculent actuellement pas de données, mais auxquelles le récepteur peut allouer des bits par la suite (par exemple, en cas d'amélioration du rapport signal sur bruit).

Les informations C-B&G seront mappées dans un message m de 1008 bits (126 octets) défini comme suit:

$$m = \{m_{1007}, m_{1006}, \dots, m_1, m_0\} = \{g_{63}, b_{63}, \dots, g_1, b_1\}$$

les bits b_i et g_i les plus significatifs de l'octet m de rang le plus élevé et l'octet m_0 étant transmis en premier. Le message m sera transmis dans 126 symboles en utilisant la méthode décrite dans 10.8.9.

L'unité ATU-C passera dans l'état C-CRC5 à la suite de l'état C-B&G. La Figure B.5 représente le nouveau diagramme temporel de la séquence d'initialisation (partie 2) (modifié à partir du diagramme donné au 10.9.18).

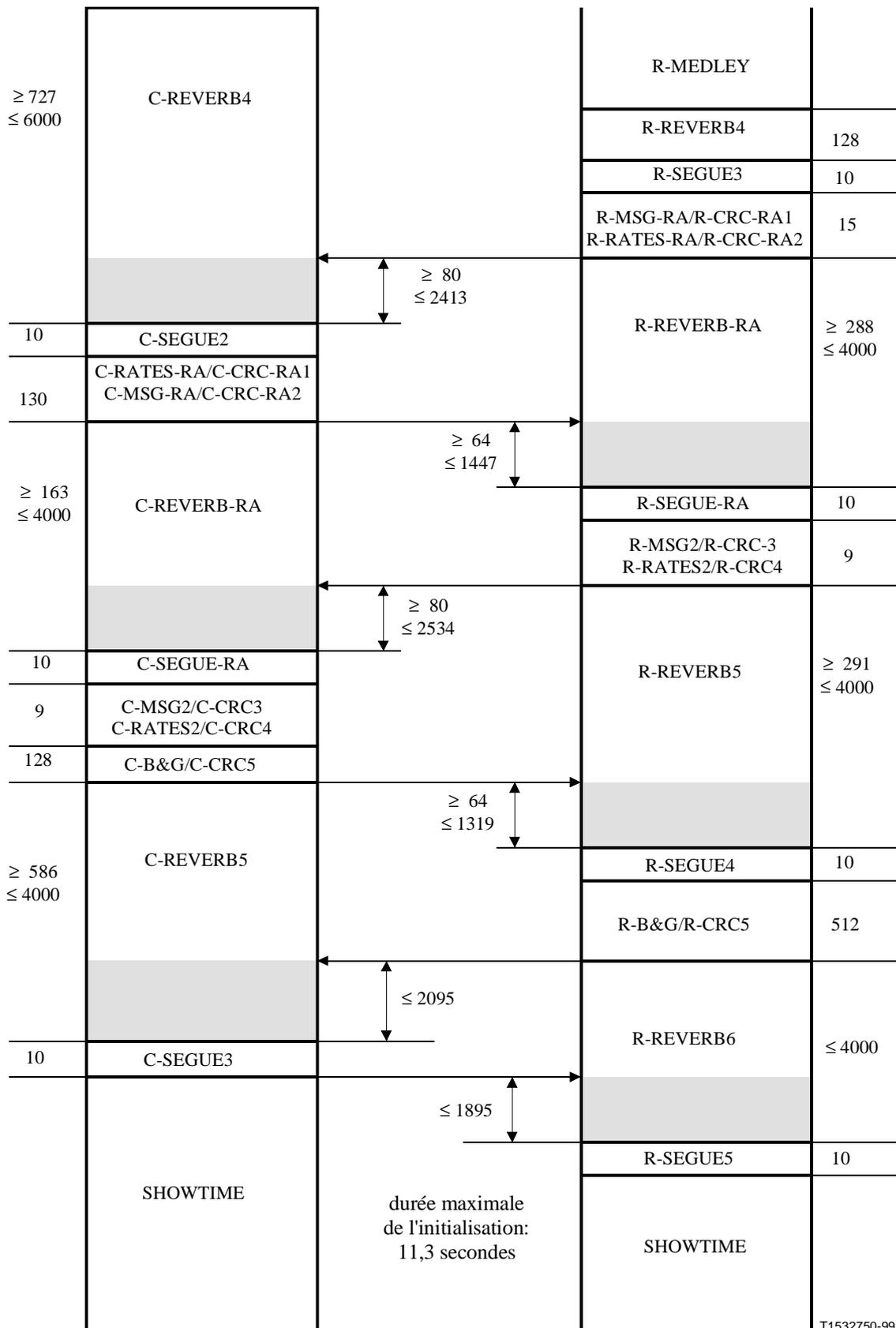


Figure B.5/G.992.1 – Diagramme temporel de la séquence d'initialisation – Partie 2

ANNEXE C

Prescriptions spécifiques pour un système ADSL fonctionnant sur le même câble qu'un accès RNIS, tel qu'il est défini dans l'Appendice III de la Recommandation UIT-T G.961

C.1 Domaine d'application

La présente annexe décrit celles des spécifications qui sont propres à un système ADSL coexistant sur un même câble avec une liaison RNIS-TCM telle qu'elle est définie dans l'Appendice III de la Recommandation G.961. Les sous-paragraphes de la présente annexe fournissent des informations qui complètent ou remplacent les paragraphes du texte principal. La nature des informations est indiquée entre parenthèses dans le titre de chaque sous- paragraphe. Les modifications décrites dans la présente annexe permettent d'améliorer les performances d'un système ADSL tel qu'il est spécifié dans l'Annexe A, lorsque ce système se trouve dans un environnement dans lequel il coexiste sur un même câble avec une liaison RNIS-TCM. La présente annexe définit également ceux des paramètres du système ADSL qui n'ont pas été définis dans le texte principal de la présente Recommandation. Il est recommandé qu'un système ADSL qui implémente l'Annexe C implémente également l'Annexe A.

C.2 Définitions

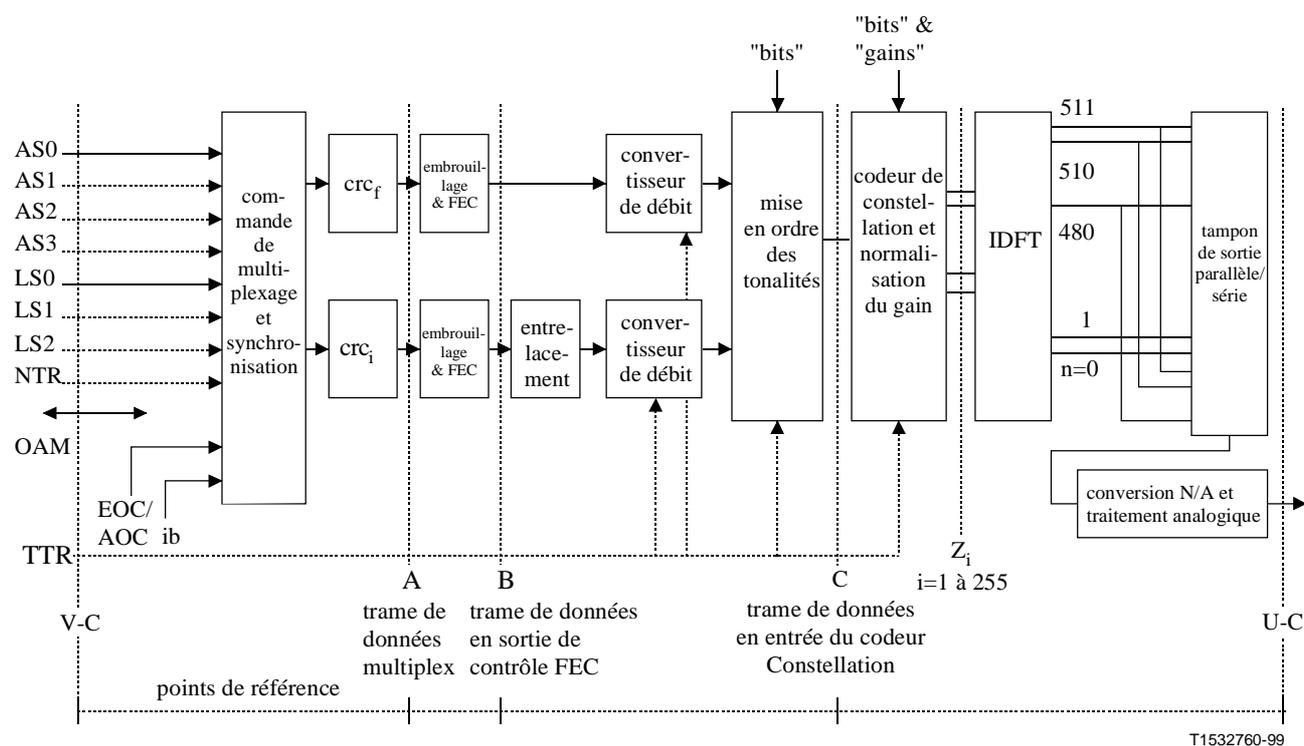
Bitmap-F _C	Table de bits de l'émetteur ATU-R en présence de bruits de diaphonie FEXT provoqués par la liaison RNIS-TCM au niveau de l'unité ATU-C
Bitmap-F _R	Table de bits de l'émetteur ATU-C en présence de bruits de diaphonie FEXT provoqués par la liaison RNIS-TCM au niveau de l'unité ATU-R
Bitmap-N _C	Table de bits de l'émetteur ATU-R en présence de bruits de diaphonie NEXT provoqués par la liaison RNIS-TCM au niveau de l'unité ATU-C
Bitmap-N _R	Table de bits de l'émetteur ATU-C en présence de bruits de diaphonie NEXT provoqués par de la liaison RNIS-TCM au niveau de l'unité ATU-R
Table de bits duale	Le procédé de table de bits duale utilise deux débits de données différents pour les situations de bruits de diaphonie FEXT et NEXT provoqués par la liaison RNIS-TCM
Table de bits FEXT	Comparable à la table de bits duale, mais avec émission uniquement en présence de bruits de diaphonie FEXT provoqué par la liaison RNIS-TCM
Durée FEXT _C	Estimation au niveau de l'unité ATU-R de la durée de la diaphonie FEXT provoquée au niveau de l'unité ATU-C par la liaison RNIS-TCM
Symbole FEXT _C	Symbole DMT émis par l'unité ATU-R pendant la durée de la diaphonie FEXT provoquée par la liaison RNIS-TCM
Durée FEXT _R	Estimation au niveau de l'unité ATU-C de la durée de la diaphonie FEXT provoquée au niveau de l'unité ATU-R par la liaison RNIS-TCM
Symbole FEXT _R	Symbole DMT émis par l'unité ATU-C pendant la durée de la diaphonie FEXT provoquée par la liaison RNIS-TCM
Hypertrame	Structure de 5 supertrames qui synchronise la référence TTR
Durée NEXT _C	Estimation au niveau de l'unité ATU-R de la durée de la diaphonie NEXT provoquée au niveau de l'unité ATU-C par la liaison RNIS-TCM

Symbole NEXT _C	Symbole DMT émis par l'unité ATU-R pendant la durée de la diaphonie NEXT provoquée par la liaison RNIS-TCM
Durée NEXT _R	Estimation au niveau de l'unité ATU-C de la durée de la diaphonie NEXT provoquée au niveau de l'unité ATU-R par la liaison RNIS-TCM
Symbole NEXT _R	Symbole DMT émis par l'unité ATU-C pendant la durée de la diaphonie NEXT provoquée par la liaison RNIS-TCM
N _{SWF}	compteur de trames de fenêtre glissante (<i>sliding window frame counter</i>)
Sous-trame	10 symboles DMT consécutifs (à l'exception des symboles de synchronisation) conformément à la référence TTR
Référence TTR	Référence temporelle de la liaison RNIS-TCM
Référence TTR _C	Référence temporelle utilisée dans l'unité ATU-C
Référence TTR _R	Référence temporelle utilisée dans l'unité ATU-R
UI	intervalle unitaire (<i>unit interval</i>)

C.3 Modèles de référence

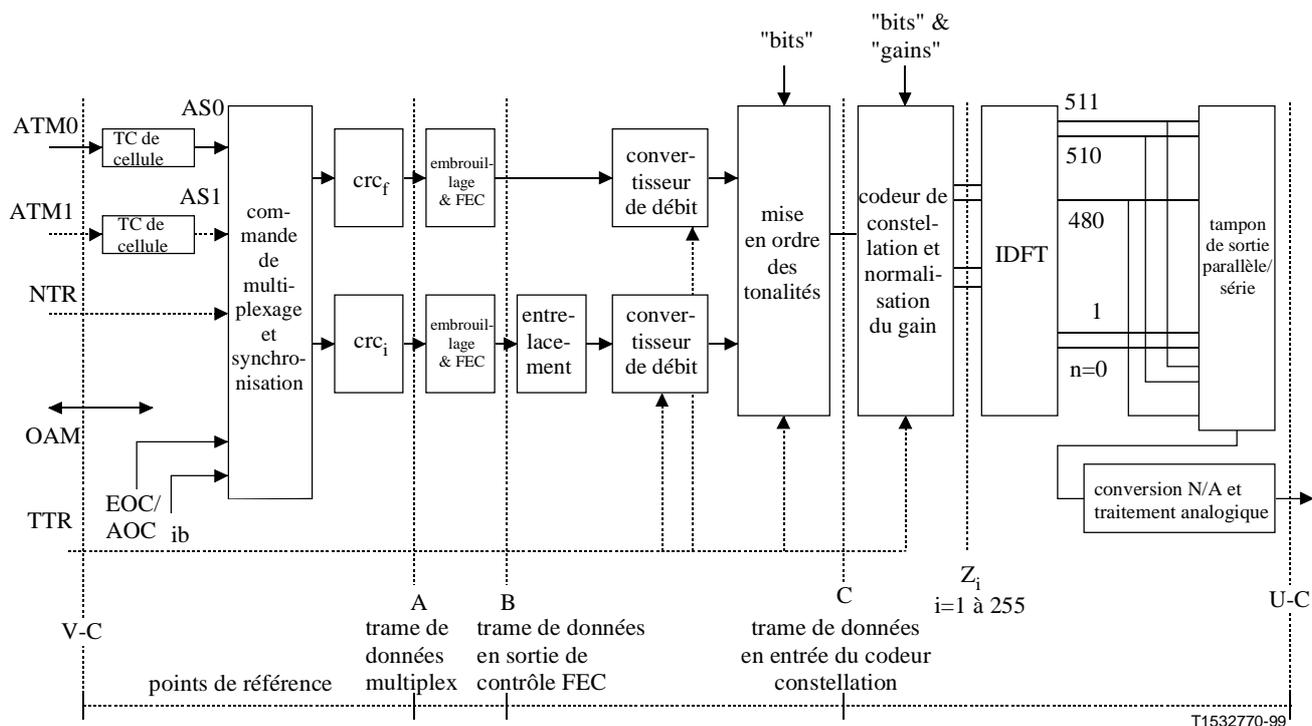
C.3.1 Modèle de référence de l'émetteur ATU-C (remplace les figures du 5.1)

Voir Figures C.1 et C.2.



NOTE – La référence TTR n'est pas nécessairement fournie par l'horloge de la liaison RNIS-TCM et peut être générée par l'unité ATU-C.

Figure C.1/G.992.1 – Modèle de référence de l'émetteur ATU-C pour le transport STM

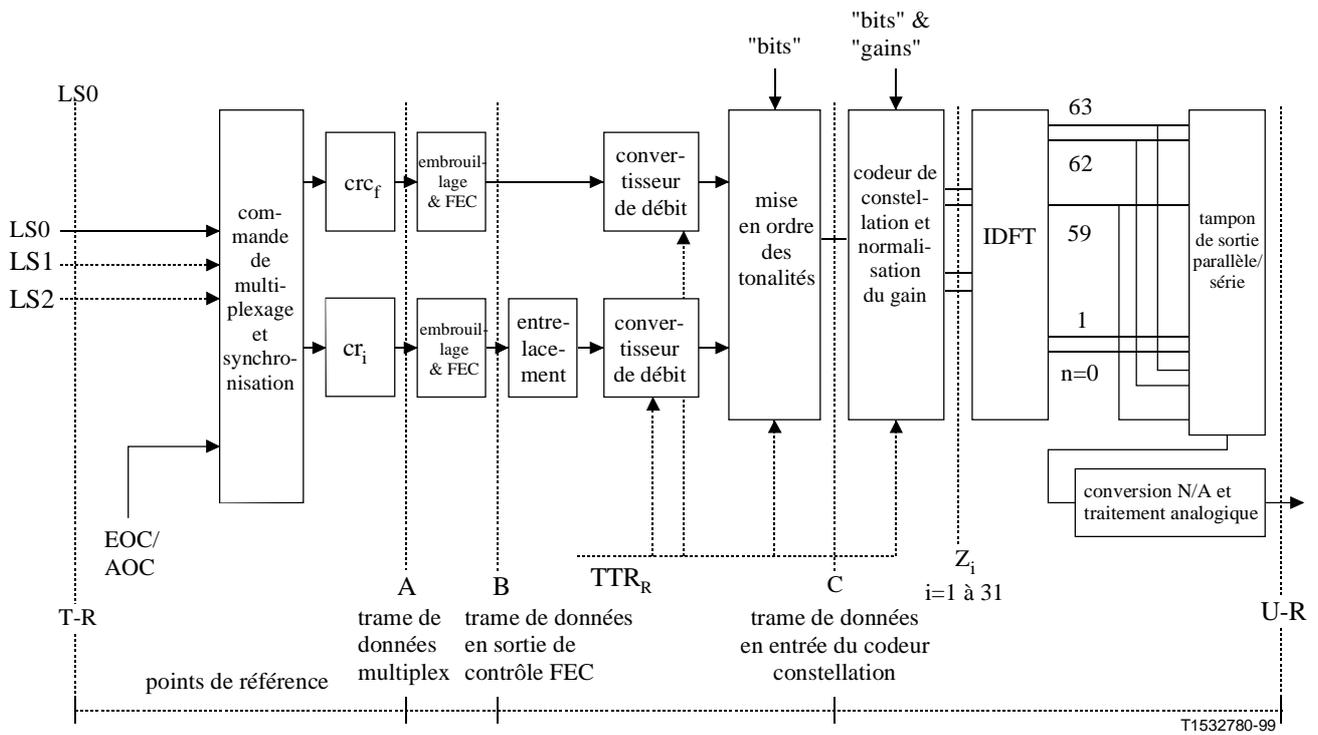


NOTE – La référence TTR n'est pas nécessairement fournie par l'horloge de la liaison RNIS-TCM et peut être générée par l'unité ATU-C.

Figure C.2/G.992.1 – Modèle de référence de l'émetteur ATU-C pour le transport ATM

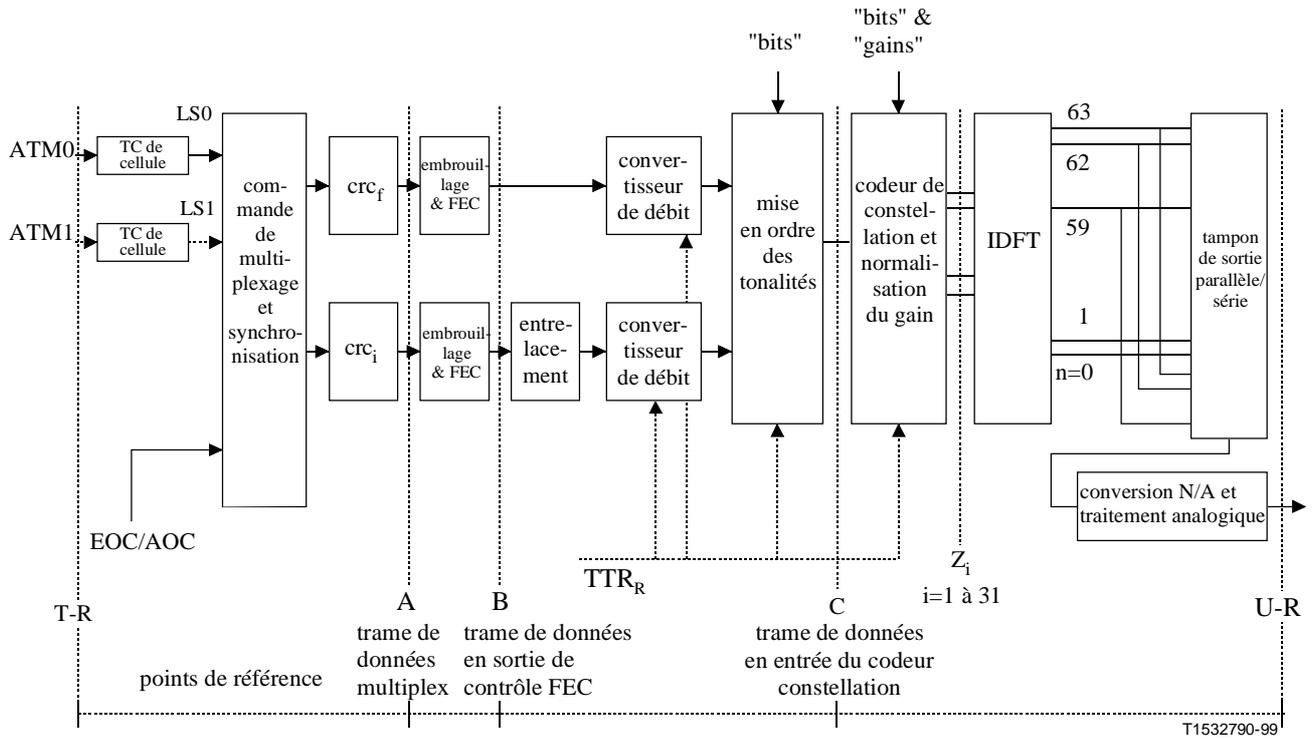
C.3.2 Modèles de référence de l'émetteur ATU-R (remplace les figures du 5.2)

Voir Figures C.3 et C.4.



NOTE – La référence TTR_R sera générée par l'unité ATU-R à partir du signal TTR_C reçu et sera verrouillée sur une valeur égale à 690 périodes de l'horloge d'échantillonnage amont (276 kHz).

Figure C.3/G.992.1 – Modèle de référence de l'émetteur ATU-R pour le transport STM



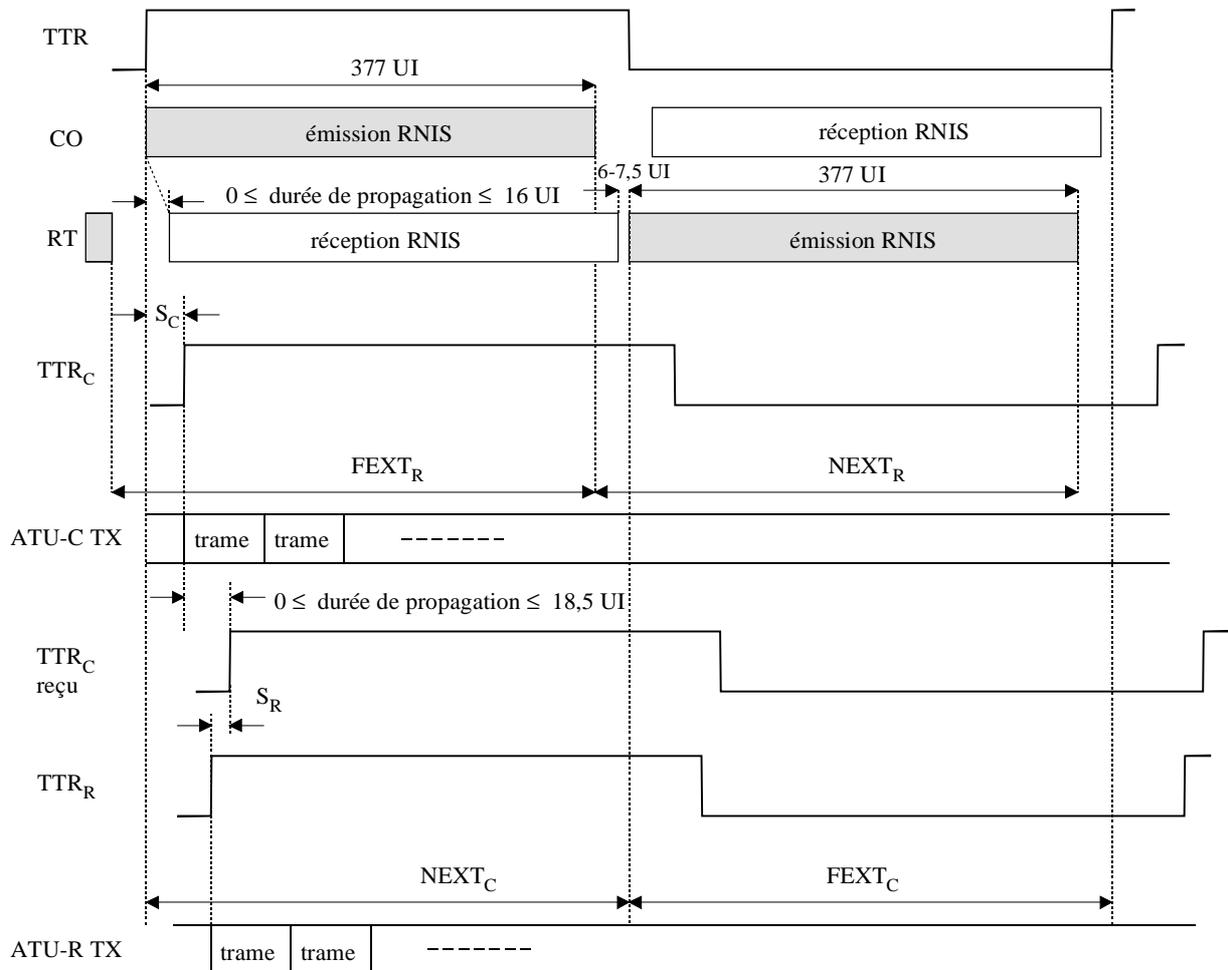
NOTE – La référence TTR_R sera générée par l'unité ATU-R à partir du signal TTR_C reçu et sera verrouillée sur une valeur égale à 690 périodes de l'horloge d'échantillonnage amont (276 kHz).

Figure C.4/G.992.1 – Modèle de référence de l'émetteur ATU-R pour le transport ATM

C.3.3 Modèle temporel pour l'émetteur ATU-C/R (remplace le 5.3)

C.3.3.1 Modèle temporel pour la diaphonie RNIS-TCM (nouveau)

La Figure C.5 présente le diagramme de temps pour la diaphonie provoquée par la liaison RNIS-TCM.



T1532800-99

1 UI = 3,125 μ s

les diaphonies $FEXT_R$ et $NEXT_R$ sont estimées au niveau de l'unité ATU-C

les diaphonies $FEXT_C$ et $NEXT_C$ sont estimées au niveau de l'unité ATU-R

TTR Référence temporelle de liaison RNIS-TCM

TTR_C Référence temporelle utilisée dans l'unité ATU-C

TTR_C reçu Référence TTR_C reçue à l'unité ATU-R

TTR_R Référence temporelle utilisée dans l'unité ATU-R

S_C 55 × 0,9058 μ s: décalage de la référence TTR par rapport à TTR_C

S_R -42 × 0,9058 μ s: décalage de la référence TTR_C reçu par rapport à TTR_R

Figure C.5/G.992.1 – Diagramme de temps pour la diaphonie provoquée par la liaison RNIS-TCM

Le flux de données RNIS-TCM est transmis dans une période d'horloge TTR. Le centre de commutation (CO) émet le flux pendant la première moitié de la période TTR et le terminal distant (RT) émet pendant la deuxième moitié de la période TTR. L'unité ATU-C reçoit le bruit de paradiaphonie (NEXT) du RNIS pendant la première moitié de la période TTR et le bruit de télédiaphonie (FEXT) du RNIS pendant la deuxième moitié de la période RNIS-TCM. De la même manière, l'unité reçoit le bruit FEXT du RNIS pendant la première moitié de la période TTR et le bruit NEXT du RNIS pendant la deuxième moitié de la période TTR.

Comme défini aux C.7.6.2 et C.7.8.3, l'unité ATU-C estimera les durées pendant lesquelles se manifestent les diaphonies $FEXT_R$ et $NEXT_R$ au niveau de l'unité ATU-R et cette dernière estimera les durées des diaphonies $FEXT_C$ et $NEXT_C$ au niveau de l'unité ATU-C, compte tenu du temps de propagation sur la ligne d'abonné.

L'unité ATU-C transmettra n'importe quel symbole en assurant la synchronisation avec la référence TTR_C . L'unité ATU-R transmettra tous les symboles en assurant une synchronisation avec la référence TTR_R créée à partir de la référence TTR_C reçue.

C.3.3.2 Fenêtre glissante (nouveau)

La Figure C.6 représente le diagramme temporel de transmission aval au niveau de l'unité ATU-C, valable pour l'Annexe C.

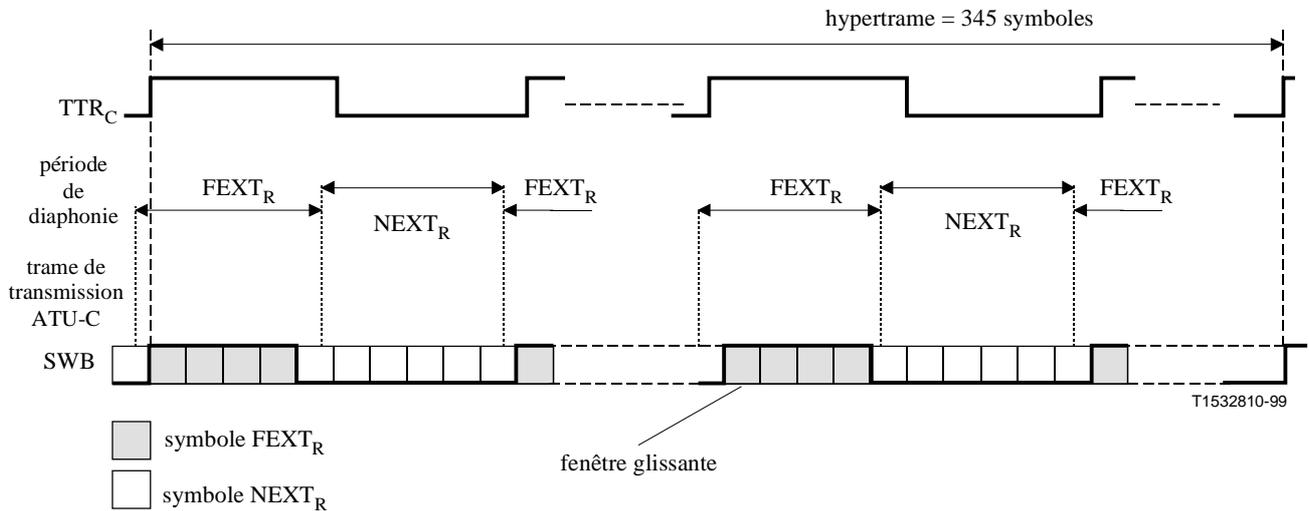


Figure C.6/G.992.1 – Fenêtre glissante pour les symboles aval

La fenêtre glissante définit les symboles de transmission dans un environnement de bruits de diaphonie synchronisé avec la période de la référence TTR . Le symbole $FEXT_{C/R}$ représente le symbole qui se trouve entièrement à l'intérieur de la durée de présence de la télédiaphonie $FEXT_{C/R}$. Le symbole $NEXT_{C/R}$ représente tout symbole qui englobe la durée de présence de la paradiaphonie $NEXT_{C/R}$. Il en résulte que les symboles $NEXT_{C/R}$ sont plus nombreux que les symboles $FEXT_{C/R}$.

L'unité ATU-C détermine si le symbole transmis est un symbole $FEXT_R$ ou $NEXT_R$ en fonction de la fenêtre glissante et utilise la table de bits correspondante pour émettre ses signaux. L'unité ATU-R détermine de même si le symbole transmis est un symbole $FEXT_C$ ou $NEXT_C$ et utilise la table de bits correspondante. Bien que la phase de la fenêtre glissante ne soit pas synchronisée avec la référence $TTR_{C/R}$, la configuration de symboles est fixe par rapport aux 345 trames de l'hypertrame.

C.3.3.3 Synchronisation des symboles de l'unité ATU-C avec la référence TTR (nouveau)

345 symboles avec préfixe cyclique correspondent à 34 cycles de la référence TTR_C (ou à 32 cycles TTR_C en l'absence de préfixe cyclique). Ceci implique un asservissement de phase au niveau de l'unité ATU-R.

C.3.3.4 Echange de configuration binaire duale (nouveau)

L'unité ATU-C émet les symboles $FEXT_R$ en utilisant la table Bitmap- F_R (pendant la durée $FEXT_R$) et les symboles $NEXT_R$ en utilisant la table Bitmap- N_R (pendant la durée $NEXT_R$) en fonction du résultat de l'initialisation. L'unité ATU-R émet de même les symboles $FEXT_C$ en utilisant la table Bitmap- F_C (pendant la durée $FEXT_C$) et les symboles $NEXT_C$ en utilisant la table Bitmap- N_C (pendant la durée $NEXT_C$).

L'unité ATU-C aura la capacité de désactiver les configurations Bitmap- N_C et Bitmap- N_R (voir C.4.5 et C.5.3).

C.3.3.5 Synchronisation sur la boucle au niveau de l'unité ATU-R (nouveau)

La relation de phase entre les symboles reçus et émis au niveau du point de référence U-R de l'unité ATU-R respectera les tolérances indiquées dans la Figure C.7.

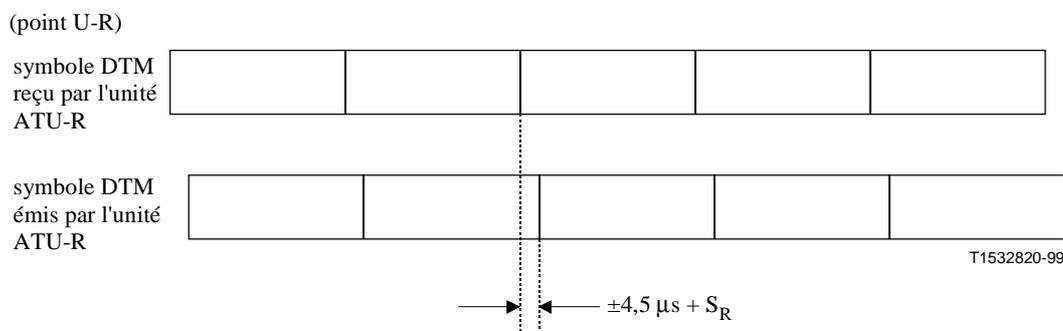


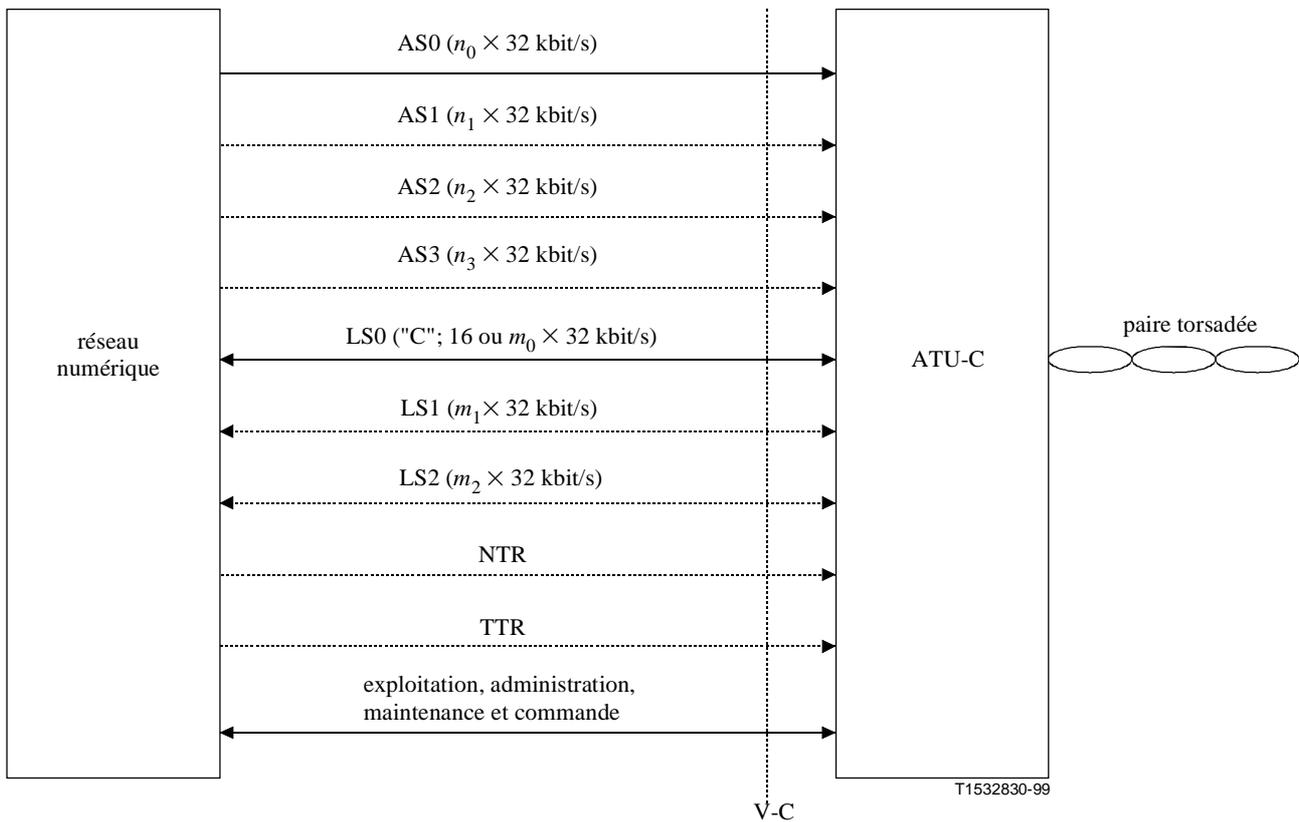
Figure C.7/G.992.1 – Synchronisation sur la boucle au niveau de l'unité ATU-R

C.4 Caractéristiques fonctionnelles de l'unité ATU-C (se rapporte au paragraphe 7)

C.4.1 Fonctionnalités propres au protocole de transmission STM (se rapporte au 7.1)

C.4.1.1 Interfaces V d'entrée et de sortie de l'unité ATU-C pour le transport STM (remplace la figure du 7.1.1)

Voir Figure C.8.



NOTE 1 – Les fonctionnalités et les canaux supports (duplex et simplex) optionnels sont indiqués par des lignes en pointillé.

NOTE 2 – La référence TTR n'est pas nécessairement fournie à partir du point de référence V-C et peut être générée par l'unité ATU-C.

Figure C.8/G.992.1 – Interfaces fonctionnelles de l'unité ATU-C au niveau du point de référence V-C pour le transport STM

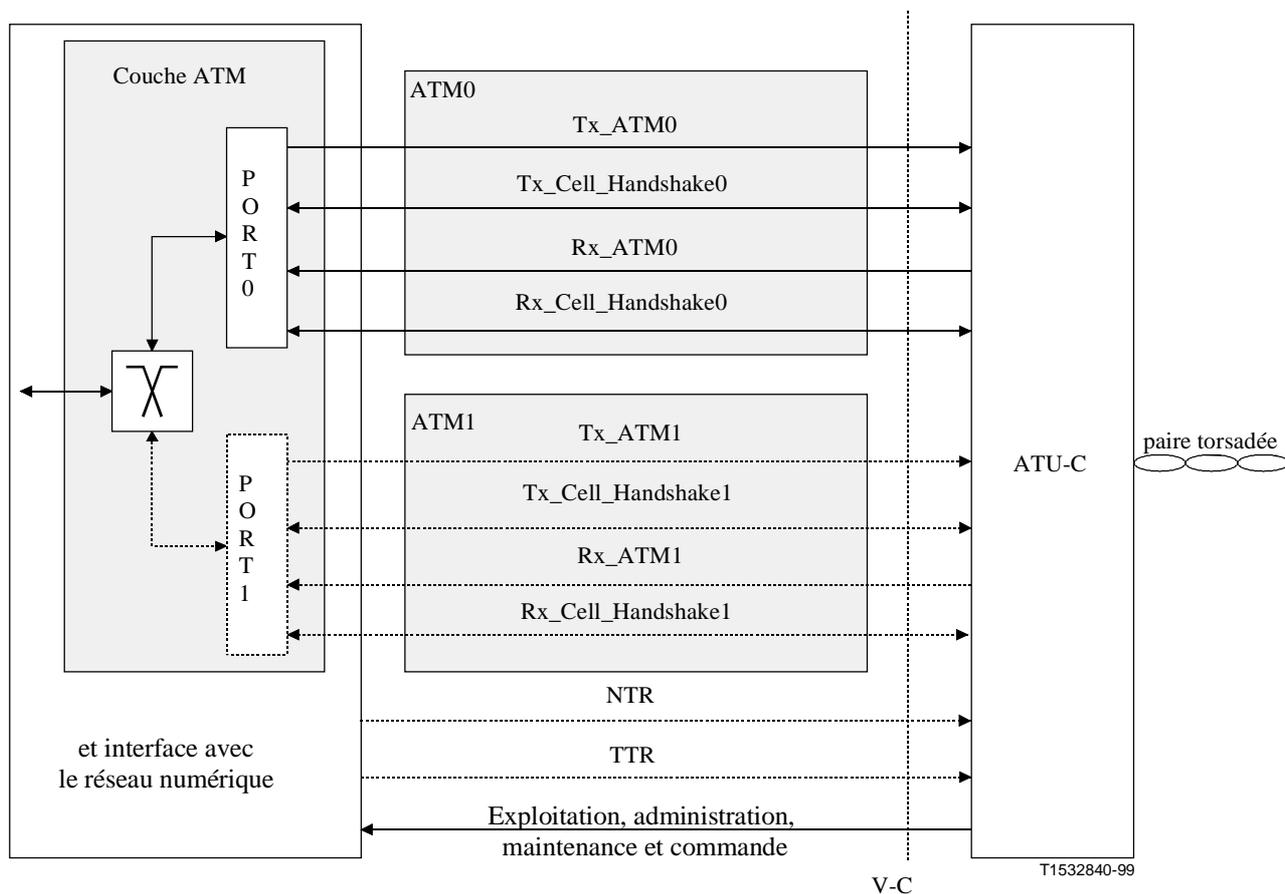
C.4.1.2 Délai de transfert de charge utile (complète le 7.1.4)

Le délai maximal de transfert de charge utile est supérieur à la valeur spécifiée au 7.1.4, du fait que l'Annexe C utilise un convertisseur de débit. Le délai unidirectionnel supplémentaire sera inférieur à 1,7 ms pour les données rapides et à 13 ms pour les données entrelacées.

C.4.2 Fonctionnalités propres au protocole de transmission ATM (se rapporte au 7.2)

C.4.2.1 Interfaces V d'entrée et de sortie de l'unité ATU-C pour le transport ATM (remplace la Figure du 7.2.1)

Voir Figure C.9.



NOTE – La référence TTR n'est pas nécessairement fournie à partir du point de référence V-C et peut être générée par l'unité ATU-C.

Figure C.9/G.992.1 – Interfaces fonctionnelles de l'unité ATU-C au niveau du point de référence V-C pour le transport ATM

C.4.2.2 Délai de transfert de charge utile (complète le 7.2.2)

Le délai maximal de transfert de charge utile est supérieur à la valeur spécifiée au 7.2.2, du fait que l'Annexe C utilise un convertisseur de débit. Le délai unidirectionnel supplémentaire sera inférieur à 1,7 ms pour les données rapides et 13 ms pour les données entrelacées.

C.4.3 Mise en trame (se rapporte au 7.4)

C.4.3.1 Structure de supertrame (complète le 7.4.1.1)

Les trames de données à l'entrée du codeur de constellation sont différentes de celles définies dans le 7.4.1.1 du fait que le convertisseur de débit modifie l'ordre des données utilisateur et des données de débit supplémentaire au niveau binaire nécessaires pour constituer les hypertrames.

C.4.3.2 Structure d'hypertrame (remplace le 7.4.1.3)

L'Annexe C utilise la structure d'hypertrame représentée dans la Figure C.10, qui indique la relation de phase entre la référence TTR_C et l'hypertrame au niveau du point U-C. Chaque hypertrame se compose de 5 supertrames numérotées de 0 à 4. Le symbole de synchronisation inverse est utilisé dans la quatrième supertrame (SPF n° 3) pour indiquer la frontière de l'hypertrame; ce symbole est généré par une inversion de 180 degrés de la phase de chaque tonalité à l'exception de la tonalité pilote (voir C.4.7.1).

L'extraction du flux de données au niveau binaire du convertisseur de débit se fait dans la fenêtre glissante conformément à la taille des tables Bitmap-F_R et Bitmap-N_R (voir C.3.3.2).

Des bits fictifs sont insérés par le convertisseur de trame à la fin de l'hypertrame de manière à obtenir un débit multiple de 32 kbit/s (voir C.4.4.2). L'hypertrame se compose de 345 symboles DMT numérotés de 0 à 344. Chaque symbole est assigné comme symbole FEXT_R ou NEXT_R pendant une durée FEXT_R ou NEXT_R (voir C.2); la formule suivante permet de déterminer la nature du N_{dmt}^e symbole DMT au niveau de l'unité ATU-C (voir la Figure C.11).

Pour N_{dmt} = 0, 1, ..., 344

$$S = 272 \times N_{\text{dmt}} \text{ modulo } 2760$$

si { (S + 271 < a) ou (S > a + b) } alors symbole FEXT_R

sinon symbole NEXT_R

Avec a = 1243 et b = 1461

Il en résulte que 128 symboles DMT sont alloués pendant la durée FEXT_R et 217 symboles DMT pendant la durée NEXT_R. La composition des symboles est la suivante:

symbole FEXT_R:

nombre de symboles utilisant la table Bitmap-F_R = 126

nombre de symboles de synchronisation = 1

nombre de symboles de synchronisation inverse = 1

symbole NEXT_R:

nombre de symboles utilisant la table Bitmap-N_R = 214

nombre de symboles de synchronisation = 3

L'unité ATU-C transmettra uniquement la tonalité pilote pour les symboles NEXT_R lorsqu'elle se trouve dans le mode FEXT.

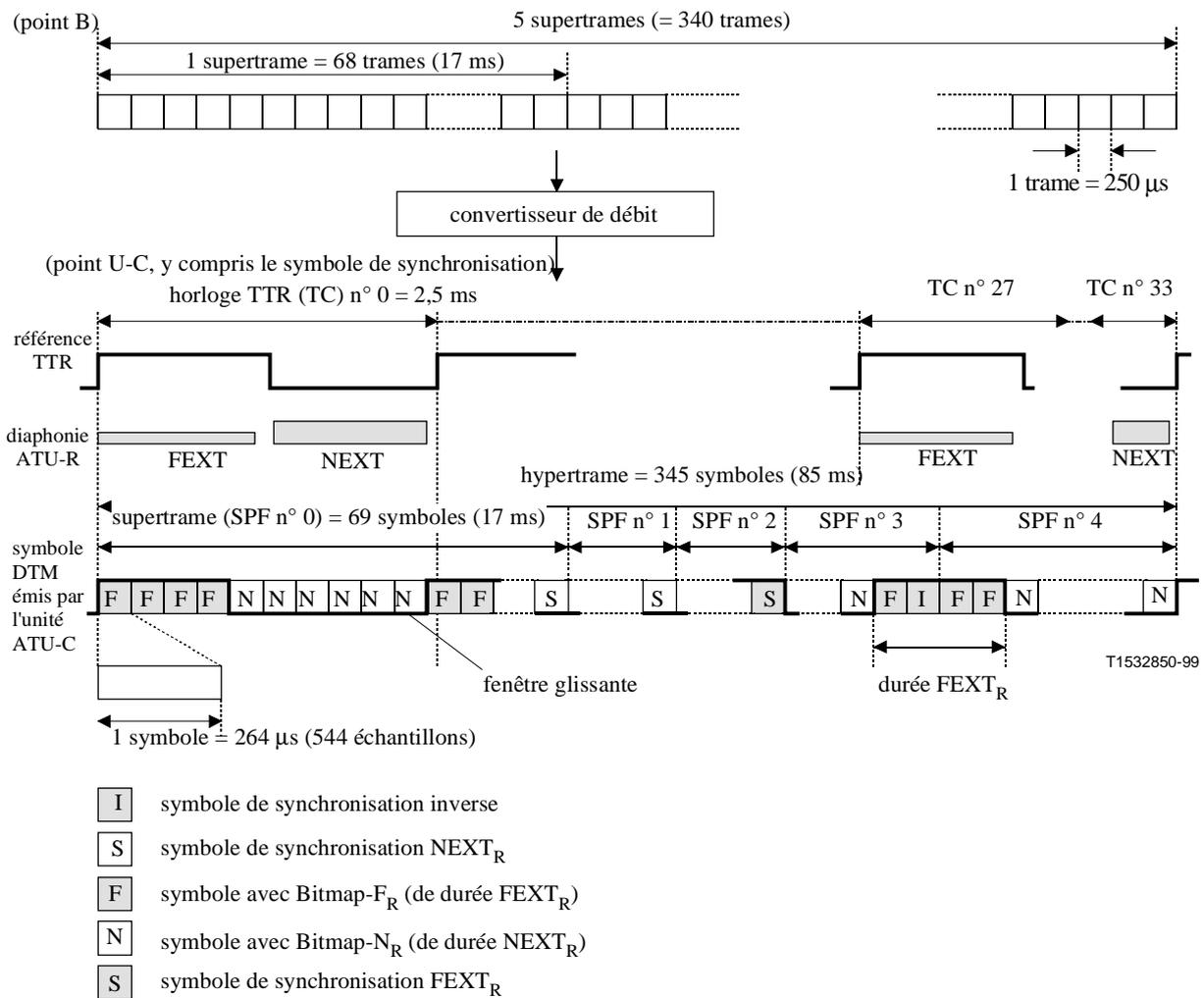


Figure C.10/G.992.1 – Structure d'hypertrame aval

référence TTR _C											
0	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
1	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	
2	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	
3	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
4		41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
5		51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
6		61	62	63	64	65	66	67	SS	69	70
7		71	72	73	74	75	76	77	78	79	80
8		81	82	83	84	85	86	87	88	89	90
9		91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
10		101	102	103	104	105	106	107	108	109	110
11			112	113	114	115	116	117	118	119	120
12			122	123	124	125	126	127	128	129	130
13			132	133	134	135	136	SS	138	139	140
14			142	143	144	145	146	147	148	149	150
15			152	153	154	155	156	157	158	159	160
16			162	163	164	165	166	167	168	169	170
17			173	174	175	176	177	178	179	180	181
18			183	184	185	186	187	188	189	190	191
19			193	194	195	196	197	198	199	200	201
20			203	204	205	SS	207	208	209	210	211
21			213	214	215	216	217	218	219	220	221
22			223	224	225	226	227	228	229	230	231
23			233	234	235	236	237	238	239	240	241
24			244	245	246	247	248	249	250	251	252
25			254	255	256	257	258	259	260	260	262
26			264	265	266	267	268	269	270	271	272
27			274	ISS	276	277	278	279	280	281	282
28			284	285	286	287	288	289	290	291	292
29			294	295	296	297	298	299	300	301	302
30			304	305	306	307	308	309	310	311	312
31			315	316	317	318	319	320	321	322	323
32			325	326	327	328	329	330	331	332	333
33			335	336	337	338	339	340	341	342	343
											SS

ISS symbole de synchronisation inverse
SS symbole de synchronisation FEXT_R
SS symbole de synchronisation NEXT_R
 symbole de données FEXT_R
 symbole de données NEXT_R

T1535330-00

Figure C.11/G.992.1 – Configuration de symboles dans une hypertrame aval avec préfixe cyclique

C.4.3.3 Structure de sous-trame (remplace le 7.4.1.4)

Une sous-trame se constitue de 10 symboles DMT consécutifs (à l'exception des symboles de synchronisation) comme indiqué par le Tableau C.1. Les 34 sous-frames constituent une hypertrame.

Tableau C.1 /G.992.1 – Sous-trame aval

n° de sous-trame	n° de symbole DMT	Note
0	0-9	
1	10-19	
2	20-29	
3	30-39	
4	40-49	
5	50-59	
6	60-70	n° 68: symbole "synch"
7	71-80	
8	81-90	
9	91-100	
10	101-110	
11	111-120	
12	121-130	
13	131-141	n° 137: symbole "synch"
14	142-151	
15	152-161	
16	162-171	
17	172-181	
18	182-191	
19	192-201	
20	202-212	n° 206: symbole "synch"
21	213-222	
22	223-232	
23	233-242	
24	243-252	
25	253-262	
26	263-272	
27	273-283	n° 275: symbole "synch" inverse
28	284-293	
29	294-303	
30	304-313	
31	314-323	
32	324-333	
33	334-344	n° 344: symbole "synch"

C.4.4 Table de bits duale et conversion de débit (remplace le 7.15)

Les fonctions de convertisseur de débit (voir C.4.4.2), de mise en ordre des tonalités (voir C.4.6), de codage de constellation et de normalisation du gain utiliseront l'une des deux tables de bits stockées dans l'unité ATU. Cette méthode est dite utiliser une "table de bits duale".

C.4.4.1 Table de bits duale (nouveau)

La méthode de table de bits duale utilise des débits binaires différents dans les conditions de bruits FEXT et NEXT, ce qui nécessite, pour la mise en ordre des tonalités, deux tables supplémentaires de bits et de gains $\{b_i, g_i\}$ et une table de bits mis en ordre b'_i . Les tables de bits duales sont commutées en synchronisme avec la configuration des symboles NEXT et FEXT de la fenêtre glissante. Le nombre de bits ainsi que les gains relatifs à utiliser pour chaque tonalité sont calculés dans l'algorithme de chargement des bits pendant la séquence d'initialisation avant d'être transmis dans les informations de bit et de gain de l'extrémité distante.

C.4.4.2 Convertisseur de débit (nouveau)

La mise en tampon faite par le convertisseur de débit modifie les frontières de la trame de données entre les points de référence B et C en fonction des tables Bitmap- F_R et Bitmap- N_R et de la fenêtre glissante. Deux convertisseurs de débit indépendants sont préparés pour les données rapides et entrelacées. Les tailles des données des tables Bitmap- F_R et Bitmap- N_R seront calculées avec les formules suivantes, et se répartiront comme le montre la Figure C.12:

si $t_{Rf} \leq n_{R\max}$:

$$n_{Rf} = t_{Rf}$$

$$n_{Ri} = n_R - n_{Rf}$$

$$f_{Rf} = t_{Rf}$$

$$f_{Ri} = f_R - f_{Rf}$$

si $t_{Rf} > n_{R\max}$:

$$n_{Rf} = n_{R\max}$$

$$n_{Ri} = 0$$

$$f_{Rf} = \begin{cases} f_{Rf4} = \left\lfloor \frac{t_{Rf} \times 10 - n_{Rf} \times 6}{4} \right\rfloor \\ f_{Rf3} = \left\lfloor \frac{t_{Rf} \times 10 - n_{Rf} \times 7}{3} \right\rfloor \end{cases}$$

$$f_{Ri} = \begin{cases} f_{Ri4} = f_R = f_{Rf4} \\ f_{Ri3} = f_R - f_{Rf3} \end{cases}$$

où:

t_{Rf} est le nombre de bits alloués dans une trame pour les octets rapides, au point de référence B.

t_{Ri} est le nombre de bits alloués pour les octets entrelacés, au point de référence B.

f_{Rf} et n_{Rf} sont les nombres de bits rapides dans les tables Bitmap- F_R et Bitmap- N_R respectivement.

f_{Rf3} est le nombre de bits rapides dans la table Bitmap- F_R si la sous-trame (voir C.4.3.3) contient trois tables Bitmap- F_R à l'exception des symboles de synchronisation.

f_{Rf4} est le nombre de bits rapides dans la table Bitmap- F_R si la sous-trame contient quatre tables Bitmap- F_R à l'exception des symboles de synchronisation.

f_{Ri} et n_{Ri} sont les nombres de bits entrelacés respectivement dans les tables Bitmap- F_R et Bitmap- N_R .

n_R est le nombre total de bits dans la table Bitmap- N_R , qui est spécifié dans les tables B&G.

Dans le mode de table de bits FEXT, les valeurs de n_{Rf} et n_{Ri} sont nulles.

Des bits fictifs de données rapides sont insérés à la fin de chaque sous-trame pour obtenir un débit multiple de 32 kbit/s et des bits fictifs de données rapides sont insérés à la fin de l'hypertrame. Le nombre de bits fictifs (*dummy*) sera calculé comme suit:

si $t_{Rf} \leq n_{Rmax}$:

$$dummy_{Rf} = 0$$

$$dummy_{Ri} = (f_{Ri} \times 126 + n_{Ri} \times 214) - t_{Ri} \times 340$$

si $t_{Rf} > n_{Rmax}$:

$$dummy_{Rf4} = (f_{Rf} \times 4 + n_{Rf} \times 6) - t_{Rf} \times 10$$

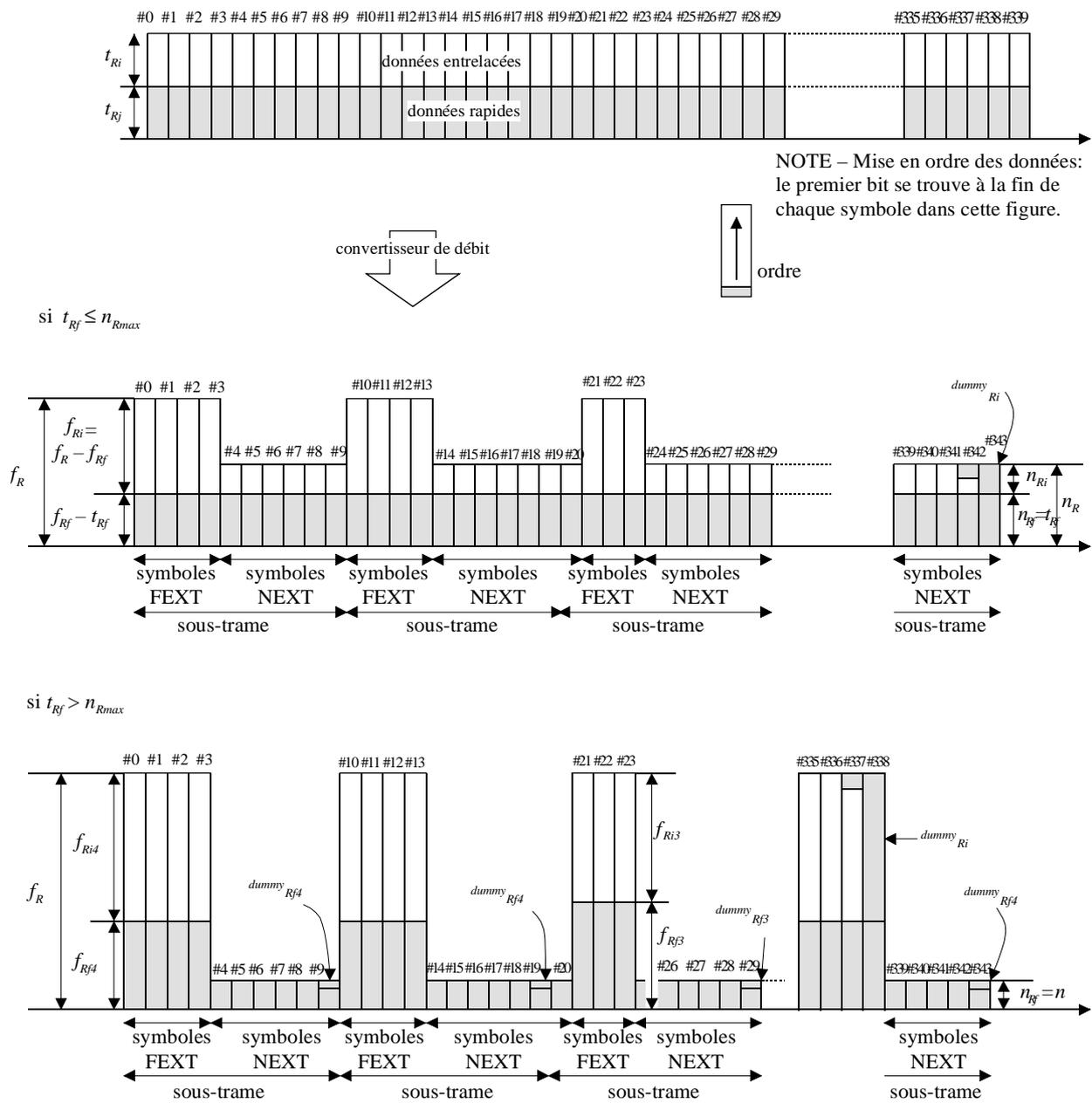
$$dummy_{Rf3} = (f_{Rf} \times 3 + n_{Rf} \times 7) - t_{Rf} \times 10$$

$$dummy_{Ri} = (f_{Ri4} \times 96 + f_{Ri3} \times 30) - t_{Ri} \times 340$$

Si le tampon de données rapides utilise une latence unique, les bits fictifs sont insérés à la suite de chaque symbole FEXT dans la sous-trame constituée des 4 configurations Bitmap- F_R . Le nombre de bits fictifs sera le suivant:

$$dummy_{SRf} = f_{Rf3} - f_{Rf4}$$

Le récepteur déterminera les tables Bitmap- F_R et Bitmap- N_R de sorte que la valeur de $dummy_{Ri}$ dans la séquence d'initialisation soit inférieure à 126. Les bits fictifs insérés seront supprimés au niveau du récepteur.



T1532860-99

Figure C.12/G.992.1 – Répartition des bits pour le convertisseur de débit dans le mode de latence et de table de bits duale

C.4.5 Table de bits FEXT (remplace le 7.16)

Le mode avec table de bits FEXT utilise le procédé de table de bits duale (C.4.4) pour transmettre les données uniquement pendant la durée du symbole FEXT. L'unité ATU-C transmettra uniquement la tonalité pilote pendant le symbole NEXT_R. L'unité ATU-R désactive la table Bitmap-N_C, ne transmettra aucun signal pendant le symbole NEXT_C (voir Figures C.10 et C.13).

Le choix entre les modes de table de bits duale et FEXT est fait dans les procédures G.994.1 au moyen du bit "DBM" (voir 10.2 et 10.3).

C.4.6 Mise en ordre des tonalités (remplace le 7.7)

Les amplitudes importantes du signal DMT risquent d'être écrêtées par le convertisseur numérique/analogique en raison du rapport important entre la valeur de crête et la valeur moyenne

du signal DMT dans le domaine des temps (la distribution des amplitudes est pratiquement gaussienne). Le signal d'erreur résultant de l'écrêtage peut être considéré comme une impulsion négative venant s'ajouter à l'échantillon temporel écrêté. La puissance de l'erreur d'écrêtage est distribuée de manière pratiquement égale sur toutes les tonalités du symbole affecté. Il est donc probable que l'écrêtage aura tendance à provoquer des erreurs sur les tonalités auxquelles un grand nombre de bits a été affecté en prévision de la réception d'un rapport signal sur bruit plus important (et qui correspondent de ce fait à une constellation plus dense). Ces erreurs transitoires peuvent être corrigées de manière fiable par le codage FEC si les tonalités correspondant aux nombres de bits les plus élevés ont été assignées au tampon entrelacé.

Le nombre de bits et le gain relatif utilisés pour chaque tonalité seront calculés par le récepteur de l'unité ATU-R et renvoyés à l'unité ATU-C conformément à un protocole défini (voir 10.9.14). Les couples de nombres sont en général stockés dans des tables de bits et de gains pour les tables Bitmap- F_R et Bitmap- N_R dans l'ordre croissant des fréquences ou des rangs i des tonalités.

Dans le cas de la table Bitmap- F_R , le codage "mis en ordre par tonalité" assignera en premier lieu f_{Rf} bits issus du convertisseur de débit (voir C.4.4.2) aux tonalités auxquelles est assigné le nombre de bits le plus faible, puis les f_{Ri} autres bits sont assignés aux tonalités restantes. Dans le cas de la table Bitmap- N_R , ce codage assignera en premier lieu n_{Rf} bits issus du convertisseur de débit aux tonalités auxquelles est assigné le nombre de bits le plus faible, puis les n_{Ri} autres bits sont assignés aux tonalités restantes.

Toutes les tonalités seront codées en utilisant le nombre de bits qui leur a été assigné et une tonalité peut de ce fait contenir un mélange de bits issus du tampon rapide et du tampon entrelacé.

Les tables de bits ordonnées b'_{iF} et b'_{iN} seront dérivées de la manière suivante des tables de bits b_{iF} et b_{iN} d'origine:

pour $k = 0$ à 15 {

trouver dans la table de bits l'ensemble de toutes les valeurs de l'index i correspondant à un nombre de bits par tonalité $b_i = k$

assigner la valeur b_i à la table d'allocation de bit ordonnée par ordre ascendant de i

}

On procédera à la préparation de deux tables de bits ordonnées correspondant aux tables Bitmap- F_R et Bitmap- N_R . Une procédure symétrique d'annulation de l'ordre devrait être appliquée au niveau du récepteur ATU-R. Il n'est toutefois pas nécessaire de transmettre au récepteur les résultats du processus de mise en ordre, parce que les tables de bits F_R et N_R ont été créées au départ par l'ATU-R et contiennent de ce fait toutes les informations nécessaires à l'annulation de l'ordre.

C.4.7 Modulation (se rapporte au 7.11)

C.4.7.1 Symbole de synchronisation inverse (remplace le 7.11.4)

Le symbole de synchronisation inverse sera généré par une inversion de phase de 180 degrés de chaque tonalité du symbole de synchronisation, à l'exception de la tonalité pilote (c'est-à-dire que les signaux + seront remplacés par signaux -, et réciproquement, pour chaque point de la constellation 4-QAM).

C.4.8 Enveloppe spectrale d'émission aval de l'unité ATU-C (remplace le 7.14)

L'enveloppe spectrale pour l'Annexe C sera identique à celle de l'Annexe A. L'enveloppe de densité PSD spécifiée au A.1.3 sera utilisée lorsque le bit 16 du champ C-MSG1 est positionné sur "0" et l'enveloppe spécifiée au A.1.2 sera utilisée lorsque ce bit est positionné sur "1".

C.5 Caractéristiques fonctionnelles de l'unité ATU-R (se rapporte au paragraphe 8)

C.5.1 Mise en trame (se rapporte au 8.4)

C.5.1.1 Structure de supertrame (remplace le 8.4.1.1)

La structure de supertrame de l'émetteur de l'unité ATU-R est identique à celle de l'émetteur de l'unité ATU-C telle qu'elle est spécifiée au C.4.3.1.

C.5.1.2 Structure d'hypertrame (remplace le 8.4.1.3)

La structure d'hypertrame de l'émetteur de l'unité ATU-R est fonctionnellement la même que celle de l'émetteur de l'unité ATU-C, avec la différence que le symbole de synchronisation inverse est utilisé dans la première supertrame (SPF n° 0) (voir Figure C.13). L'hypertrame se compose de 345 symboles DMT numérotés de 0 à 344. Chaque symbole correspond à une durée $FEXT_C$ ou $NEXT_C$ (voir C.5.3). Le pseudo-code suivant permet de déterminer le type du symbole DMT de rang N_{dmt} pour l'émetteur de l'unité ATU-R (voir Figure C.14).

pour $N_{dmt} = 0, 1, \dots, 344$

$$S = 272 \times N_{dmt} \bmod 2760$$

si { $(S > a)$ et $(S + 271 < a + b)$ } alors symbole $FEXT_C$

sinon alors symbole $NEXT_C$

avec $a = 1315$ et $b = 1293$

Il en résulte que 128 symboles DMT sont alloués pendant la durée $FEXT_C$ et 217 symboles DMT pendant la durée $NEXT_C$. La composition des symboles est la suivante:

symbole $FEXT_C$:

nombre de symboles utilisant la table Bitmap- F_C = 126

nombre de symboles de synchronisation = 1

nombre de symboles de synchronisation inverse = 1

symbole $NEXT_C$:

nombre de symboles utilisant la table Bitmap- N_C = 214

nombre de symboles de synchronisation = 3

L'unité ATU-R ne transmettra pas de signal lorsqu'elle se trouve dans le mode avec table de bits FEXT.

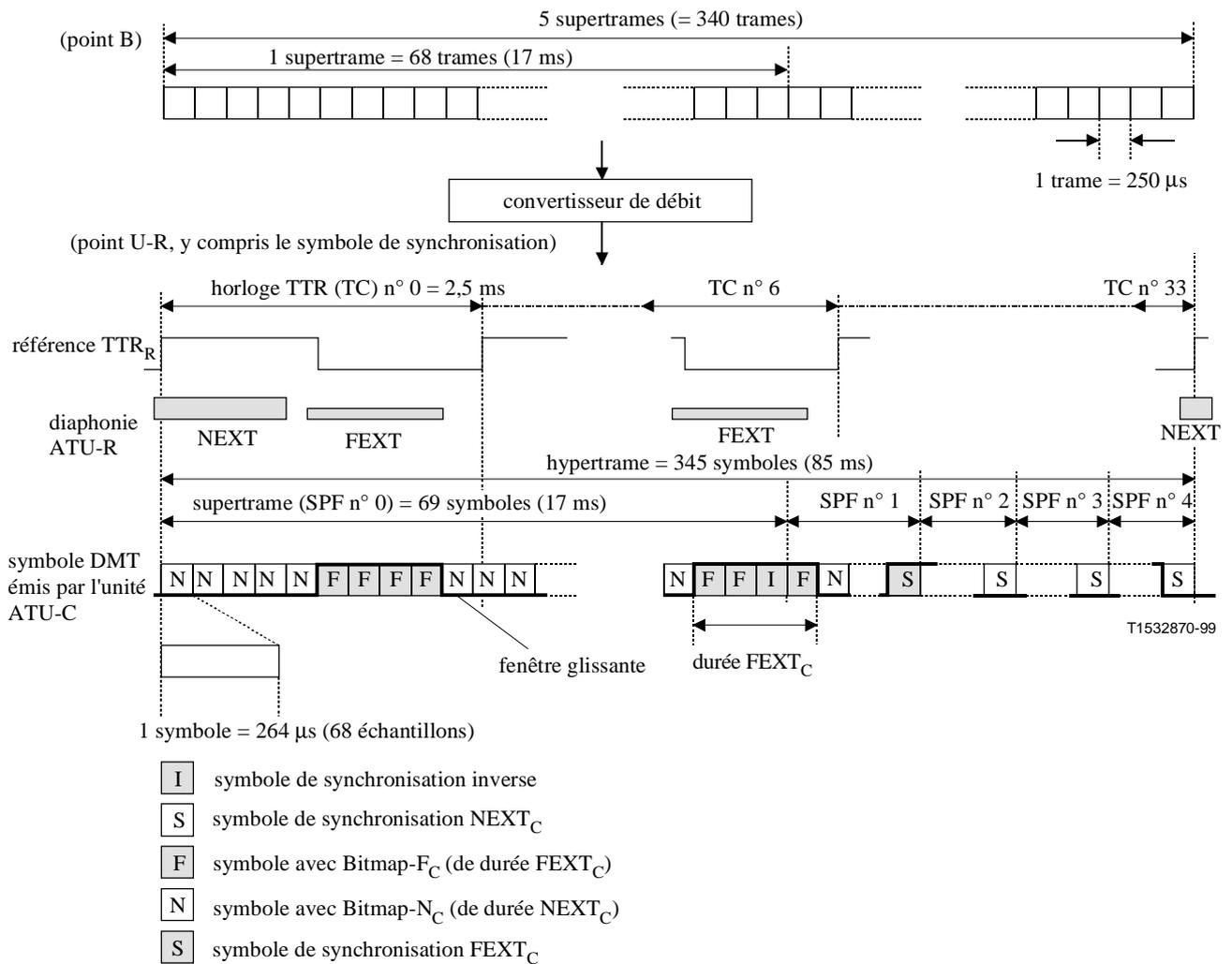


Figure C.13/G.992.1 – Structure d'hyperframe amont

référence																													
TTR _R																													
0	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9																			
1	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19																			
2	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29																			
3	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40																		
4		41	42	43	44	45	46	47	48	49	50																		
5		51	52	53	54	55	56	57	58	59	60																		
6		61	62	63	64	65	66	67	ISS	69	70																		
7		71	72	73	74	75	76	77	78	79	80																		
8		81	82	83	84	85	86	87	88	89	90																		
9		91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101																	
10		101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111																	
11			112	113	114	115	116	117	118	119	120	121																	
12			122	123	124	125	126	127	128	129	130	131																	
13			132	133	134	135	136	SS	138	139	140	141																	
14			142	143	144	145	146	147	148	149	150	151																	
15			152	153	154	155	156	157	158	159	160	161																	
16			162	163	164	165	166	167	168	169	170	171	172																
17				173	174	175	176	177	178	179	180	181	182																
18					183	184	185	186	187	188	189	190	191	192															
19						193	194	195	196	197	198	199	200	201	202														
20							203	204	205	SS	207	208	209	210	211	212													
21								213	214	215	216	217	218	219	220	221	222												
22									223	224	225	226	227	228	229	230	231	232											
23										233	234	235	236	237	238	239	240	241	242	243									
24											244	245	246	247	248	249	250	251	252	253									
25												254	255	256	257	258	259	260	261	262	263								
26													264	265	266	267	268	269	270	271	272	273							
27														274	SS	276	277	278	279	280	281	282	283						
28															284	285	286	287	288	289	290	291	292	293					
29																294	295	296	297	298	299	300	301	302	303				
30																	304	305	306	307	308	309	310	311	312	313	314		
31																		315	316	317	318	319	320	321	322	323	324		
32																			325	326	327	328	329	330	331	332	333	334	
33																				335	336	337	338	339	340	341	342	343	SS

ISS	symbole de synchronisation inverse	SS	symbole de synchronisation FEXT _R	SS	symbole de synchronisation NEXT _R
	symbole de données FEXT _R		symbole de données NEXT _R		

T1535340-00

Figure C.14/G.992.1 – Configuration de symboles dans une hypertrame amont avec préfixe cyclique

C.5.1.3 Structure de sous-trame (remplace le 8.4.1.4)

Une sous-trame se constitue de 10 symboles DMT consécutifs (à l'exception des symboles de synchronisation) comme indiqué par le Tableau C.2. Les 34 sous-trames constituent une hypertrame.

Tableau C.2 /G.992.1 – Sous-trame amont

n° de sous-trame	n° de symbole DMT	Note
0	0-9	
1	10-19	
2	20-29	
3	30-39	
4	40-49	
5	50-59	
6	60-70	n° 68: symbole "synch" inverse
7	71-80	
8	81-90	
9	91-100	
10	101-110	
11	111-120	
12	121-130	
13	131-141	n° 137: symbole "synch"
14	142-151	
15	152-161	
16	162-171	
17	172-181	
18	182-191	
19	192-201	
20	202-212	n° 206: symbole "synch"
21	213-222	
22	223-232	
23	233-242	
24	243-252	
25	253-262	
26	263-272	
27	273-283	n° 275: symbole "synch"
28	284-293	
29	294-303	
30	304-313	
31	314-323	
32	324-333	
33	334-344	n° 344: symbole "synch"

C.5.2 Table de bits duale et conversion de débit (remplace le 8.15)

Les fonctions de convertisseur de débit (voir C.5.2.2), de mise en ordre des tonalités (voir C.5.4), de codage de constellation et de normalisation du gain utiliseront l'une des deux tables de bits stockées dans l'unité ATU. Cette méthode s'appelle "table de bits duale".

C.5.2.1 Table de bits duale (nouveau)

La commutation de table de bits duale sera la même que celle spécifiée au C.4.4.1 pour les données aval. Le nombre de bits et les gains relatifs devant être utilisés pour chaque tonalité sont calculés par l'algorithme de chargement de bit pendant la séquence d'initialisation et transmis dans le signal C-B&G.

C.5.2.2 Convertisseur de débit (nouveau)

La mise en tampon faite par le convertisseur de débit modifie les frontières de la trame de données entre les points de référence B et C en fonction des tables Bitmap- F_C et Bitmap- N_C et de la fenêtre glissante. Il existe deux convertisseurs de débit indépendants pour les données rapides et entrelacés. Les tailles des données des tables Bitmap- F_C et Bitmap- N_C seront calculées comme suit:

si $t_{Cf} \leq n_{Cmax}$:

$$n_{Cf} = t_{Cf}$$

$$n_{Ci} = n_C - n_{Cf}$$

$$f_{Cf} = t_{Cf}$$

$$f_{Ci} = f_C - f_{Cf}$$

si $t_{Cf} > n_{Cmax}$:

$$n_{Cf} = n_{Cmax}$$

$$n_{Ci} = 0$$

$$f_{Cf} = \begin{cases} f_{Cf4} = \left\lfloor \frac{t_{Cf} \times 10 - n_{Cf} \times 6}{4} \right\rfloor \\ f_{Cf3} = \left\lfloor \frac{t_{Cf} \times 10 - n_{Cf} \times 7}{3} \right\rfloor \end{cases}$$

$$f_{Ci} = \begin{cases} f_{Ci4} = f_C - f_{Cf4} \\ f_{Ci3} = f_C - f_{Cf3} \end{cases}$$

où:

t_{Cf} est le nombre de bits alloués dans une trame pour les octets rapides, au point de référence B.

t_{Ci} est le nombre de bits alloués pour les octets entrelacés, au point de référence B.

f_{Cf} et n_{Cf} sont les nombres de bits rapides dans les tables Bitmap- F_C et Bitmap- N_C respectivement.

f_{Cf3} est le nombre de bits rapides dans la table Bitmap- F_C si la sous-trame (voir C.5.1.3) contient trois tables Bitmap- F_C à l'exception des symboles de synchronisation.

f_{Cf4} est le nombre de bits rapides dans la table Bitmap- F_C si la sous-trame contient 4 tables Bitmap- F_C à l'exception des symboles de synchronisation.

f_{Ci} et n_{Ci} sont les nombres de bits entrelacés dans les tables Bitmap- F_C et Bitmap- N_C respectivement.

n_C est le nombre total de bits dans la table Bitmap- N_C , qui est spécifié dans les tables B&G.

Dans le mode de table de bits FEXT, les valeurs de n_{Cf} et de n_{Ci} sont nulles.

Des bits fictifs de données rapides sont insérés à la fin de chaque sous-trame pour obtenir un débit de bit multiple de 32 kbit/s et des bits fictifs de données rapides sont insérés à la fin de l'hypertrame. Le nombre de bits fictifs (*dummy*) sera calculé comme suit:

si $t_{Cf} \leq n_{Cmax}$:

$$dummy_{Cf} = 0$$

$$dummy_{Ci} = (f_{Ci} \times 126 + n_{Ci} \times 214) - t_{Ci} \times 340$$

si $t_{Cf} > n_{Cmax}$:

$$dummy_{Cf4} = (f_{Cf} \times 4 + n_{Cf} \times 6) - t_{Cf} \times 10$$

$$dummy_{Cf3} = (f_{Cf} \times 3 + n_{Cf} \times 7) - t_{Cf} \times 10$$

$$dummy_{Ci} = (f_{Ci4} \times 96 + f_{Ci3} \times 30) - t_{Ci} \times 340$$

Si le tampon de données rapides utilise une latence unique, les bits fictifs sont insérés à la suite de chaque symbole FEXT dans la sous-trame constituée des 4 configurations Bitmap- F_R . Le nombre de bits fictifs sera le suivant:

$$dummy_{Ci} = (f_{Ci4} \times 96 + f_{Ci3} \times 30) - t_{Ci} \times 340$$

Le récepteur déterminera les tables Bitmap- F_C et Bitmap- N_C de sorte que la valeur de $dummy_{Ci}$ dans la séquence d'initialisation soit inférieure à 126. Les bits fictifs insérés seront supprimés au niveau du récepteur.

C.5.3 Table de bits FEXT (remplace le 8.16)

Le mode avec table de bits FEXT utilise le procédé de table de bits duale (C.4.4) pour transmettre les données uniquement pendant la durée du symbole FEXT. L'unité ATU-C transmettra uniquement la tonalité pilote pendant le symbole $NEXT_R$. L'unité ATU-R désactive la table Bitmap- N_C , ne transmettra aucun signal pendant le symbole $NEXT_C$ (voir Figures C.10 et C.13).

Le choix entre les modes de table de bits duale et FEXT est fait dans les procédures G.994.1 au moyen du bit "DBM" (voir 10.2 et 10.3).

C.5.4 Mise en ordre des tonalités (se rapporte au 8.7)

L'algorithme de mise en ordre des tonalités sera le même que pour les données aval, tel qu'il est spécifié au C.4.4.

Dans le cas de la table Bitmap- F_C , le codage "mis en ordre par tonalité" assignera en premier lieu f_{Cf} bits issus du convertisseur de débit (voir C.5.2.2) aux tonalités auxquelles est assigné le nombre de bits le plus faible, puis les f_{Ci} autres bits sont assignés aux tonalités restantes. Dans le cas de la table Bitmap- N_C , ce codage assignera en premier lieu n_{Cf} bits issus du convertisseur de débit aux tonalités auxquelles est assigné le nombre de bits le plus faible, puis les n_{Ci} autres bits sont assignés aux tonalités restantes. On procédera à la préparation de deux tables de bits ordonnées correspondant aux tables Bitmap- F_C et Bitmap- N_C .

C.5.5 Modulation (se rapporte au 8.11)

C.5.5.1 Symbole de synchronisation inverse (remplace le 8.11.4)

Le symbole de synchronisation inverse sera généré par une inversion de 180 degrés de la phase de chaque tonalité du symbole de synchronisation, à l'exception de la tonalité pilote (c'est-à-dire que les signaux + seront remplacés par signaux – et réciproquement pour chaque point de la constellation 4-QAM).

C.5.5.2 Normalisation du gain dans le symbole de synchronisation (nouveau)

Au moment de l'initialisation, le niveau de référence de densité PSD en émission du symbole de synchronisation sera fixé au niveau nominal de puissance de densité PSD $+10\log(g_{\text{sync}}^2)$ dBm/Hz, g_{sync}^2 étant définie comme la valeur moyenne de g_i^2 sur les sous-porteuses utilisées (c'est-à-dire $b_i > 0$) dans les tables de bits NEXT ou FEXT, la table retenue étant celle ayant le gain moyen le plus élevé. La densité PSD de référence en émission du symbole de synchronisation ne sera pas mise à jour avec les modifications de gain des sous-porteuses pendant le signal SHOWTIME.

C.5.6 Masque spectral d'émission amont de l'unité ATU-R (complète le 8.14)

L'enveloppe spectrale amont de l'Annexe C est la même que pour l'Annexe A.

C.6 Exploitation et maintenance du canal EOC (se rapporte au paragraphe 9)

C.6.1 Primitives liées à la ligne ADSL (complète le 9.3.1)

C.6.1.1 Défauts de l'extrémité proche liés à la ligne ADSL (complète le 9.3.1.3)

Les deux défauts suivants sont définis pour l'extrémité proche:

- *défait de perte de signal (LOS)*: la puissance ADSL sera mesurée uniquement pendant la durée FEXT_C au niveau de l'unité ATU-C et uniquement pendant la durée FEXT_R au niveau de l'unité ATU-R;
- *défait de trame sévèrement erronée (SEF)*: un défaut SEF se manifeste lorsque le contenu de deux symboles de synchronisation ADSL consécutifs reçus pendant la durée FEXT_C au niveau de l'unité ATU-C ou pendant la durée FEXT_R au niveau de l'unité ATU-R ne correspond pas au contenu attendu pour un sous-ensemble de tonalités. Un défaut SEF disparaît lorsque le contenu de deux symboles de synchronisation ADSL consécutifs reçus pendant la durée FEXT_C au niveau de l'unité ATU-C ou pendant la durée FEXT_R au niveau de l'unité ATU-R correspond au contenu attendu pour un sous-ensemble de tonalités. La méthode de détermination de la correspondance, le sous-ensemble de tonalités choisi et les seuils de détection des conditions de défaut sont une affaire d'implémentation.

C.6.1.2 Défaut de l'extrémité distante lié à la ligne ADSL (complète le 9.3.1.4)

Le défaut suivant est défini:

- *défait de perte de signal (LOS)*: la puissance ADSL sera mesurée uniquement pendant la durée FEXT_C au niveau de l'unité ATU-C et uniquement pendant la durée FEXT_R au niveau de l'unité ATU-R.

C.6.2 Paramètres de tests (complète le 9.5)

C.6.2.1 Paramètres de tests de l'extrémité proche (complète le 9.5.1)

Les paramètres de tests de l'extrémité proche suivants sont définis:

- *atténuation (ATN)*: la puissance du signal reçu sera mesurée uniquement pendant la durée $FEXT_C$ au niveau de l'unité ATU-C et uniquement pendant la durée $FEXT_R$ au niveau de l'unité ATU-R;
- *marge du rapport signal sur bruit (SNR)*: ce paramètre représente, dans le mode avec table de bits FEXT, la marge du rapport signal sur bruit pendant la durée $FEXT_C$ au niveau de l'unité ATU-C ou pendant la durée $FEXT_R$ au niveau de l'unité ATU-R.

C.6.2.2 Paramètres de tests de l'extrémité distante (complète le 9.5.2)

Les paramètres de tests de l'extrémité proche suivants sont définis:

- *atténuation (ATN)*: la puissance du signal reçu sera mesurée uniquement pendant la durée $FEXT_C$ au niveau de l'unité ATU-C et uniquement pendant la durée $FEXT_R$ au niveau de l'unité ATU-R;
- *marge du rapport signal sur bruit (SNR)*: ce paramètre représente, dans le mode avec table de bits FEXT, la marge du rapport signal sur bruit pendant la durée $FEXT_C$ au niveau de l'unité ATU-C ou pendant la durée $FEXT_R$ au niveau de l'unité ATU-R.

C.7 Initialisation

C.7.1 Initialisation au moyen d'une hypertrame (remplace le 10.1.5)

L'échange de messages entre les unités ATU-C et ATU-R se fera pendant les durées $FEXT_C$ et $FEXT_R$. Le symbole DMT peut être transmis avec deux débits de symbole: le premier est égal à 4,3125 kBd pour un symbole sans préfixe cyclique, le deuxième est égal à $4 \times 69/68$ kBd pour un symbole avec préfixe cyclique. La durée d'un ensemble de 32 périodes TTR équivaut à 345 périodes de signal DMT à 4,3125 kBd et celle d'un ensemble de 34 périodes TTR équivaut à 345 périodes de signal DMT à $4 \times 69/68$ kHz.

Dans le mode avec table de bits FEXT, aucun signal ne sera émis par l'unité ATU-R pendant la durée $NEXT_C$ et l'unité ATU-C émettra uniquement la tonalité pilote pendant la durée $NEXT_R$ à l'exception des cas suivants:

- le signal C-PILOT1 (ou C-PILOT1A) est accompagné d'un signal A_{48} (voir C.7.4.1);
- l'état C-QUIETn pendant lequel aucun signal n'est émis.

L'unité ATU-C commence l'émission du signal C-PILOT1 au début de l'hypertrame sans préfixe cyclique. L'unité ATU-C fournit à l'unité ATU-R l'information de phase de la référence TTR_C pendant la durée du signal C-PILOT1. L'unité ATU-R commence l'émission du signal R-REVERB1 au début de l'hypertrame sans préfixe cyclique. Elle commence le conditionnement de tout égalisateur du récepteur en utilisant l'information de phase de la référence TTR_R générée de la référence TTR_C reçue.

Le pseudo-code suivant permet de déterminer le type du symbole DMT de rang N_{dmt} au niveau de l'unité ATU-R dans les signaux de C-PILOT1 à C-SÉGUE1 (voir Figure C.15).

pour $N_{\text{dmt}} = 0, 1, \dots, 344$

$$S = 256 \times N_{\text{dmt}} \bmod 2760$$

si { $(S + 255 < a)$ ou $(S > a + b)$ } alors symbole FEXT_R

sinon symbole NEXT_R

avec $a = 1243$ et $b = 1461$

Le nombre de symboles entre les signaux C-PILOT1 à C-SEGUE1 sera un multiple de 345 symboles DMT de manière à passer dans l'état C-RATES1 au début de l'hypertrame avec préfixe cyclique.

Le pseudo-code suivant permet de déterminer le type du symbole DMT de rang N_{dmt} au niveau de l'unité ATU-C dans les signaux de R-REVERB1 à R-SEGUE1 (voir Figure C.16).

pour $N_{\text{dmt}} = 0, 1, \dots, 344$,

$$S = 256 \times N_{\text{dmt}} \bmod 2760$$

si { $(S > a)$ et $(S + 255 < a + b)$ } alors symbole FEXT_C

sinon symbole NEXT_C

avec $a = 1315$ et $b = 1293$

Le nombre de symboles entre les signaux C-RATES1 à C-SEGUE3 sera un multiple de 345 symboles DMT. Le pseudo-code suivant permet de déterminer le type du symbole DMT de rang N_{dmt} . L'unité ATU-C transmet les données du message dans des symboles FEXT_R (voir Figure C.11).

pour $N_{\text{dmt}} = 0, 1, \dots, 344$

$$S = 272 \times N_{\text{dmt}} \bmod 2760$$

si { $(S + 271 \geq a)$ et $(S \leq a + b)$ } alors symbole NEXT_R

sinon symbole FEXT_R

avec $a = 1243$ et $b = 1461$

L'unité ATU-R passe dans l'état R-REVERB3 au début de l'hypertrame avec préfixe cyclique qui est extraite du signal reçu. Le nombre de symboles des signaux de R-REVERB3 à R-SEGUE5 est un multiple de 345 symboles DMT. Le pseudo-code suivant indique à quelle durée appartient le symbole DMT de rang N_{dmt} . L'unité ATU-R transmet les données du message dans des symboles FEXT_C (voir Figure C.14).

pour $N_{\text{dmt}} = 0, 1, \dots, 344$

$$S = 272 \times N_{\text{dmt}} \bmod 2760$$

si { $(S > a)$ et $(S + 271 < a + b)$ } alors symbole FEXT_C

sinon symbole NEXT_C

avec $a = 1315$ et $b = 1293$

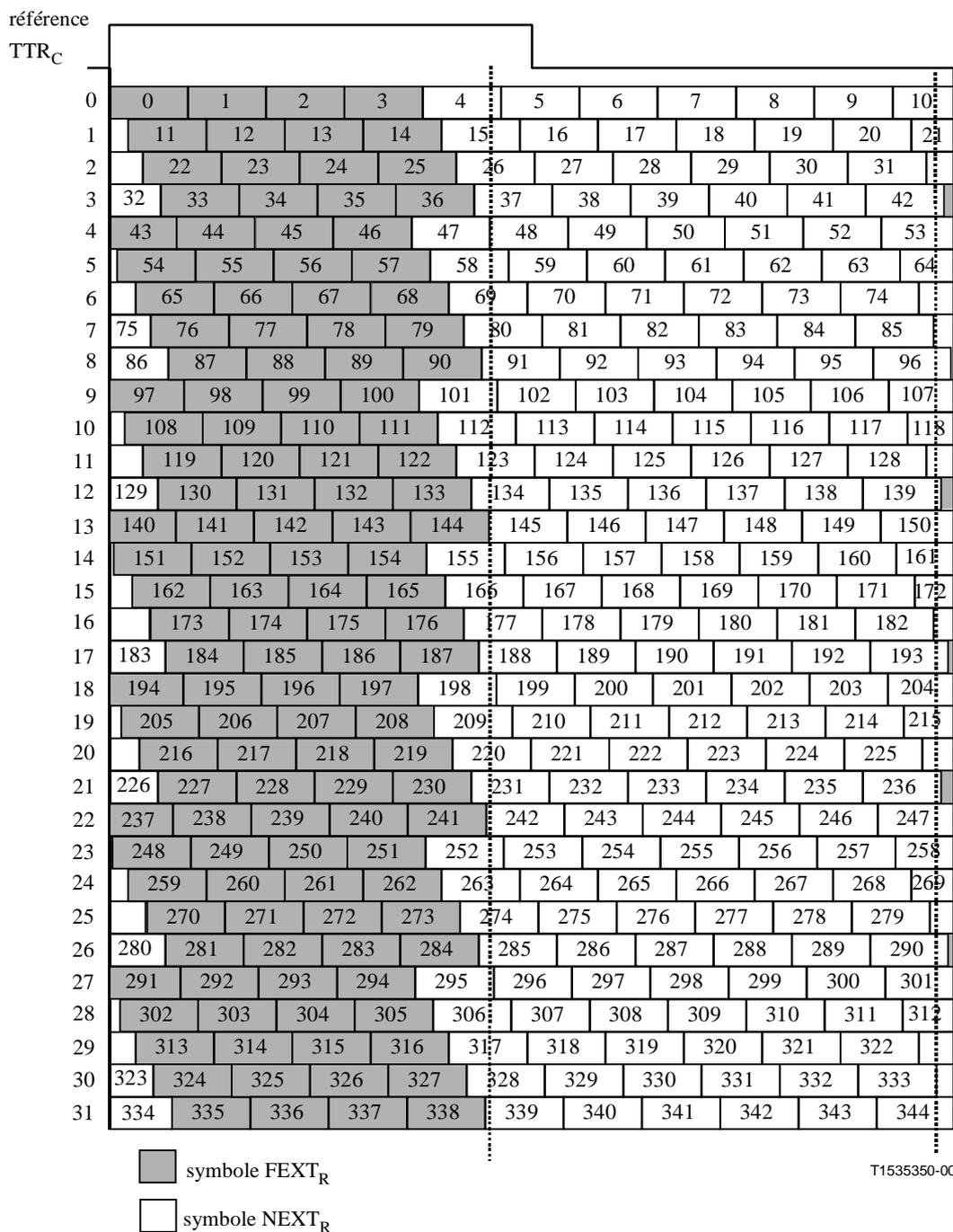


Figure C.15/G.992.1 – Configuration de symbole dans une hypertrame aval sans préfixe cyclique

référence

TTR_R

0	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
2	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	
3	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42
4	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53
5	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64
6	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	
7	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85
8	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96
9	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107
10	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118
11	119	120	121	122	123	124	125	126	127	128	
12	129	130	131	132	133	134	135	136	137	138	139
13	140	141	142	143	144	145	146	147	148	149	150
14	151	152	153	154	155	156	157	158	159	160	161
15	162	163	164	165	166	167	168	169	170	171	172
16	173	174	175	176	177	178	179	180	181	182	
17	183	184	185	186	187	188	189	190	191	192	193
18	194	195	196	197	198	199	200	201	202	203	204
19	205	206	207	208	209	210	211	212	213	214	215
20	216	217	218	219	220	221	222	223	224	225	
21	226	227	228	229	230	231	232	233	234	235	236
22	237	238	239	240	241	242	243	244	245	246	247
23	248	249	250	251	252	253	254	255	256	257	258
24	259	260	261	262	263	264	265	266	267	268	269
25	270	271	272	273	274	275	276	277	278	279	
26	280	281	282	283	284	285	286	287	288	289	290
27	291	292	293	294	295	296	297	298	299	300	301
28	302	303	304	305	306	307	308	309	310	311	312
29	313	314	315	316	317	318	319	320	321	322	
30	323	324	325	326	327	328	329	330	331	332	333
31	334	335	336	337	338	339	340	341	342	343	344

■ symbole FEXT_C

□ symbole NEXT_C

T1535360-00

Figure C.16/G.992.1 – Configuration de symbole dans une hypertrame amont sans préfixe cyclique

C.7.2 Prise de contact – Unité ATU-C (complète le 10.2)

C.7.2.1 Messages CL (complète le 10.2.1)

Voir Tableau C.3.

Tableau C.3/G.992.1 – Définition des bits NPar(2) du message CL de l'unité ATU-C pour l'Annexe C

bit NPar(2)	Définition
DBM	S'il est positionné sur "0", ce bit indiquera que les tables Bitmap-N _R et Bitmap-N _C sont activées (mode avec table de bits duale) et utilisées pour émettre des données. S'il est positionné sur "1", ce bit indiquera que les tables Bitmap-N _R et Bitmap-N _C sont désactivées (mode avec table de bits FEXT), c'est-à-dire que seules les tables Bitmap-F _R et Bitmap-F _C sont utilisées respectivement par les unités ATU-C et ATU-R pour transmettre des données. Cette sélection de mode sera effectuée uniquement par l'unité ATU-C. Si ce bit est positionné sur "1" dans un message CL, il doit également être positionné sur "1" dans les messages MS suivants émis par l'unité ATU-C ou ATU-R (s'applique uniquement pour les procédures G.992.1 de l'Annexe C).

C.7.2.2 Messages MS (complète le 10.2.2)

Voir Tableau C.4.

Tableau C.4/G.992.1 – Définition des bits NPar(2) du message MS de l'unité ATU-C pour l'Annexe C

bit NPar(2)	Définition
DBM	S'il est positionné sur "0", ce bit indiquera que les tables Bitmap-N _R et Bitmap-N _C sont activées (mode avec table de bits duale) et utilisées pour émettre des données. S'il est positionné sur "1", ce bit indiquera que les tables Bitmap-N _R et Bitmap-N _C sont désactivées (mode avec table de bits FEXT), c'est-à-dire que seules les tables Bitmap-F _R et Bitmap-F _C sont utilisées respectivement par les unités ATU-C et ATU-R pour transmettre des données. Cette sélection de mode sera effectuée uniquement par l'unité ATU-C. Ce bit sera positionné sur "1" s'il était positionné sur "1" dans un message CL précédent (s'applique uniquement pour des procédures G.992.1 de l'Annexe C).

C.7.3 Prise de contact – Unité ATU-R (complète le 10.3)

C.7.3.1 Messages CLR (complète le 10.3.1)

Voir Tableau C.5.

Tableau C.5/G.992.1 – Définition des bits NPar(2) du message CLR de l'unité ATU-C pour l'Annexe C

bit NPar(2)	Définition
DBM	Ce bit sera positionné sur "1".

C.7.3.2 Messages MS (complète le 10.3.2)

Voir Tableau C.6.

Tableau C.6/G.992.1 – Définition des bits NPar(2) du message MS de l'unité ATU-R pour l'Annexe C

bit NPar(2)	Définition
DBM	S'il est positionné sur "0", ce bit indiquera que les tables Bitmap-N _R et Bitmap-N _C sont activées (mode avec table de bits duale) et utilisées pour émettre des données. S'il est positionné sur "1", ce bit indiquera que les tables Bitmap-N _R et Bitmap-N _C sont désactivées (mode avec table de bits FEXT), c'est-à-dire que seules les tables Bitmap-F _R et Bitmap-F _C sont utilisées respectivement par les unités ATU-C et ATU-R pour transmettre des données. Cette sélection de mode sera effectuée uniquement par l'unité ATU-C. Ce bit sera positionné sur "1" s'il était positionné sur "1" dans un message CL précédent (s'applique uniquement pour des procédures G.992.1 de l'Annexe C).

C.7.4 Conditionnement de l'émetteur-récepteur de l'unité ATU-C (complète le 10.4)

Si la table de bits Bitmap-N_R est activée (mode avec table de bits duale), l'unité ATU-C émettra alors les symboles FEXT_R et NEXT_R pendant le conditionnement de l'émetteur-récepteur pour les signaux de C-REVERB1 à C-SEGUE1, à l'exception des signaux C-PILOT_n et C-QUIET_n; elle émettra uniquement la tonalité pilote pour les symboles NEXT_R lorsque la table Bitmap-N_R est désactivée (mode avec table de bits FEXT). La durée de chaque état est définie par la Figure C.21.

C.7.4.1 Signal C-PILOT1 (complète le 10.4.2)

Immédiatement après être entrée dans l'état C-PILOT1, l'unité ATU-C démarrera à partir de 0 le compteur N_{SWF} (trame de fenêtre glissante) et l'incrémentera modulo 345 après l'émission de chaque symbole DMT. L'unité ATU-C décide de transmettre tous les symboles suivants dans des symboles FEXT_R ou NEXT_R en fonction de la fenêtre glissante et de la valeur de ce compteur (voir Figures C.11, C.15 et C.19 pour des exemples).

Le signal C-PILOT1 utilise les deux sous-porteuses suivantes:

la première est la tonalité pilote avec une fréquence sinusoïdale unique $f_{C-PILOT1} = 276$ kHz, correspondant à $n_{C-PILOT1} = 64$ (voir 10.4.2).

Le seconde (A₄₈) est utilisée pour transmettre les informations NEXT_R ou FEXT_R. L'unité ATU-R peut détecter l'information de phase de la référence TTR_C à partir du signal A₄₈. Le codage de la sous-porteuse de rang 48 avec une constellation à 2 bits sera le suivant:

(+, +): indique un symbole FEXT_R;

(+, -): indique un symbole NEXT_R.

C.7.4.2 Signal C-PILOT1A (complète le 10.4.3)

Le signal C-PILOT1A possède deux sous-porteuses; il est identique au signal C-PILOT1 (C.7.4.1).

C.7.4.3 Signal C-REVERB3 (complète le 10.4.11)

Le premier symbole du signal C-SEGUE1 sera transmis pendant la durée FEXT_R, comme indiqué par la Figure C.17, afin de synchroniser le premier symbole du signal C-RATES1 avec le début de l'hypertrame et de fournir à l'unité ATU-R l'information de l'instant d'arrivée du signal C-RATES1. Il s'ensuit que la durée du signal C-REVERB3 est de 3628 symboles DMT.

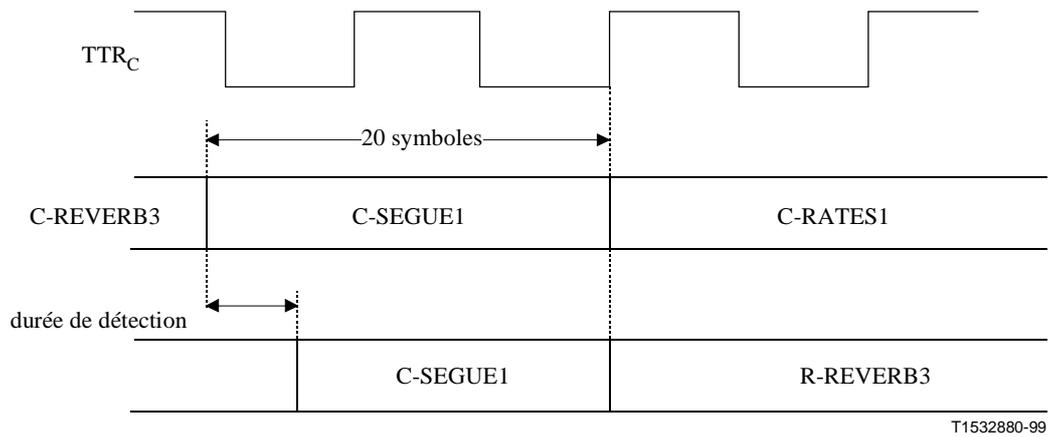


Figure C.17/G.992.1 – Diagramme temporel du signal C-SEGUE1 jusqu'au signal C-RATES1

C.7.5 Conditionnement de l'émetteur-récepteur de l'unité ATU-R (complète le 10.5)

Si la table de bits Bitmap- N_C est activée (mode avec table de bits duale), l'unité ATU-R émettra alors les symboles FEXT $_C$ et NEXT $_C$ pendant le conditionnement de l'émetteur-récepteur allant du signal R-REVERB1 au signal R-SEGUE1, à l'exception du signal R-QUIET n ; elle émettra uniquement la tonalité pilote pour les symboles NEXT $_C$ lorsque la table Bitmap- N_C est désactivée (mode avec table de bits FEXT). La durée de chaque état est définie par la Figure C.21.

C.7.5.1 Signal R-QUIET2 (complète le 10.5.1)

L'unité ATU-R passera dans l'état R-REVERB1 après avoir terminé la récupération d'horloge et la synchronisation d'hypertrame au moyen des signaux C-PILOT1 ou C-PILOT1A.

C.7.5.2 Signal R-REVERB1 (complète le 10.5.2)

La configuration de données utilisée par le signal R-REVERB1 est la séquence pseudo-aléatoire amont PRU définie au 8.11.3 et reproduite ici pour plus de commodité:

$$\begin{cases} d_n = 1 & \text{pour } n = 1 \text{ à } 6 \\ d_n = d_{n-5} \oplus d_{n-6} & \text{pour } n = 7 \text{ à } 64 \end{cases} \quad (\text{C.10-1})$$

L'unité ATU-R démarrera le compteur N_{SWF} immédiatement après être entrée dans l'état R-REVERB1 et l'incrémentera modulo 345 après l'émission de chaque symbole DMT. Les valeurs de ces compteurs seront identiques pour les unités ATU-C et ATU-R du fait de l'alignement de leurs hypertrames. L'unité ATU-R décide, en fonction de la fenêtre glissante et de la valeur de ce compteur, de transmettre tous les symboles suivants dans des symboles FEXT $_C$ ou NEXT $_C$.

C.7.5.3 Signal R-QUIET3 (remplace le 10.5.3)

Le symbole final du signal R-QUIET3 prend en charge l'alignement de trame entre l'émetteur et le récepteur. Il peut être amputé d'un nombre quelconque d'échantillons. La durée maximale du signal R-QUIET3 est de 6145 symboles DMT.

C.7.5.4 Signal R-REVERB2 (complète le 10.5.5)

L'unité ATU-R passera dans l'état R-SEGUE1 à la suite de la détection du signal C-SEGUE1. La durée maximale du signal R-REVERB2 est de 3643 symboles DMT.

C.7.6 Analyse du canal (ATU-C) (complète le 10.6)

L'unité ATU-C émettra uniquement les symboles $FEXT_R$ et émettra uniquement la tonalité pilote pour les symboles $NEXT_R$ pendant l'émission des signaux C-RATES1 à C-CRC2. L'unité ATU-C émettra les symboles $FEXT_R$ et $NEXT_R$ pendant le signal C-MEDLEY lorsque la table Bitmap- N_R est activée (mode avec table de bits duale). L'unité ATU-C n'émettra pas de symboles $NEXT_R$, à l'exception de la tonalité pilote, lorsque la table Bitmap- N_R est désactivée (mode avec table de bits FEXT). La durée de chaque état est définie par la Figure C.21.

C.7.6.1 Signal C-SEGUE1 (complète le 10.6.1)

La durée du signal C-SEGUE1 est de 20 symboles pour garantir que le premier symbole du signal se trouve à l'intérieur de la durée $FEXT_R$.

C.7.6.2 Signal C-MEDLEY (complète le 10.6.6)

La définition du signal C-MEDLEY est fondamentalement la même qu'au 10.6.6, à l'exception de la durée de l'estimation du rapport signal sur bruit aval au niveau de l'unité ATU-R. Le rapport signal sur bruit varie également dans le même cycle, du fait de la présence du bruit périodique sur la liaison RNIS-TCM, comme indiqué par la Figure C.18. L'unité ATU-C émet le signal dans les symboles $NEXT_R$ et $FEXT_R$ et l'unité ATU-R fait une estimation de deux rapports signal sur bruit pour les symboles $NEXT_R$ et $FEXT_R$ reçus, comme défini par la Figure C.19.

Le pseudo-code suivant permet de déterminer le type du symbole DMT de rang N_{dmt} :

pour $N_{dmt} = 0, 1, \dots, 344$

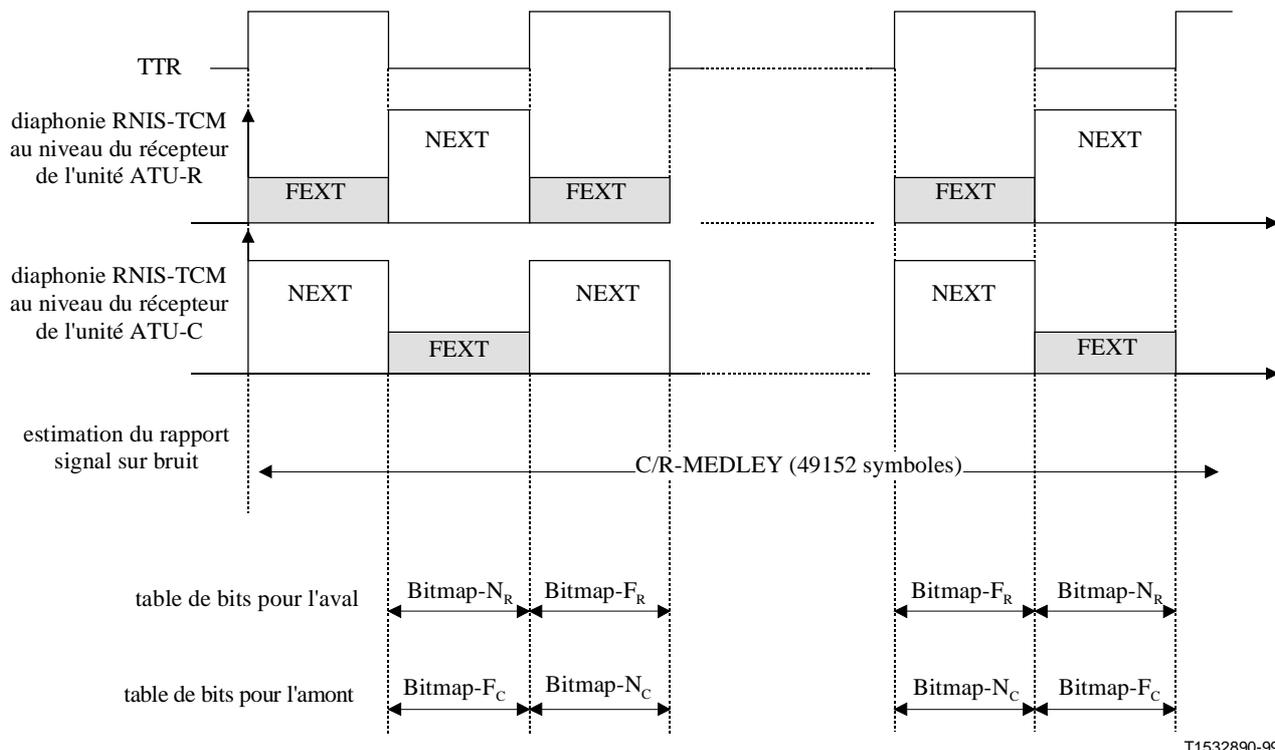
$$S = 272 \times N_{dmt} \bmod 2760$$

si { $(S + 271 < a)$ ou $(S > d)$ } alors le symbole est utilisé pour l'estimation du rapport signal sur bruit $FEXT_R$

si { $(S > b)$ et $(S + 271 < c)$ } alors le symbole est utilisé pour l'estimation du rapport signal sur bruit $NEXT_R$

avec $a = 1243$, $b = 1403$, $c = 2613$ et $d = 2704$

L'unité ATU-C émettra uniquement la tonalité pilote pour le symbole $NEXT_R$ lorsque la table Bitmap- N_R est désactivée (mode avec table de bits FEXT). Le nombre de bits du symbole $NEXT_R$ ne sera pas supérieur à celui du symbole $FEXT_R$.



T1532890-99

Figure C.18/G.992.1 – Estimation du rapport signal sur bruit périodique

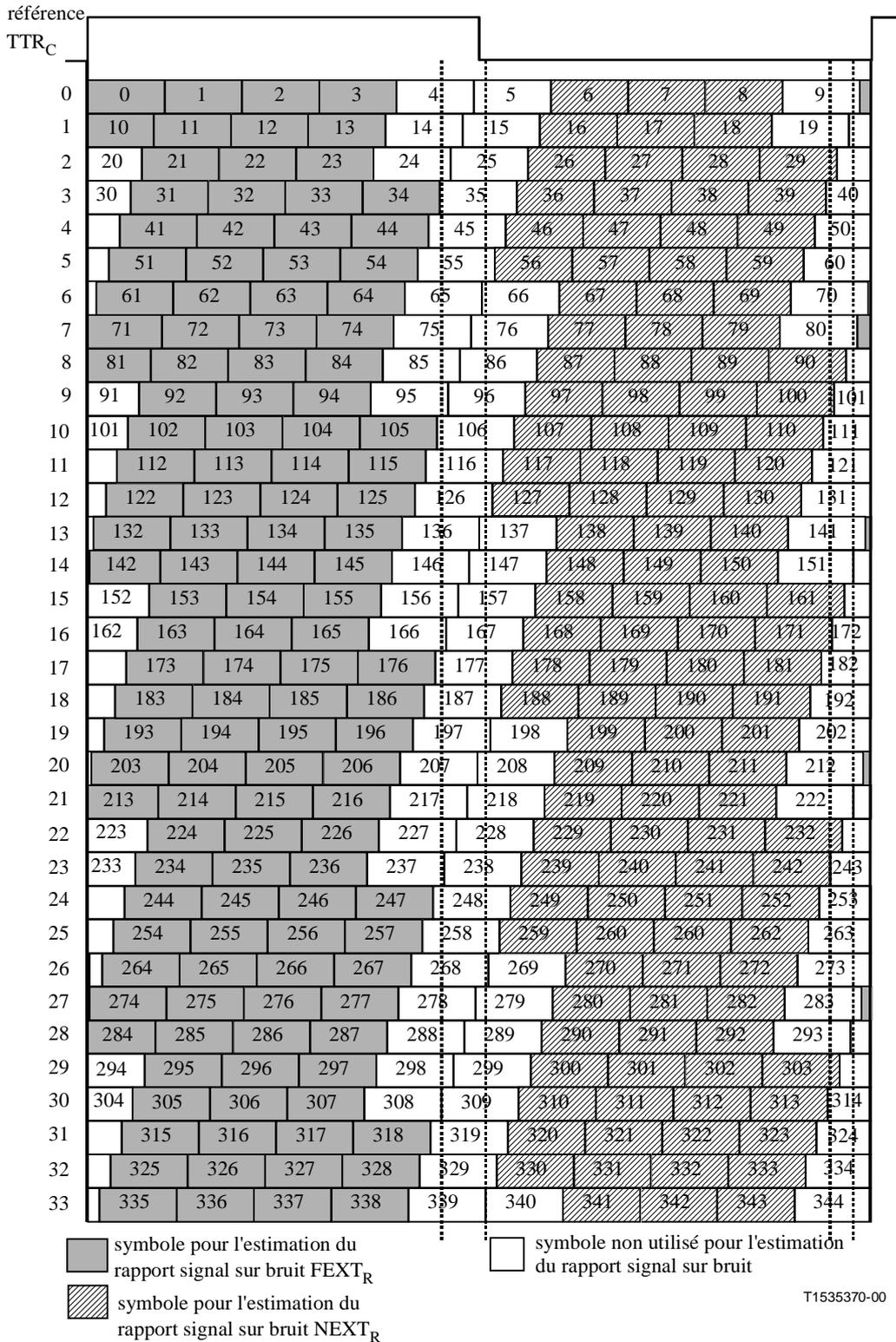


Figure C.19/G.992.1 – Configuration de symboles dans une hypertrame aval pour l'estimation du rapport signal sur bruit

C.7.7 Analyse du canal (ATU-R) (complète le 10.7)

L'unité ATU-R transmettra uniquement les symboles FEXT_C et ne transmettra pas de symboles NEXT_C pendant l'émission des signaux R-RATES1 à R-CRC2. L'unité ATU-R transmettra, dans les

états R-SEGUE2 et R-MEDLEY, les symboles FEXT_C et NEXT_C lorsque la table Bitmap-N_C est activée (mode avec table de bits duale) et ne transmettra pas de symboles NEXT_C lorsque la table Bitmap-N_C est désactivée (mode avec table de bits FEXT). La durée de chaque état est définie par la Figure C.21.

C.7.8 Signal R-SEGUE1 (complète le 10.7.1)

La durée maximale du signal R-SEGUE1 est de 14 symboles (voir Figure C.17).

C.7.8.1 Signal R-REVERB3 (complète le 10.7.2)

L'unité ATU-R alignera l'instant de démarrage du signal R-REVERB3 avec le début d'une hypertrame.

C.7.8.2 Signal R-SEGUE2 (complète le 10.7.3)

La durée du signal R-SEGUE2 est de 13 symboles.

C.7.8.3 Signal R-MEDLEY (complète le 10.7.8)

La définition du signal R-MEDLEY est fondamentalement la même que dans le 10.7.8, à l'exception de la durée de l'estimation du rapport signal sur bruit amont au niveau de l'unité ATU-C. Le rapport signal sur bruit varie également dans le même cycle, du fait de la présence du bruit périodique sur la liaison RNIS-TCM, comme indiqué par la Figure C.18. L'unité ATU-R émet le signal dans les symboles NEXT_C et FEXT_C et l'unité ATU-C fait une estimation de deux rapports signal sur bruit pour les symboles NEXT_C et FEXT_C reçus, comme défini par la Figure C.20.

Le pseudo-code suivant permet de déterminer le type du symbole DMT de rang N_{dmf}:

pour N_{dmf} = 0, 1, ..., 344

$$S = 272 \times N_{dmf} \text{ mod } 2760$$

si { (S > b) et (S + 271 < c) } alors le symbole est utilisé pour l'estimation du rapport signal sur bruit FEXT_C

si { (S + 271 < a) } alors le symbole est utilisé pour l'estimation du rapport signal sur bruit NEXT_C

avec a = 1148, b = 1315, c = 2608

L'unité ATU-R émettra uniquement la tonalité pilote pour le symbole NEXT_C lorsque la table Bitmap-N_C est désactivée (mode avec table de bits FEXT). Le nombre de bits du symbole NEXT_C ne sera pas supérieur à celui du symbole FEXT_C.

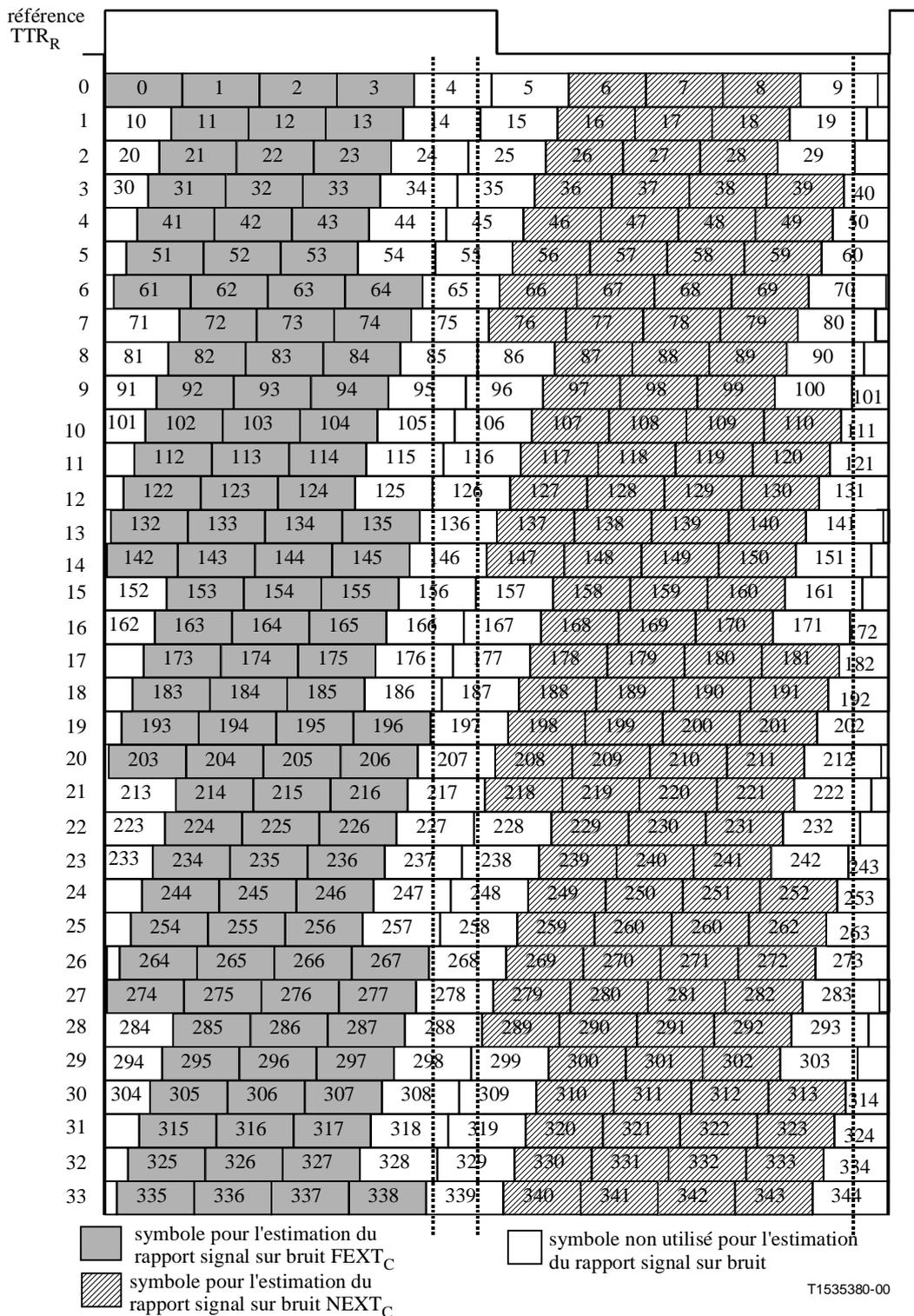


Figure C.20/G.992.1 – Configuration de symbole dans une hypertrame amont pour l'estimation du rapport signal sur bit

C.7.9 Echange – Unité ATU-C (complète le 10.8)

L'unité ATU-C émettra uniquement les symboles FEXT_R pour les signaux C-RATES_n, C-MSG_n, C-B&G et C-CRC_n. Pour les autres signaux, elle émettra les symboles FEXT_R et NEXT_R lorsque la table Bitmap-N_R est activée (mode avec table de bits duale) et transmettra uniquement la tonalité

pilote pour les symboles NEXT_R lorsque la table Bitmap-N_R est désactivée (mode avec table de bits FEXT). La Figure C.22 définit la durée de chaque état.

C.7.9.1 C-MSG2 (complète le 10.8.9)

Les valeurs suivantes s'appliqueront:

$$n_{1C-MSG2} = 43$$

$$n_{2C-MSG2} = 91$$

C.7.9.1.1 Nombre total de bits pris en charge par symbole (complète le 10.8.9.3)

Le nombre maximal de bits par symbole est défini au niveau du point de référence B, le calcul étant fait à partir de la performance du canal aval pour les symboles FEXT_C et NEXT_C. Si, par exemple, le nombre maximal de bits pouvant être pris en charge dans les symboles FEXT_C et NEXT_C est respectivement égal à 111 et 88, le nombre total de bits pris en charge par symbole est égal à $(111 \times 126 + 88 \times 214)/340 = 96$.

NOTE – Le nombre total de symboles par hypertrame est égal à 340 dont 126 symboles FEXT et 214 symboles NEXT.

C.7.9.2 Signal C-B&G (remplace le 10.8.13)

Le signal C-B&G sera utilisé pour transmettre à l'unité ATU-R les informations de bits et de gains, les tables Bitmap-F_C $\{b_1, g_1, b_2, g_2, \dots, b_{31}, g_{31}\}$ et Bitmap-N_C $\{b_{33}, g_{33}, b_{34}, g_{34}, \dots, b_{63}, g_{63}\}$ devant être utilisées sur les sous-porteuses amont. Le bit b_i de la table Bitmap-F_C indique le nombre de bits devant être codés par l'émetteur de l'unité ATU-R sur la porteuse amont de rang i dans les symboles FEXT_C; le bit g_i indique le facteur de normalisation, par rapport au gain utilisé sur la même porteuse pour l'émission du signal R-MEDLEY, qui sera appliqué à la porteuse amont de rang i dans les symboles FEXT_C. Le bit b_i de la table Bitmap-N_C indique de même le nombre de bits dans les symboles NEXT_C sur la porteuse amont de rang $(i - 32)$ et le bit g_i , le facteur de normalisation qui sera appliqué dans les symboles NEXT_C à la porteuse amont de rang $(i - 32)$.

Les bits $b_0, g_0, b_{32}, g_{32}, b_{64}$ et g_{64} sont supposés être tous nuls et ne seront pas transmis parce qu'aucune énergie n'est émise pour la composante continue et pour la moitié de la fréquence d'échantillonnage.

Les informations du signal C-B&G seront mappées dans un message m de 992 bits (124 octets) défini par la relation suivante:

$$m = \{m_{991}, m_{990}, \dots, m_1, m_0\} = \{g_{63}, b_{63}, \dots, g_{33}, b_{33}, g_{31}, b_{31}, \dots, g_1, b_1\}, \quad (\text{C.10-2})$$

dans laquelle les bits MSB b_i et g_i de la valeur m de rang le plus élevé et m_0 sont émis en premier. Le message m sera émis dans 124 symboles en utilisant la méthode de transmission décrite au 10.8.9.

Les bits b_i et g_i de la table Bitmap-N_C seront positionnés sur "0" lorsque cette dernière est désactivée (mode avec table de bits FEXT).

C.7.9.3 Signal C-SEGUE3 (remplace le 10.8.16)

La durée du signal C-SEGUE3 est de 18 symboles. L'unité ATU-C termine l'initialisation et passe dans l'état C-SHOWTIME à la suite de l'état C-SEGUE3. L'unité ATU-C émettra les signaux dans l'état C-SHOWTIME en utilisant les tables Bitmap-F_R et Bitmap-N_R avec la fenêtre glissante.

L'unité ATU-C transmettra uniquement la tonalité pilote pour les symboles NEXT_R lorsque la table Bitmap-N_R est désactivée (mode avec table de bits FEXT).

C.7.10 Echange – Unité ATU-R (complète le 10.9)

L'unité ATU-R émettra uniquement les symboles FEXT_C dans les états R-MSG_n, R-RATES_n, R-B&G et R-CRC_n. Elle émettra les symboles FEXT_C et NEXT_C lorsque la table Bitmap-N_C est activée (mode avec table de bits duale) et ne transmettra pas de symboles NEXT_C lorsque la table Bitmap-N_C est désactivée (mode avec table de bits FEXT). La Figure C.22 définit la durée de chaque état.

C.7.10.1 Signal R-MSG-RA (complète le 10.9.2)

Le Tableau C.7 remplace le Tableau 10-15.

Tableau C.7/G.992.1 – Assignment des 80 bits du signal R-MSG-RA (Annexe C)

Rang du bit m_i (Note)	Paramètre (Note) Tous les bits réservés seront positionnés sur "0"
79-68	Réservé pour l'UIT-T
67-56	$B_{\text{fast-max}}$
55-49	Nombre d'octets de débit supplémentaire RS (R)
48-40	Nombre d'octets de charge utile RS (K)
39-32	Nombre de tonalités véhiculant des données (ncloaded)
31-25	Estimation de l'atténuation moyenne sur la boucle
24-21	Gain de codage
20-16	Marge de performance avec l'option de débit sélectionnée
15-14	Réservé pour l'UIT-T
13-12	Distance maximale d'entrelacement
11-0	Nombre total B_{max} de bits par symbole DMT

NOTE – Les bits les moins significatifs ont les indices les plus faibles dans les divers champs.

C.7.10.1.1 Nombre total B_{max} de bits pris en charge (remplace le 10.9.2.8)

Ce paramètre sera défini comme pour le signal R-MSG2, voir C.7.9.1.

C.7.10.1.2 Nombre $B_{\text{fast-max}}$ (nouveau)

La valeur de $B_{\text{fast-max}}$ représente le nombre maximal de bits du tampon de données rapides transmis lorsque les bits des données rapides peuvent être assignés de manière égale aux symboles FEXT et NEXT.

La valeur $B_{\text{fast-max}}$ des données rapides est égale à t_f .

C.7.10.2 Signal R-MSG2 (complète le 10.9.8)

Les valeurs suivantes s'appliqueront:

$$N_{1\text{R-MSG2}} = 10$$

$$N_{2\text{R-MSG2}} = 20$$

C.7.10.2.1 Nombre total de bits pris en charge par symbole (complète le 10.9.8.3)

Le nombre maximal de bits par symbole est défini au niveau du point de référence B, le calcul étant fait à partir de la performance du canal aval pour les symboles FEXT_R et NEXT_R. Si, par exemple, le

nombre maximal de bits pouvant être pris en charge dans les symboles FEXT_R et NEXT_R est respectivement égal à 111 et 88, le nombre total de bits pris en charge par symbole est égal à $(111 \times 126 + 88 \times 214)/340 = 96$.

NOTE – Le nombre total de symboles par hypertrame est égal à 340 dont 126 symboles FEXT et 214 symboles NEXT.

C.7.10.3 Signal R-B&G (remplace le 10.9.14)

Le signal R-B&G sera utilisé pour transmettre à l'unité ATU-C les informations de bits et de gains des tables Bitmap-F_R $\{b_1, g_1, b_2, g_2, \dots, b_{255}, g_{255}\}$, et Bitmap-N_R $\{b_{257}, g_{257}, b_{258}, g_{258}, \dots, b_{511}, g_{511}\}$, qui doivent être utilisées sur les sous-porteuses aval. Le bit b_i de la table Bitmap-F_R indique le nombre de bits devant être codés par l'émetteur de l'unité ATU-C sur la sous-porteuse aval de rang i dans les symboles FEXT_R; le bit g_i de la table Bitmap-F_R indique le facteur de normalisation qui sera appliqué à la porteuse aval de rang i dans les symboles FEXT_R, par rapport au gain utilisé sur la même porteuse pour l'émission du signal C-MEDLEY. Le bit b_i de la table Bitmap-N_R indique de même le nombre de bits dans les symboles NEXT_R sur la porteuse aval de rang $(i - 256)$ et le bit g_i le facteur de normalisation qui sera appliqué dans les symboles NEXT_R à la porteuse aval de rang $(i - 256)$. Les bits $b_0, g_0, b_{256}, g_{256}, b_{512}$ et g_{512} sont supposés être tous nuls et ne seront pas transmis parce qu'aucune énergie n'est émise pour la composante continue et pour la moitié de la fréquence d'échantillonnage. Les bits b_{64} et b_{320} seront positionnés sur "0" et les bits g_{64} et g_{320} sur g_{sync} , étant donné que la sous-porteuse 64 est réservée comme tonalité pilote. La valeur g_{sync} représente la normalisation du gain appliquée au symbole de synchronisation.

Les informations du signal R-B&G seront mappées dans un message m de 8160 bits (1020 octets) défini comme suit:

$$m = \{m_{8159}, m_{8158}, \dots, m_1, m_0\} = \{g_{511}, b_{511}, \dots, g_{257}, b_{257}, g_{255}, b_{255}, \dots, g_1, b_1\}, \quad (\text{C.10-3})$$

dans lequel les bits MSB b_i et g_i de la valeur m de rang le plus élevé et m_0 sont émis en premier. Le message m sera émis dans 1020 symboles en utilisant la méthode de transmission décrite au 10.9.8.

Les bits b_i et g_i de la table Bitmap-N_R seront positionnés sur "0" lorsque cette dernière est désactivée (mode avec table de bits FEXT).

C.7.10.4 R-SEGUE5 (remplace le 10.9.17)

La durée du signal R-SEGUE5 est de 13 symboles. L'unité ATU-R termine l'initialisation et passe dans l'état R-SHOWTIME à la suite de l'état R-SEGUE5. L'unité ATU-R émettra les signaux dans l'état R-SHOWTIME en utilisant les tables Bitmap-F_C et Bitmap-N_C avec la fenêtre glissante.

L'unité ATU-R ne transmettra pas de symboles NEXT_C lorsque la table Bitmap-N_C est désactivée (mode avec table de bits FEXT).

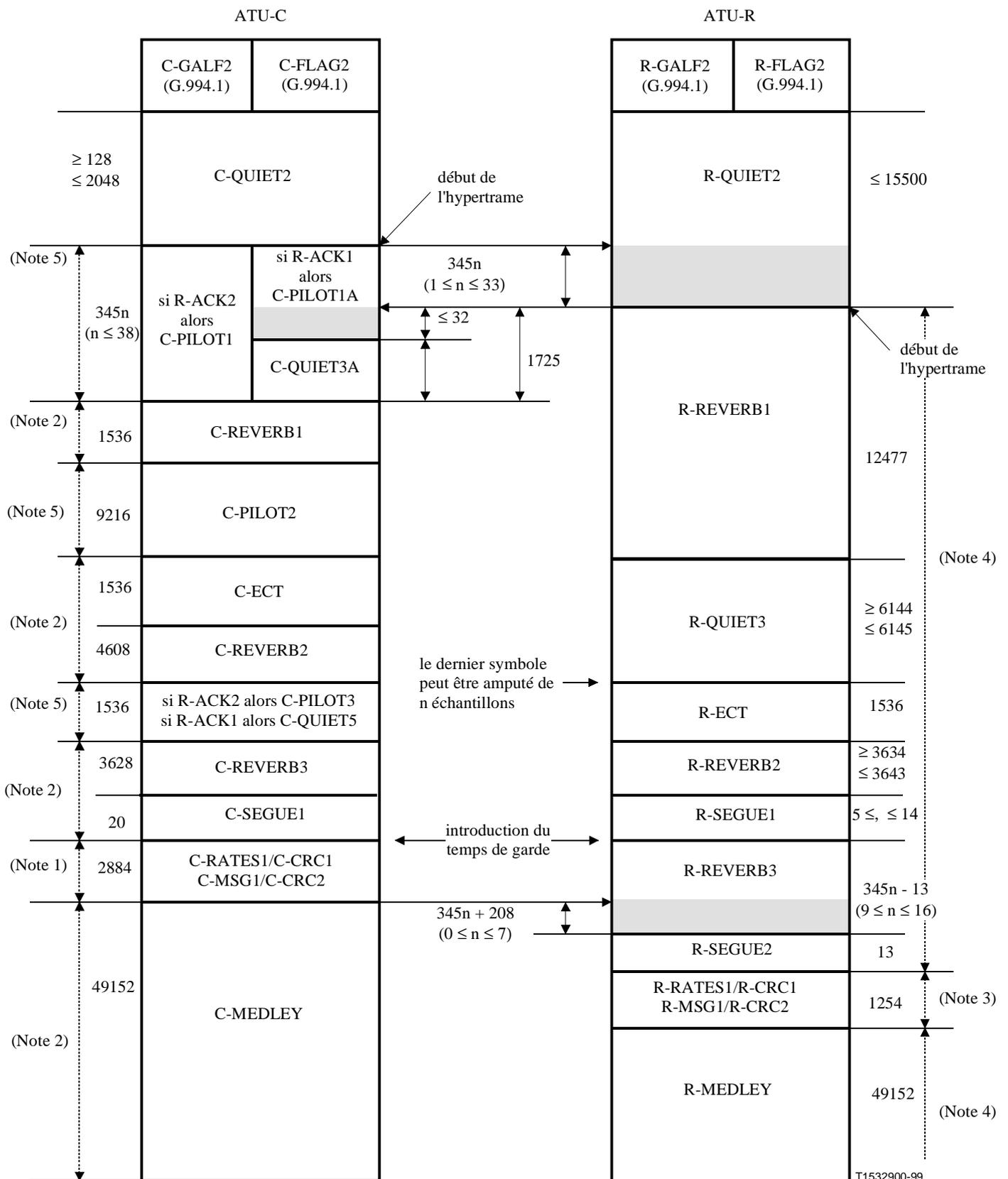
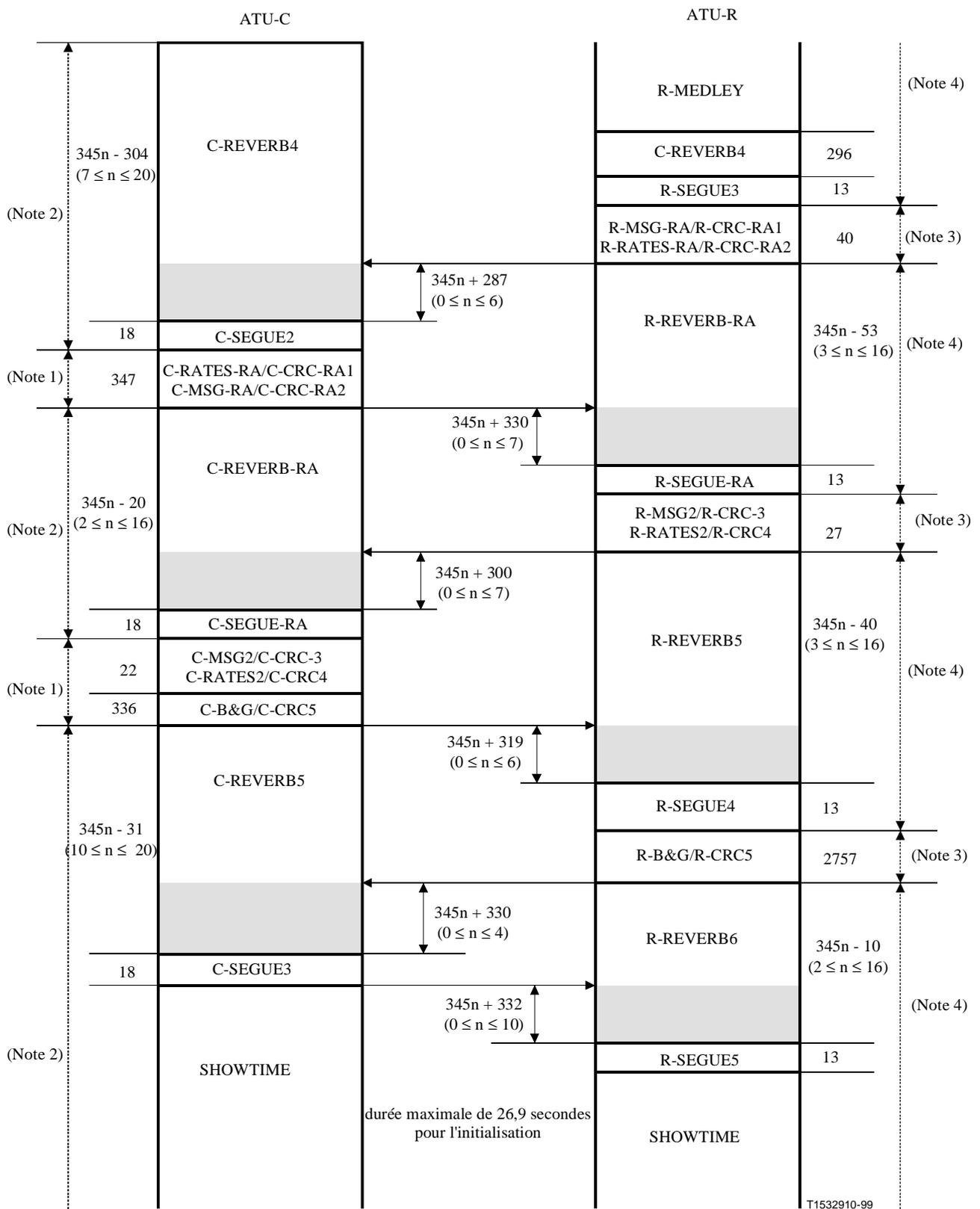


Figure C.21/G.992.1 – Diagramme temporel de la séquence d'initialisation – Partie 1



- NOTE 1 – L'unité ATU-C émettra les symboles $FEXT_R$ et émettra uniquement la tonalité pilote pour les symboles $NEXT_R$.
- NOTE 2 – L'unité ATU-C émettra les symboles $FEXT_R$ et $NEXT_R$ lorsque la table Bitmap- N_R est activée (mode avec table de bits duale). L'unité ATU-C émettra uniquement la tonalité pilote pour les symboles $NEXT_R$ lorsque la table Bitmap- N_R est désactivée (mode avec table de bits FEXT).
- NOTE 3 – L'unité ATU-R émettra les symboles $FEXT_C$ et n'émettra pas les symboles $NEXT_C$.
- NOTE 4 – L'unité ATU-R émettra les symboles $FEXT_C$ et $NEXT_C$ lorsque la table Bitmap- N_C est activée (mode avec table de bits duale). L'unité ATU-R n'émettra pas de symboles $NEXT_C$ lorsque la table Bitmap- N_C est désactivée (mode avec table de bits FEXT).
- NOTE 5 – L'unité ATU-C émettra les symboles $FEXT_R$ et $NEXT_R$.

Figure C.22/G.992.1 – Diagramme temporel de la séquence d'initialisation – Partie 2

C.8 Adaptation et reconfiguration en ligne du canal AOC (se rapporte au paragraphe 11)

C.8.1.1 Demande d'échange de bits (remplace le 11.2.3)

Le récepteur démarrera un échange de bits en émettant sur le canal AOC une demande d'échange de bits à destination de l'émetteur. Cette demande indique à ce dernier les sous-porteuses qui doivent être modifiées. Le Tableau C.8 présente le format de la demande.

Tableau C.8/G.992.1 – Format du message de demande d'échange de bits

En-tête du message	Champs 1-4 du message		
{11111111 ₂ } (8 bits)	Rang de la table de bits (1 bit)	Commande (7 bits)	Rang du sous-canal (8 bits)

La demande se constitue des 9 octets suivants:

- un en-tête de message AOC contenant huit bits positionnés sur "1";
- les champs de message 1-4 constitués chacun d'un bit de rang de table de bits, de sept bits de commande et de huit bits pour le rang du sous-canal correspondant. Le Tableau C.9 donne la liste des rangs de table de bits et des commandes de sept bits valides pour le message d'échange de bits. Le bit MSB pour la commande de demande d'échange de bits dans ce tableau représente le rang de la table de bits. Dans le cas des données aval, une valeur 0 de ce bit indique la table Bitmap-F_R et une valeur 1 la table Bitmap-N_R. Une valeur 0 indique de même, pour les données amont, la table Bitmap-F_C et une valeur 1 la table Bitmap-N_C. Le rang du canal est un compteur de huit bits correspondant à des valeurs de fréquence de sous-porteuse croissantes à partir de la fréquence la plus basse de rang 0. La sous-porteuse 0 ne sera pas utilisée;
- l'échange de bits entre les symboles FEXT_{C/R} et NEXT_{C/R} n'est pas autorisé.

Tableau C.9/G.992.1 – Commandes de demande d'échange de bits

Valeur (8 bit)	Interprétation
y0000000 ₂	Aucune action
y0000001 ₂	Incrémenter de 1 le nombre de bits alloués
y0000010 ₂	Décrémenter de 1 le nombre de bits alloués
y0000011 ₂	Augmenter la puissance émise de 1 dB
y0000100 ₂	Augmenter la puissance émise de 2 dB
y0000101 ₂	Augmenter la puissance émise de 3 dB
y0000110 ₂	Diminuer la puissance émise de 1 dB
y0000111 ₂	Diminuer la puissance émise de 2 dB
y0001xxx ₂	Réservé pour les commandes propres aux fournisseurs
NOTE – Le bit y est égal à "0" pour les symboles FEXT _{C/R} et à "1" pour les symboles NEXT _{C/R} de la fenêtre glissante.	

Les messages de demande d'échange de bits (en-tête et champs de message) seront émis cinq fois de manière consécutive.

Les nouvelles valeurs de g_i pour une mise à jour de g_i de Δ dB seront calculées au moyen de la formule suivante afin d'éviter une divergence entre les unités ATU-C et ATU-R après un certain nombre d'échanges de bits:

$$g_i' = (1/512) \times \text{arrondi}(512 \times g_i \times 10^{\exp(\Delta/20)}) \quad (\text{C.11-1})$$

C.8.1.2 Demande d'échange de bits étendue (complète le 11.2.4)

Le format de la demande d'échange de bits étendue est donné par le Tableau C.10.

Tableau C.10/G.992.1 – Format du message de demande d'échange de bits étendue

En-tête du message	Champs 1-6 du message		
{11111100 ₂ } (8 bits)	Rang de la table de bits (1 bit)	Commande (7 bits)	Rang du sous-canal (8 bits)

Chacun des champs de ce message se composera, comme pour la demande d'échange de bits, d'un bit de rang de table de bits, de sept bits de commande et de huit bits pour le rang du sous-canal correspondant.

C.8.1.3 Accusé de réception d'échange de bits (complète le 11.2.5)

La valeur du compteur de supertrames d'échange de bits indiquera uniquement la dernière supertrame (SPF n° 4) d'une hypertrame.

Là, où les nouvelles tables de bits et/ou de puissances transmises seront alors valables à partir de la première trame (trame 0) de la supertrame SPF n° 0 d'une hypertrame.

Là, où les nouvelles tables seront valables à partir de la trame 0 de la supertrame 0 de l'hypertrame suivante si la valeur du compteur de supertrames d'échange de bits n'indique pas la supertrame SPF n° 4.

ANNEXE D

Diagrammes d'état des unités ATU-C et ATU-R

D.1 Introduction

La présente annexe fournit des diagrammes d'état pour les unités ATU-C et ATU-R, dont certaines parties sont obligatoires pour garantir un interfonctionnement entre des unités de constructeurs différents alors que d'autres sont présentées uniquement à titre d'exemple, l'implémentation des fonctions requises ou souhaitées étant laissée au choix du fournisseur.

D.2 Définitions

Les termes et abréviations suivants sont utilisés dans la présente annexe. Une référence est utilisée pour plus de commodité lorsque des états ou des événements ont été définis dans d'autres paragraphes de la présente Recommandation.

D.2.1 LOF-rs: (perte de trame-resynchronisation) événement de synchronisation/resynchronisation après une perte de trame ADSL. Cet événement se manifeste lorsqu'un algorithme, éventuellement propre au constructeur, décide qu'une nouvelle tentative de synchronisation est nécessaire. Il convient de noter que cet événement LOF-rs est probablement (mais pas

nécessairement) lié à un défaut de trame SEF (trame sévèrement erronée) défini pour la maintenance et l'exploitation (voir 9.3).

D.2.2 défaut LOF permanent: une perte de signal (LOS) permanente est déclarée $2,5 \pm 0,5$ secondes après l'apparition d'une défaillance LOF locale avec persistance d'un défaut SEF. La défaillance LOF et le défaut SEF sont définis au 9.3 traitant de l'exploitation et de la maintenance.

D.2.3 défaut LOS permanent: une perte de signal (LOS) permanente est déclarée $2,5 \pm 0,5$ secondes après l'apparition d'une défaillance LOS locale avec persistance d'un défaut SEF. La défaillance LOS et le défaut LOS sont définis au 9.3 traitant de l'exploitation et de la maintenance.

D.2.4 taux d'erreurs de bit élevé: taux d'erreurs élevé dans la réception des données: détecté par un dépassement de seuil d'erreurs CRC (anomalies de contrôle au niveau local CRC-8i et CRC-8ni définies au 9.3) pendant une certaine durée.

D.2.5 canal de commande de l'hôte: canal de commande de configuration de l'unité ATU-C pour un dispositif de commande situé au sein de l'hôte, tel qu'un terminal de centre de commutation ADSL (ACOT, *ADSL central office terminal*) qui pilote une ou plusieurs unités de ligne ATU-C. Il convient de noter que ce canal n'a aucune relation ou implication directe d'interfonctionnement avec le canal support "C" à 64 ou 16 kbit/s qui est parfois également appelé canal de commande.

D.2.6 reconfig1: reconfiguration du contenu des canaux effectuée sans réinitialisation de certaines parties importantes des fonctions de mise en trame, du récepteur et de l'émetteur (paragraphes 6 et 7) et pouvant, en conséquence, s'effectuer sans interruption des canaux qui restent conservés après la reconfiguration. Si, par exemple, quatre canaux simplex à 1,536 Mbit/s sont actifs à un instant donné et alloués au tampon de données entrelacées, une reconfiguration qui conserve deux de ces canaux en activité et remplace deux autres par un canal à 3,088 Mbit/s est alors du type reconfig1.

D.2.7 reconfig2: reconfiguration du contenu des canaux nécessitant la réinitialisation de certaines parties importantes des fonctions de mise en trame, du récepteur et de l'émetteur (paragraphes 6 et 7) et ne pouvant pas, en conséquence, s'effectuer sans interruption des canaux qui restent conservés après la reconfiguration. Ce type de reconfiguration nécessitera un nouveau conditionnement rapide. On peut donner les exemples suivants:

- un remplacement du débit de canal support par défaut par un débit optionnel, tel qu'une demande de reconfiguration d'un canal support simplex à 6,144 Mbit/s remplacé par un canal support simplex à 6,312 Mbit/s nécessitant une modification du débit agrégé transmis, de la taille de mot de code FEC ou de la réinitialisation des fonctions d'entrelacement et de désentrelacement;
- si quatre canaux simplex à 1,536 Mbit/s sont actifs à un instant donné et alloués au tampon de données entrelacées, une reconfiguration qui alloue un ou plusieurs d'entre eux au tampon de données rapides nécessitera un nouveau conditionnement rapide pour allouer l'octet AEX supplémentaire du tampon de données rapides, modifier les paramètres du mot de code FEC du tampon de données entrelacées et réinitialiser les fonctions d'entrelacement et de désentrelacement.

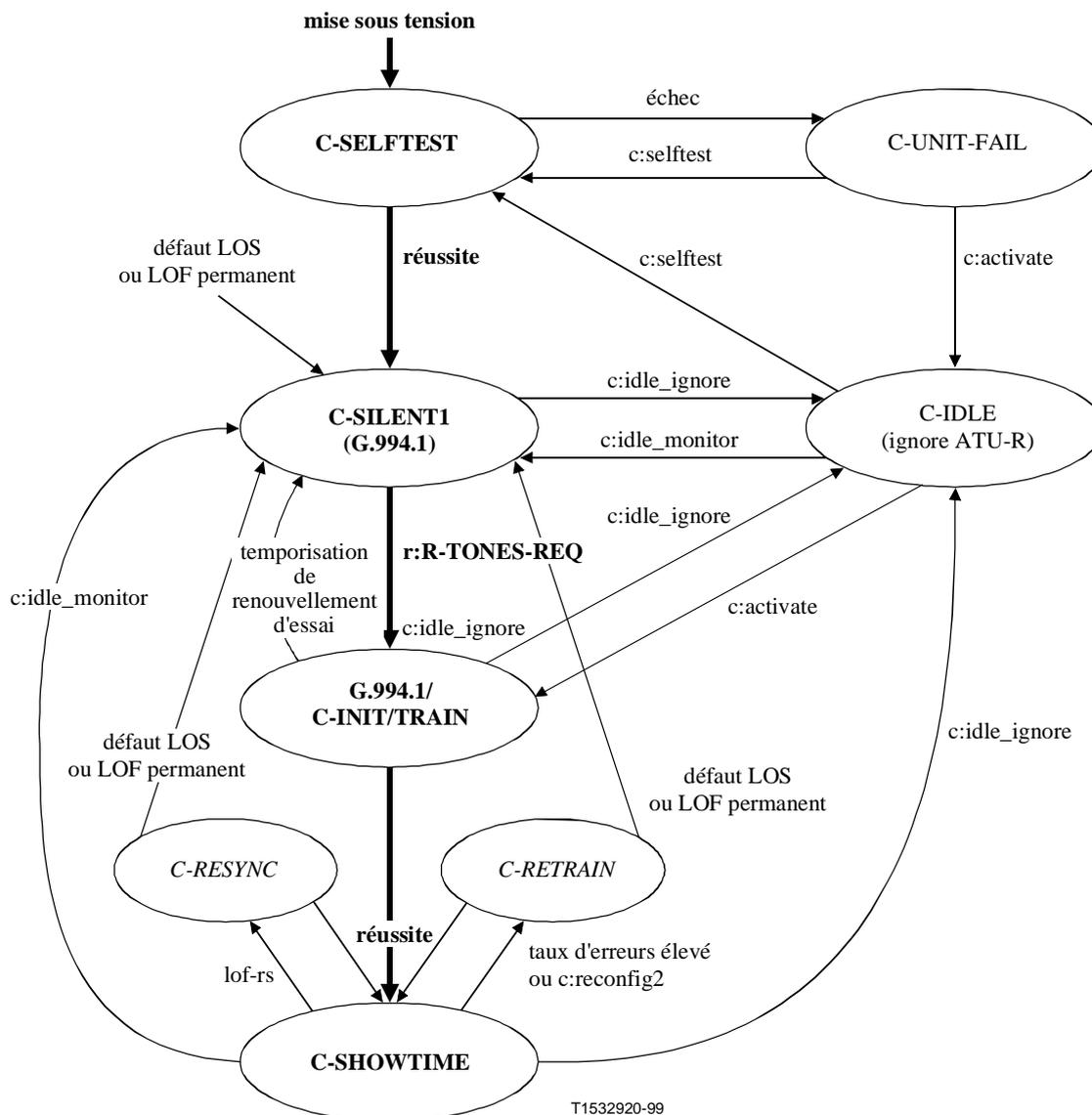
D.3 Diagrammes d'état

Les Figures D.1 et D.2 donnent respectivement les diagrammes d'état pour les unités ATU-C et ATU-R. Les états sont indiqués par des ovals contenant le nom de l'état. Le Tableau D.1 définit les états de l'ATU-C et le Tableau D.2 ceux de l'ATU-R. Les transitions entre les états sont indiquées par des flèches et l'événement provoquant la transition est indiqué à proximité de la flèche. La source de l'événement est indiquée dans certains cas par une ou plusieurs lettres et un double point avant le nom de l'état; cette référence à l'événement source est explicitée dans le bas de chaque figure. Tous les états sont obligatoires, mis à part les états *Retrain* et *Resync*.

Un état C-IDLE [*libre*] est souhaitable dans le diagramme d'état de l'ATU-C, afin de garantir un mode d'inactivité qui peut être utile pour effectuer certains essais avant fourniture (par exemple, des essais MLT) ou pour la suspension du service. Une fonction d'essais autonomes est également souhaitable, mais la définition des conditions d'essais autonomes peut être une option du fournisseur ou du client (par exemple, soit systématiquement au moment de la mise sous tension, soit sur commande du centre de commutation). Il en est de même pour la transition d'état à la suite de la réussite des essais autonomes [par exemple, passage dans l'état C-IDLE, dans l'état C-SILENT1 (voir la Recommandation G.994.1) ou dans l'état C-Activate/Init/Train].

Certaines commandes du "contrôleur de l'hôte" (précédées de "c:") sont indiquées par des événements non obligatoires dans le diagramme d'état de l'unité ATU-C, à titre d'exemple pour les événements et les transitions entre états. L'implémentation de ces événements est laissée au choix du fournisseur, compte tenu du fait que de nombreuses options sont possibles (par exemple, un accès distinct au contrôleur de l'hôte au niveau de l'unité ATU-C, des clés ou d'autres dispositifs de panneau de commande, des options fixes).

Un état "*Retrain*" [*nouveau conditionnement*] est représenté comme état non obligatoire dans les deux diagrammes d'état (le renouvellement rapide du conditionnement est encore à l'étude). Un état "*Resync*" [*nouvelle synchronisation*] est représenté comme état non obligatoire dans les deux diagrammes comme option laissée au choix du fournisseur et pouvant utiliser des algorithmes qui lui sont propres.



NOTE 1 – Sources des événements:

c: __ commande du contrôleur hôte.

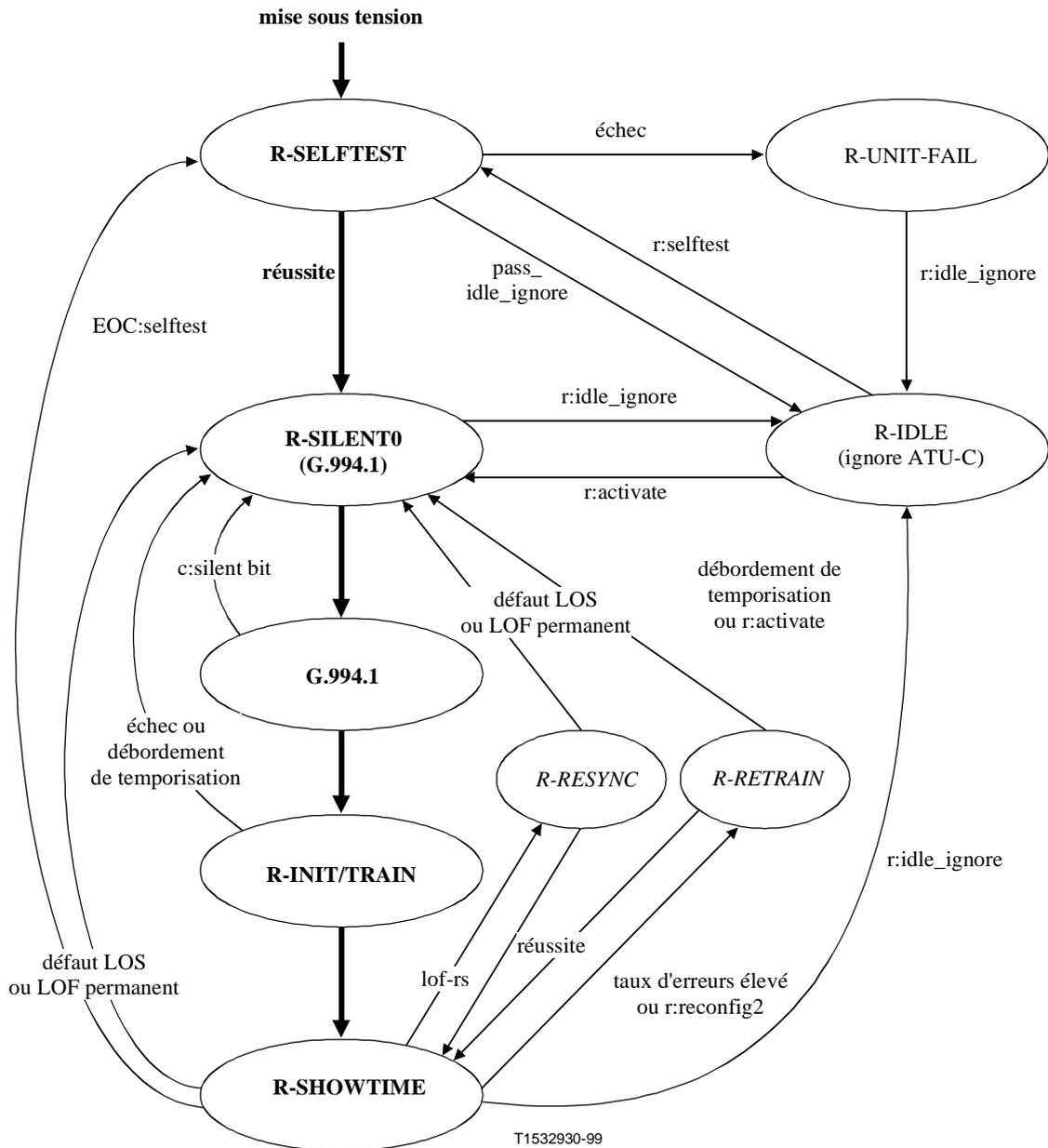
r: __ reçu de l'unité ATU-R.

NOTE 2 – La succession des événements principaux est indiquée en caractères **gras**.

NOTE 3 – Les états optionnels (au choix du fournisseur) sont indiqués en caractères *italiques*.

NOTE 4 – Les états sont définis dans le Tableau D.1 et les termes au D.2.

Figure D.1/G.992.1 – Diagramme d'état de l'unité ATU-C



NOTE 1 – Sources des événements:

r: __ commande du contrôleur hôte.

c: __ reçu de l'unité ATU-C.

NOTE 2 – La succession des événements principaux est indiquée en caractères **gras**.

NOTE 3 – Les états optionnels (au choix du fournisseur) sont indiqués en caractères *italiques*.

NOTE 4 – Les états sont définis dans le Tableau D.2 et les termes au D.2.

Figure D.2/G.992.1 – Diagramme d'état de l'unité ATU-R

Tableau D.1/G.992.1 – Définition des états de l'unité ATU-C

Nom de l'état	Description
C-SELFTEST	L'unité effectue un essai autonome. L'émetteur et le récepteur sont hors service (interface U-C muette); aucune réponse au canal de commande de l'hôte (par exemple, au terminal ACOT)
C-UNIT-FAIL	(échec de l'essai autonome) Superviser, si possible, le canal de commande de l'hôte (peut permettre au contrôleur de l'hôte de l'unité ATU-x de recevoir éventuellement les résultats des essais autonomes)
C-IDLE (libre, ignore ATU-R)	Emetteur et récepteur hors service (pas de réponse aux demandes R-TONES-REQ) Supervision du canal de commande de l'hôte
C-TONES	Emission du signal C-TONES et retour à l'état C-IDLE
C-SILENT1 (Rec. G.994.1) (libre, supervise l'unité ATU-R)	Emetteur hors service Récepteur en service, supervision de la demande R-TONES-REQ; passage dans l'état C-Activate/Init/Train en cas de détection Supervision du canal de commande de l'hôte
G.994.1/ C-INIT/TRAIN (démarré avec l'état C-TONES de la Rec. G.994.1; inclut les 10.2, 10.4, 10.6, et 10.8)	Initialiser Compteur_de_tentatives_de_conditionnement tant que (--Compteur_de_tentatives_de_conditionnement ≥ 0) { émettre les tonalités C-TONES démarrer la temporisation si les procédures G.994.1 démarrent avant l'expiration effectuer l'initialisation ou le conditionnement passer dans l'état C-ACTIVE en cas de réussite } Passer dans l'état C-SILENT1 Supervision du canal de commande de l'hôte
C-SHOWTIME (état stable de transmission de données; 6, 9.3 et 11)	Exécuter les fonctions de pompage de bits dans l'état stable (canaux de données utilisateur actifs) Permettre l'échange de bits et les fonctions de reconfiguration sans intrusion (reconfig1) Supervision du canal de commande de l'hôte Supervision des alarmes, EOC, AOC Passage dans l'état C-Activate/Init/Train si événement LOS ou LOF
C-RESYNC (non obligatoire, propre au fournisseur)	(Cet état est atteint lorsqu'un algorithme, basé éventuellement sur la perte de synchronisation de la trame ADSL, détecte la nécessité d'une nouvelle synchronisation) Déclarer la trame SEF erronée (comme défini au 9.3.1.3) – la transmission des données utilisateur a été interrompue Si le signal est présent (pas de défaut LOS) Tenter d'extraire le profil synch et réaligner (propre au fournisseur) Supprimer la trame SEF et passer dans l'état C-ACTIVE en cas de succès Sinon, effectuer une temporisation sur la trame SEF, déclarer le défaut LOF, passer dans l'état C-Activate/Init/Train Sinon effectuer une temporisation sur le défaut LOS, déclarer l'événement LOS, passer dans l'état C-Activate/Init/Train

Tableau D.1/G.992.1 – Définition des états de l'unité ATU-C (fin)

Nom de l'état	Description
<i>C-RETRAIN</i> (le renouvellement rapide du conditionnement appelle une étude ultérieure)	<p>(Le passage dans cet état n'est possible que si le signal reste présent et si la synchronisation de la trame ADSL reste maintenue)</p> <p>Déclarer la trame SEF erronée (comme défini au 9.3.1.3) – la transmission des données utilisateur a été interrompue</p> <p>Si le signal est présent (pas de défaut LOS)</p> <p>Calcul des allocations d'identificateur de canal et de bits</p> <p>Rétablir le verrouillage des données et les circuits de l'interface V</p> <p>Supprimer la trame SEF et revenir dans l'état C-ACTIVE en cas de succès</p> <p>Sinon, effectuer une temporisation sur la trame SEF, déclarer le défaut LOF, passer dans l'état C-Activate/Init/Train</p> <p>Sinon effectuer une temporisation sur le défaut LOS, déclarer l'événement LOS, passer dans l'état C-Activate/Init/Train</p>

Tableau D.2/G.992.1 – Définition des états de l'unité ATU-R

Nom de l'état	Description
R-SELFTEST	<p>L'unité effectue un essai autonome. L'émetteur et le récepteur sont hors service (interface U-R muette)</p> <p>Si l'essai autonome réussit et si le récepteur se trouve dans le mode de conditionnement autonome, passer dans l'état R-SILENT0</p> <p>Si l'essai autonome réussit et si le récepteur se trouve dans un mode de commande externe, passer dans l'état R-IDLE</p> <p>Sinon passer dans l'état R-UNIT-FAIL</p>
R-UNIT-FAIL	(échec de l'essai autonome, la seule sortie possible de cet état est la coupure de l'alimentation électrique)
R-SILENT0 / G.994.1	<p>Se référer à la Recommandation G.994.1</p> <p>Supervision du canal de commande de l'hôte</p>
R-INIT/TRAIN (démarré avec l'état R-TONES-REQ de la Rec. G.994.1; inclut les 10.3, 10.5, 10.7, et 10.9)	<p>Emettre l'accusé de réception R-ACK</p> <p>Appliquer la procédure d'initialisation et de conditionnement</p> <p>Passer dans l'état R-ACTIVE en cas de succès</p> <p>sinon, passer dans l'état R-SILENT0</p>
R-SHOWTIME (état stable de transmission de données; 7, 9.3 et 11)	<p>Exécuter les fonctions de pompage de bits dans l'état stable (canaux de données utilisateur actifs)</p> <p>Permettre l'échange de bits et les fonctions de reconfiguration sans intrusion (reconfig1)</p> <p>Supervision du canal de commande de l'hôte</p> <p>Supervision des alarmes, EOC, AOC</p> <p>Passer dans l'état R-SILENT0 si apparition de l'événement LOS ou LOF</p>
R-IDLE (ignore ATU-C)	<p>Emetteur et récepteur hors service</p> <p>Supervision du canal de commande de l'hôte</p>

Tableau D.2/G.992.1 – Définition des états de l'unité ATU-R (fin)

Nom de l'état	Description
<i>R-RESYNC</i> (non obligatoire; propre au fournisseur)	(Cet état est atteint lorsqu'un algorithme, basé éventuellement sur la perte de synchronisation de la trame ADSL, détecte la nécessité d'une nouvelle synchronisation) Déclarer la trame SEF erronée (comme défini au 9.3.1.3) – la transmission des données utilisateur a été interrompue Si le signal est présent (pas de défaut LOS) Tenter d'extraire le profil synch et réaligner (propre au fournisseur) Supprimer la trame SEF et passer dans l'état R-ACTIVE en cas de succès Sinon, temporisation sur SEF, déclarer le défaut LOF, passer dans l'état R-SILENT0 Sinon, temporisation sur LOS, déclarer le défaut LOS, passer dans l'état R-SILENT0
<i>R-RETRAIN</i> (le renouvellement rapide du conditionnement appelle une étude ultérieure)	(Le passage dans cet état n'est possible que si le signal reste présent et si la synchronisation de la trame ADSL reste maintenue) Déclarer la trame SEF erronée (comme défini au 9.3.1.3) – la transmission des données utilisateur a été interrompue Réinitialiser les circuits de trame de données et d'interface T Si le signal est présent (pas de défaut LOS) Calcul des allocations d'identificateur de canal et de bits Supprimer SEF et revenir dans l'état R-ACTIVE en cas de succès Sinon, effectuer une temporisation sur la trame SEF, déclarer le défaut LOF, passer dans l'état R-SILENT0 Sinon effectuer une temporisation sur le défaut LOS, déclarer l'événement LOS, passer dans l'état R-SILENT0

ANNEXE E

Séparateurs entre la téléphonie classique et l'accès RNIS de base

Le séparateur de téléphonie classique (POTS) a une fonction double. Les signaux ADSL sont protégés vis-à-vis des transitoires à haute fréquence et des effets d'impédance induits pendant la fourniture du service POTS: transitoires de sonnerie, d'arrêt de sonnerie, de décrochage et variations d'impédance. En ce qui concerne le service POTS en bande vocale, la protection vis-à-vis des signaux ADSL fournie par les filtres passe-bas peut affecter, en raison d'effets non linéaires et autres, le fonctionnement au niveau des équipements distants (combinés, fax, modems en bande vocale, etc.) et du centre de commutation. Le filtrage devrait être effectué en préservant la qualité de bout en bout de la connexion en bande vocale (c'est-à-dire entre les interfaces POTS et RTPC).

Le séparateur de l'accès de base RNIS a de même une fonction double.

E.1 Type 1 – Europe

E.1.1 Adaptation d'impédance

L'impédance d'adaptation européenne harmonisée, $Z_{\text{complex}(1)}$ pour des terminaux non vocaux (par exemple, des modems en bande vocale) fournit un compromis décrit plus en détail dans la Recommandation Q.552.

Diverses impédances de compromis à trois éléments sont utilisées dans divers pays pour le fonctionnement des terminaux vocaux. Le texte ci-dessous fournit les détails des impédances de

référence et d'autres paramètres propres aux pays. La marge d'erreur sur les valeurs des composants est de $\pm 0,1\%$, sauf indication contraire.

E.1.1.1 Impédance européenne harmonisée – Terminaux non vocaux

$$Z_{\text{complex}(1)} = 150 \text{ nF} // 750 \Omega + 270 \Omega$$

E.1.1.2 Terminaux vocaux

$$Z_{\text{complex}(1)} = 150 \text{ nF} // 750 \Omega + 270 \Omega$$

$$Z_{\text{complex}(2)} = 230 \text{ nF} // 1050 \Omega + 320 \Omega$$

$$Z_{\text{complex}(3)} = 115 \text{ nF} // 820 \Omega + 220 \Omega$$

$$Z_{\text{real}(1)} = 600 \Omega$$

$$Z_{\text{real}(1)} = 800 \Omega$$

E.1.2 Affaiblissement d'adaptation

L'affaiblissement d'adaptation sur une impédance $Z_{\text{complex}(n)}$ ou $Z_{\text{real}(n)}$ au niveau de l'accès téléphonique ou de la ligne sera conforme à la Figure E.1 lorsque l'autre est terminé par une impédance $Z_{\text{complex}(n)}$ ou $Z_{\text{real}(n)}$.

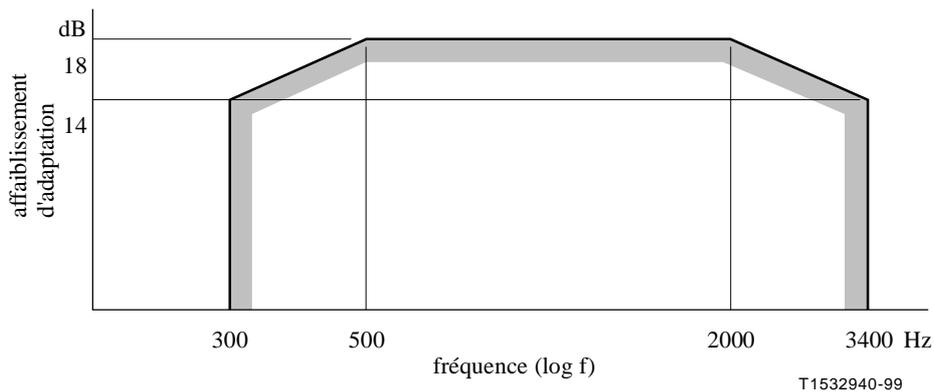


Figure E.1/G.992.1 – Valeur minimale de l'affaiblissement d'adaptation sur le réseau de test pour l'impédance du commutateur au niveau de l'interface à deux fils

E.1.3 Affaiblissement d'insertion

L'affaiblissement d'insertion entre l'accès téléphonique et l'accès ligne sera inférieur à 1 dB à 1 kHz avec une impédance de terminaison $Z_{\text{complex}(n)}$.

L'affaiblissement d'insertion entre l'accès téléphonique et l'accès ligne sera inférieur à 0,3 dB à 1 kHz avec une impédance de terminaison $Z_{\text{real}(n)}$.

E.1.4 Distorsion d'affaiblissement d'insertion

La distorsion d'affaiblissement d'insertion dans la bande de 200 à 4000 Hz sera inférieure à ± 1 dB avec une impédance de terminaison $Z_{\text{complex}(n)}$.

E.1.5 Isolation

Résistance d'isolation entre la terre et une branche	> 10 M Ω	(sur une terminaison ouverte et avec une tension continue de 100 V)
Résistance d'isolation entre branches	> 1 M Ω	(sur une terminaison ouverte et avec une tension continue de 100 V)
Résistance en courant continu	< 50 Ω	(sur une terminaison en court-circuit)

E.1.6 Puissance du signal

Puissance maximale de crête du signal dans la bande de 200 à 4000 Hz	< 3 dBm sur une impédance de 600 Ω (§ 4.4.2 de la Norme ETS 300.001)
Courant de boucle	< 100 mA

E.1.7 Sonnerie

Fréquence de sonnerie	25-50 Hz
Tension alternative de sonnerie	< 100 V _{rms}
Tension continue de sonnerie (superposée à la tension alternative)	< 100 V

E.1.8 Dissymétrie par rapport à la terre (§ 4.2.1 et § 4.2.2 de la Norme ETS 300.001)

Pertes LCL (méthode d'essais du sous-paragraphe 4.1.3 de la Recommandation G.117)

Pertes TCL (méthode d'essais du sous-paragraphe 4.1.3 de la Recommandation G.117)

15-50 Hz	> 40 dB sur une terminaison de 600 Ω
50-600 Hz	> 46 dB sur une terminaison de 600 Ω
600-3400 Hz	> 52 dB sur une terminaison de 600 Ω

E.1.9 Fréquences et niveaux des impulsions de taxation (§ 1.7.8 de la Norme ETS 300.001)

Fréquence	12/16 kHz \pm 1%
Affaiblissement d'insertion	< 3 dB sur 200 Ω
Niveau maximal	< 5 V _{rms} sur 200 Ω

E.2 Type 2 – Amérique du Nord

E.2.1 Introduction

Le présent sous-paragraphe contient les spécifications pour un séparateur de service de téléphonie classique (POTS) convenant pour l'Amérique du Nord. Les prescriptions contenues dans le E.2 seront respectées pour un séparateur POTS conçu pour une mise en place en Amérique du Nord. Les filtres passe-bas ont une double fonction. Les signaux ADSL sont protégés vis-à-vis des transitoires à haute fréquence et des effets d'impédance induits pendant le fonctionnement du service POTS – transitoires de sonnerie, d'arrêt de sonnerie, de décrochage et variations d'impédance. En ce qui concerne le service POTS en bande vocale, la protection vis-à-vis des signaux ADSL fournie par les filtres passe-bas peut affecter, en raison d'effets non linéaires et autres, le fonctionnement au niveau des équipements distants (combinés, fax, modems en bande vocale, etc.) et du centre de commutation. Ce filtrage devrait être effectué en préservant la qualité de bout en bout de la connexion en bande vocale (c'est-à-dire entre les interfaces POTS et RTPC représentées dans la Figure E.5 – connexion en bande vocale).

E.2.1.1 Emplacement de la fonction de séparateur POTS

On définit deux fonctions de séparateur POTS, l'une pour l'extrémité distante (R) et l'autre pour l'extrémité du centre de commutation (CO, *central office*). La fonction peut être implémentée, soit de manière interne dans le modem de l'unité ATU-x, soit de manière externe. L'ensemble des fonctions spécifiées est nécessaire dans les deux cas (à l'exception des signatures d'essais de maintenance, voir E.2.1.7).

La valeur des condensateurs représentés dans la Figure E.2 est de 0,12 μ F. Ces condensateurs bloquent les tensions continues. Ils fonctionnent de concert avec les entrées de la fonction de filtre passe-haut du modem et doivent être pris en compte dans le calcul de l'impédance d'entrée du modem. Ce point n'est pas accessible lorsque la fonction de séparateur du centre de commutation est fournie de manière interne par le modem, ce qui fait que les condensateurs n'apparaissent pas explicitement. Les configurations d'essais décrites dans la présente annexe tiennent compte de cette différence.

Les condensateurs de 0,12 μ F n'apparaissent pas lorsque tout ou partie de la fonction de filtre passe-haut est incorporée dans le filtre POTS externe du centre de commutation, car le blocage de la composante continue fera partie de la fonction de filtre passe-haut. L'incorporation de tout ou partie du filtre passe-haut dans le séparateur POTS du centre de commutation appelle une étude ultérieure.

E.2.1.2 Fréquences utilisées pour les essais

Les essais utilisent deux bandes de fréquences:

- les fréquences de la bande vocale (VB, *voiceband*) vont de 0 à 4 kHz;
- les fréquences de la bande ADSL vont de 30 à 1104 kHz.

Aucun essai n'est effectué entre 4 et 30 kHz, mais on suppose que le filtre passe-haut aura un comportement correct dans ce domaine.

Tous les séparateurs POTS externes avec un filtre passe-bas ou des filtres passe-bas et passe-haut se conformeront aux spécifications entre 30 et 1104 kHz.

Les modems intégrés ne sont pas tous conçus pour utiliser la totalité du spectre entre 30 et 1104 kHz. Les essais de chaque implémentation peuvent se limiter à la bande des fréquences utilisées. La documentation du fournisseur et les comptes rendus d'essais individuels indiqueront de manière explicite la bande de fréquences utilisée pour chaque essai de modem.

E.2.1.3 Terminaisons équilibrées

Tous les essais se feront au moyen d'une méthode équilibrée (c'est-à-dire galvanique). L'une des extrémités de certaines configurations d'essais peut utiliser une connexion non équilibrée afin d'alléger la méthodologie d'essais, si les mesures résultantes conservent l'équilibre.

E.2.1.4 Essais avec une seule extrémité

Les essais avec une seule extrémité sont effectués sur chacune des fonctions de séparateur POTS. Les spécifications de la présente annexe concernent des fonctions de séparateur uniques, et non des essais de bout en bout. La conformité à la présente annexe ne garantit pas les performances de bout en bout, parce que les modems ne sont pas couverts par les essais qu'elle décrit.

E.2.1.5 Fonctions de séparateur POTS

Le séparateur POTS externe du centre de commutation peut être monté à une certaine distance du modem de l'unité ATU-C. Des condensateurs de blocage de la composante continue feront partie de l'accès xDSL du séparateur POTS afin de fournir une protection contre les défauts de la composante continue. Ces condensateurs font partie de l'entrée de la fonction passe-haut de l'accès xDSL et doivent être pris en considération dans les calculs de cette impédance d'entrée (20 à 34 nF environ).

Si la fonction de séparateur POTS est entièrement contenue au sein du modem, les condensateurs feront alors partie de la fonction de filtre passe-haut. Voir Figure E.2.

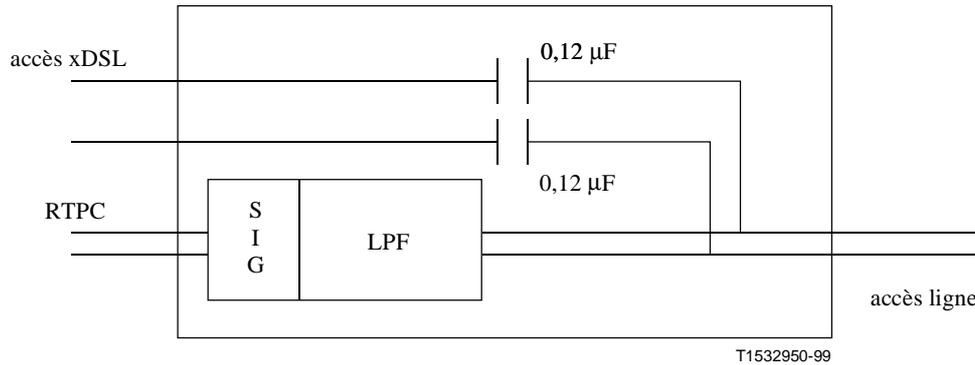


Figure E.2/G.992.1 – Séparateur POTS externe de centre de commutation sans fonction de filtre passe-haut

Les condensateurs de blocage de la composante continue sont nécessaires uniquement pour le séparateur POTS externe sans fonction de filtre passe-haut. Une fonction de séparateur interne ou un séparateur externe avec une fonction complète de filtre passe-haut peut incorporer ce condensateur à l'entrée de la fonction de filtre passe-haut. Les condensateurs de blocage de la composante continue sont optionnels pour des séparateurs intégrés au sein d'un équipement étroitement associé à l'unité ATU-C. Voir Figure E.3.

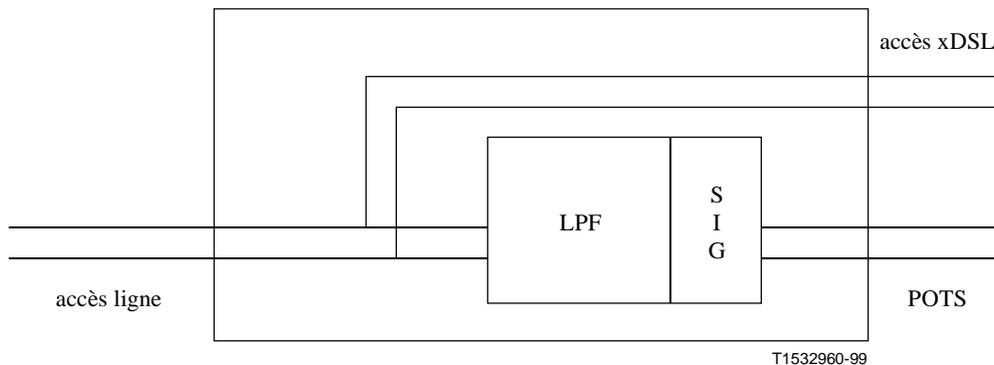
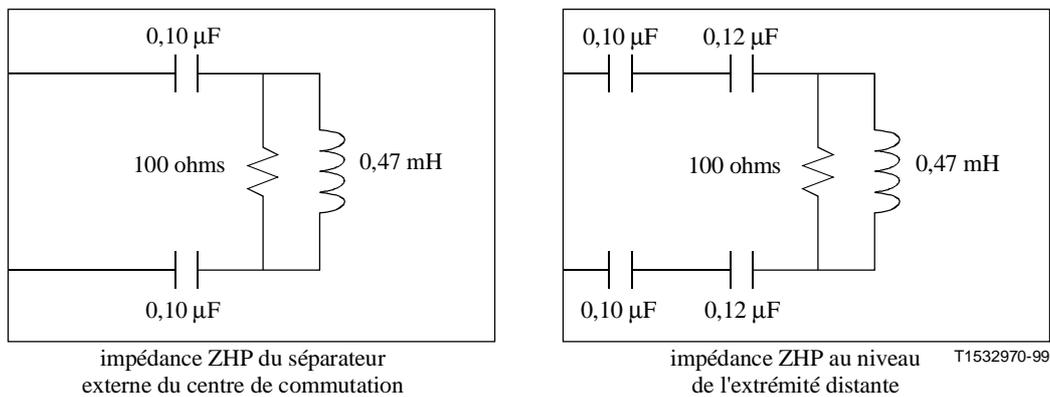


Figure E.3/G.992.1 – Séparateur POTS externe distant

E.2.1.6 Définition de l'impédance ZHP

Deux impédances, destinées à la terminaison correcte de l'accès xDSL pendant les essais en bande vocale, sont définies dans la Figure E.4 afin de faciliter les essais du séparateur POTS indépendamment du modem physique ou du fournisseur particulier. L'impédance est valable uniquement pour la bande de fréquences vocales. La combinaison de capacités dans l'impédance ZHP-r est donnée uniquement à titre d'exemple. La capacitance en entrée sera de 27 nF, en dérivation toutefois.



NOTE – Les tolérances sont de 2,5% pour les capacités, de 1% pour les résistances et de 5% pour les inductances.

Figure E.4/G.992.1 – Définition des impédances ZHP

E.2.1.7 Signatures d'essais de maintenance

Les signatures d'essais de maintenance seront conformes à la Figure E.5, si elles sont fournies.

La fonction de séparateur POTS contiendra des signatures qui sont activées uniquement par des systèmes d'essais de boucle métallique afin de permettre la gestion des séparateurs POTS par les systèmes d'exploitation du réseau et leur identification par des systèmes d'essais de boucle métallique. Ces signatures sont non ambiguës pour le système ADSL et différentes pour chaque extrémité de la boucle. Tous les séparateurs POTS situés au niveau d'un centre de commutation auront une même signature et tous les séparateurs POTS distants auront également une même signature. Les signatures sont conçues de manière à être actives uniquement pendant la durée du mode d'essais et n'interféreront pas avec le fonctionnement normal du circuit. Les signatures sont situées du côté POTS/RTPC de la fonction de filtre passe-haut de manière à protéger les bandes de fréquences ADSL des effets non linéaires des diodes. Les signatures sont définies par la Figure E.5.

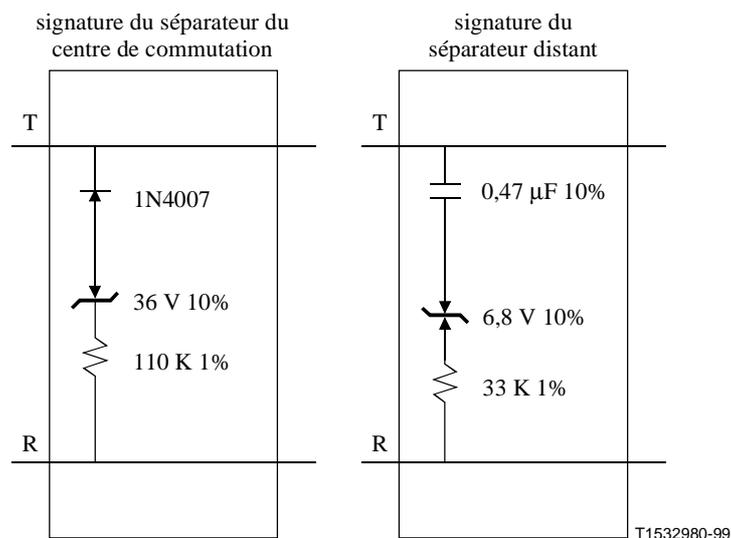


Figure E.5/G.992.1 – Signature d'essais de maintenance

E.2.2 Caractéristiques en courant continu

Toutes les prescriptions seront respectées pour toute valeur de courant de boucle comprise entre 0 et 100 mA. Le filtre passe-bas transmettra des différences de potentiel continu entre les fils de ligne comprises entre 0 et -60 V et des signaux de sonnerie inférieurs ou égaux à 103 V efficaces de fréquences comprises entre 20 et 30 Hz, superposés au signal continu.

La résistance en courant continu entre les fils de ligne sera inférieure à 25 Ω au niveau de l'interface RTPC avec l'interface U-C en court-circuit, ou au niveau de l'interface POTS avec l'interface U-R en court-circuit. La résistance en courant continu entre chacun des fils de ligne et la terre sera supérieure ou égale à 5 M Ω au niveau de l'interface RTPC avec l'interface U-C en court-circuit, ou au niveau de l'interface POTS avec l'interface U-R en court-circuit.

E.2.3 Caractéristiques de la bande vocale

E.2.3.1 Boucle métallique équilibrée (mode différentiel)

E.2.3.1.1 Boucles d'essais

Les boucles d'essais utilisées sont de deux types. Cette distinction est faite afin d'obtenir des prescriptions plus spécifiques pour des situations très différentes de longueur de boucle et pour tenir compte de l'influence du séparateur de l'extrémité opposée, telle qu'elle est "vue" sur la boucle et pouvant affecter les performances.

- Les boucles courtes correspondent à des paires prises sur des câbles de jauge AWG 26 avec des longueurs égales à 0, 152 m (0,5 Kft), 619 m (2,0 Kft) et 1520 m (5 Kft).
- Les boucles longues correspondent à des boucles avec des résistances de conception T #7, T #9, et T #13 ainsi qu'à des boucles C #4, C #6, C #7 et C #8.

NOTE – Les boucles d'essais sont définies dans la Recommandation G.996.1.

E.2.3.1.2 Affaiblissement d'insertion à 1004 Hz

L'affaiblissement d'insertion sera mesuré entre la source et la terminaison, avec et sans insertion de la combinaison du séparateur et de l'impédance ZHP, pour chacune des boucles d'essais spécifiées au E.2.3.1.1 en utilisant le dispositif d'essais représenté dans les Figures E.6 et E.7.

L'accroissement de l'affaiblissement d'insertion à 1004 Hz pour l'une quelconque des boucles d'essais à la suite de l'ajout de la combinaison du séparateur et de l'impédance ZHP sera inférieur aux valeurs spécifiées dans le Tableau E.1.

Tableau E.1/G.992.1 – Affaiblissement provoqué par l'ajout du séparateur et de l'impédance ZHP

Description	Affaiblissement
Boucle courte, $Z_{Tc} = 900$, $Z_{Tr} = 600$	< 1,0 dB extrémité CO
Boucle longue, $Z_{Tc} = 900$, $Z_{Tr} = 600$	< 0,75 dB extrémité CO
Boucle courte, $Z_{Tc} = 900$, $Z_{Tr} = 600$	< 1,0 dB extrémité R
Boucle longue, $Z_{Tc} = 900$, $Z_{Tr} = 600$	< 0,75 dB extrémité R

E.2.3.1.3 Distorsion d'affaiblissement dans la bande vocale

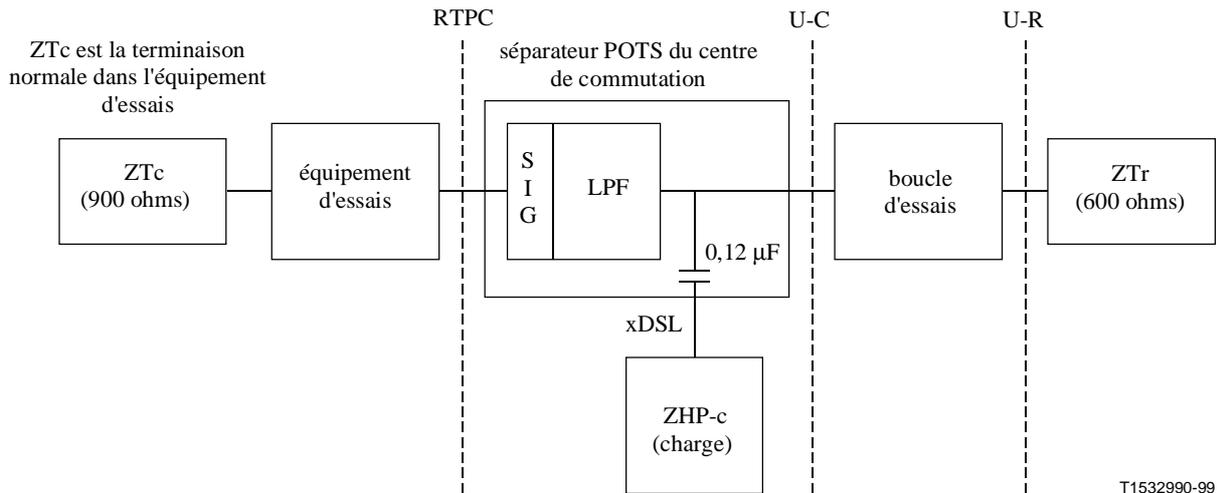
La variation de l'affaiblissement d'insertion avec la fréquence sera mesurée au moyen du dispositif d'essais des Figures E.6 et E.7. L'impédance ZHP sera connectée à l'accès xDSL du séparateur. Si ce dernier fait partie de l'unité ATU, le modem restera alors raccordé comme charge de l'accès xDSL.

L'accroissement de la distorsion d'affaiblissement par rapport à l'affaiblissement d'insertion à 1004 Hz résultant de l'ajout du séparateur POTS fermé sur l'impédance ZHP (ou le modem), mesuré au moyen des boucles d'essais précédentes, sera inférieur aux valeurs spécifiées dans le Tableau E.2.

Tableau E.2/G.992.1 – Accroissement de la distorsion d'affaiblissement résultant de l'ajout du séparateur POTS

Description	Affaiblissement (Note)	
	0,2-3,4 kHz	3,4-4,0 kHz
Boucle courte, séparateur CO, $Z_{Tc} = 900$, $Z_{Tr} = 600$	+1,5 à -1,5	+2,0 à -2,0
Boucle longue, séparateur CO, $Z_{Tc} = 900$, $Z_{Tr} = 600$	+0,5 à -1,5	+1,0 à -1,5
Boucle courte, séparateur R, $Z_{Tc} = 900$, $Z_{Tr} = 600$	+1,5 à -1,5	+2,0 à -2,0
Boucle longue, séparateur R, $Z_{Tc} = 900$, $Z_{Tr} = 600$	+0,5 à -1,5	+1,0 à -1,5
NOTE – Les valeurs d'affaiblissement sont positives, les valeurs de gain négatives.		

La Figure E.6 définit la configuration d'essais et la valeur des composants d'essais qui seront utilisés pour les mesures de transmission dans la bande vocale pour le séparateur POTS du centre de commutation.

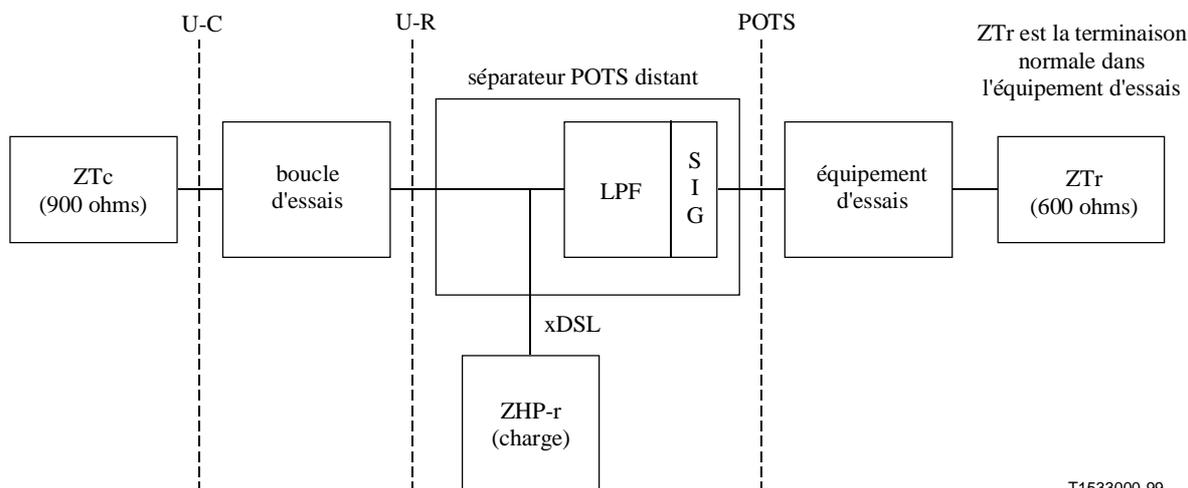


ZHP-c = impédance présentée sur la connexion POTS par une unité ATU-C à travers les condensateurs de blocage de la composante continue

NOTE – Les condensateurs de blocage de la composante continue concernent uniquement le séparateur POTS externe sans fonction de filtre passe-haut. La fonction de séparateur interne ou les séparateurs externes avec une fonction de filtre passe-haut complète peuvent intégrer ces condensateurs au niveau de l'entrée de la fonction de filtre passe-haut.

Figure E.6/G.992.1 – Mesures de transmission dans la bande vocale pour le séparateur du centre de commutation

La Figure E.7 définit la configuration d'essais et la valeur des composants d'essais qui seront utilisés pour les mesures de transmission dans la bande vocale pour le séparateur POTS distant.



T1533000-99

- ZTc = 900 Ω
- ZTr = 600 Ω
- ZHP-r = impédance présentée à la connexion POTS par une unité ATU-R

Figure E.7/G.992.1 – Mesures de transmission dans la bande vocale pour le séparateur distant

E.2.3.1.4 Distorsion de phase

La distorsion de phase du séparateur POTS sera mesurée comme indiqué dans les Figures E.6 et E.7. L'accroissement de la distorsion de phase provoqué par le séparateur POTS sur chacune des boucles d'essais sera inférieur aux valeurs spécifiées par le Tableau E.3.

Tableau E.3/G.992.1 – Accroissement de la distorsion de phase provoqué par le séparateur POTS

Description	Distorsion de phase	
	0,6-3,2 kHz	0,2-4,0 kHz
Boucle courte, séparateur CO, ZTc = 900, ZTr = 600	200 μs	250 μs
Boucle longue, séparateur CO, ZTc = 900, ZTr = 600	200 μs	250 μs
Boucle courte, séparateur R, ZTc = 900, ZTr = 600	200 μs	250 μs
Boucle longue, séparateur R, ZTc = 900, ZTr = 600	200 μs	250 μs

E.2.3.1.5 Affaiblissement d'adaptation

Les Figures E.8 et E.9 définissent la configuration d'essais et la valeur des composants d'essais qui seront utilisés pour les mesures d'impédance dans la bande vocale pour les séparateurs POTS du centre de commutation et distant.

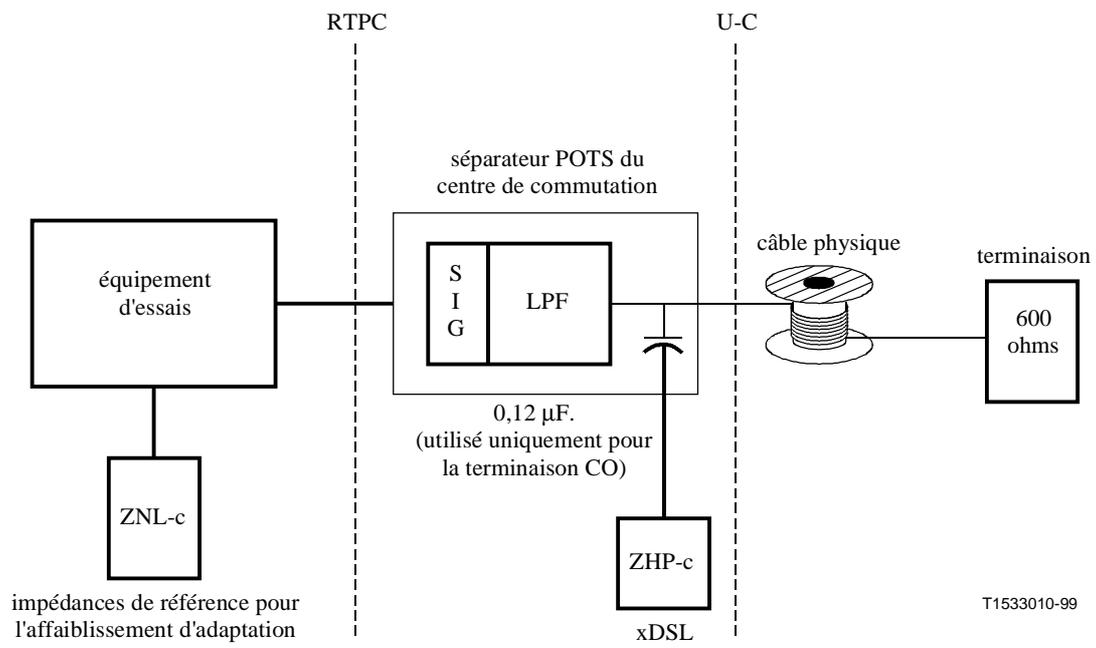
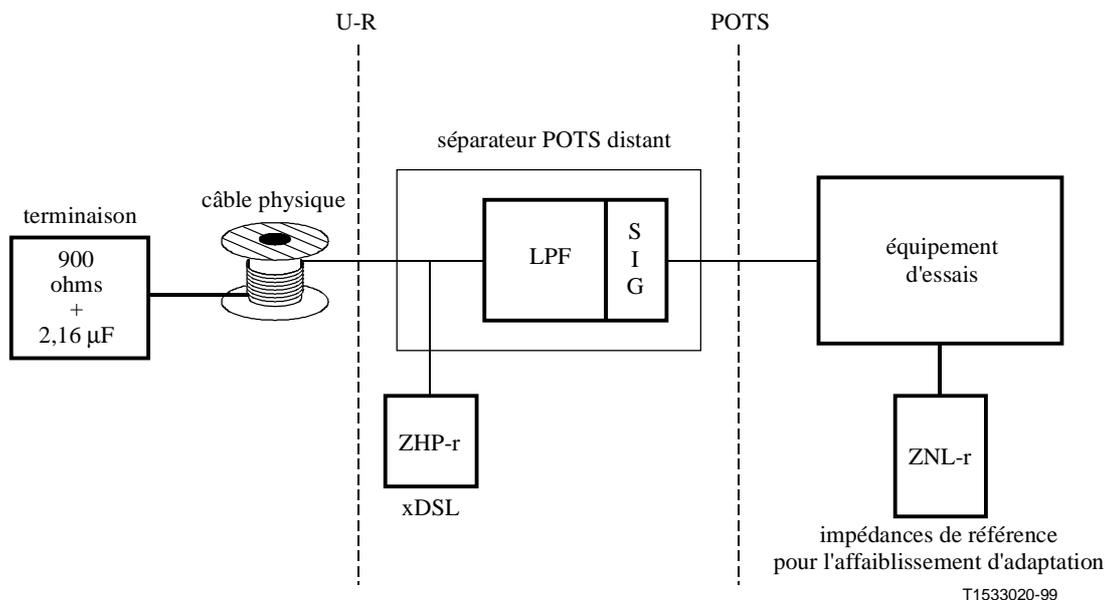


Figure E.8/G.992.1 – Dispositif d'essais pour l'affaiblissement d'adaptation du séparateur POTS du centre de commutation



ZNL-c (voir Note 2) = 800 Ω en parallèle avec la connexion en série d'une résistance de 100 Ω et d'un condensateur de 50 nF (modèle de boucle longue vue du centre de commutation)

ZNL-r (voir Note 2) = 1330 Ω en parallèle avec la connexion en série d'une résistance de 348 Ω et d'un condensateur de 100 nF (modèle de boucle longue vue du terminal distant)

ZHP-c = impédance présentée sur la connexion POTS par une unité ATU-C à travers les condensateurs de blocage de la composante continue du séparateur POTS

ZHP-r = impédance présentée sur la connexion POTS par une unité ATU-R

NOTE 1 – Les condensateurs de blocage de la composante continue concernent uniquement le séparateur POTS externe sans fonction de filtre passe-haut. La fonction de séparateur interne ou les séparateurs externes avec une fonction de filtre passe-haut complète peuvent intégrer ces condensateurs au niveau de l'entrée de la fonction de filtre passe-haut.

NOTE 2 – Cette valeur a été fournie par l'entité LSSGR de Bellcore comme représentant un compromis de référence pour un câble non chargé.

Figure E.9/G.992.1 – Dispositif d'essais pour l'affaiblissement d'adaptation du séparateur POTS distant

L'affaiblissement d'adaptation de chaque séparateur dans les conditions spécifiées, avec et sans raccordement de l'impédance ZHP, sera supérieur aux valeurs spécifiées par le Tableau E.4.

Tableau E.4/G.992.1 – Affaiblissement d'adaptation du séparateur

Description	Zref	Zterm (Ω)	ERL (dB)	SRL-L (dB)	SRL-H (dB)	Commentaires
Séparateur CO	ZNL-c	600	8	5	5	
Séparateur CO	ZNL-c	600	N/A	N/A	2	fréq. unique
Séparateur RT	ZNL-r	900	6	5	3	
Séparateur RT	ZNL-r	900	N/A	N/A	2	fréq. unique

NOTE – Les fréquences individuelles vont de 2200 Hz à 3400 Hz.

E.2.3.1.6 Distorsion

La distorsion provoquée par le filtre passe-bas sera mesurée au moyen du dispositif d'essais des Figures E.6 et E.7 avec une boucle nulle.

Les distorsions d'intermodulation d'ordre 2 et 3 auront des niveaux respectivement inférieurs de 57 dB et de 60 dB au niveau du signal reçu lorsqu'on applique l'ensemble de 4 tonalités avec un niveau de -9 dBm.

E.2.3.2 Symétrie longitudinale du séparateur POTS

La mesure de la symétrie longitudinale (LB, *longitudinal balance*) du séparateur POTS peut se faire de deux manières différentes. Le séparateur POTS peut être considéré comme une entité autonome, auquel cas on utilisera une méthode d'essais sur deux accès. L'autre possibilité est de faire l'essai du séparateur du centre de commutation contenant la combinaison du séparateur POTS, de l'unité ATU-C et de la carte de ligne considérée comme un dipôle, auquel cas on utilisera une méthode d'essais sur un accès.

E.2.3.2.1 Mesure de la symétrie longitudinale du séparateur POTS avec une méthode d'essais sur deux accès

Cette méthode sera utilisée pour les essais d'un séparateur POTS considéré comme une entité autonome.

La symétrie longitudinale du séparateur POTS (sans boucles), considéré comme un équipement à deux accès, sera mesuré dans les deux directions entre l'accès POTS/RTPC et l'accès ligne conformément aux dernières pratiques de mesure nord-américaines. L'accès xDSL sera mis en court-circuit si des condensateurs de blocage de la composante continue font partie de la fonction de séparateur; il restera ouvert dans le cas contraire. La tension longitudinale appliquée sera de 3,0 V de crête à crête au maximum, en raison des signatures de maintenance. L'équilibre sera supérieur à 58 dB pour les fréquences comprises entre 200 Hz et 1 kHz et à un niveau décroissant de manière linéaire de 58 et 53 dB entre 1 et 3 kHz. Un courant de polarisation continu de 25 mA sera appliqué.

La terminaison pour les essais est faite conformément aux essais selon les dernières pratiques de mesure nord-américaines. Un équilibrage du circuit d'essais (étalonnage) sur une valeur de 77 dB (58 + 19 dB) sera fait avant les mesures pour garantir une précision de 1 dB.

La Figure E.10 présente le dispositif d'essais du séparateur externe du centre de commutation. L'accès xDSL est mis en court-circuit. L'unité ATU-C sera raccordée mais non alimentée pour les essais d'équilibre longitudinal d'un modem intégré dans le centre de commutation.

La Figure E.11 présente le dispositif d'essais pour le séparateur POTS externe distant.

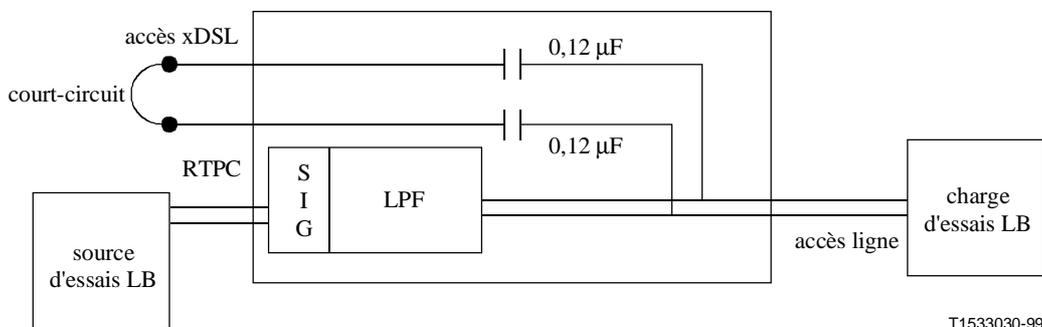


Figure E.10/G.992.1 – Dispositif d'essais pour la symétrie longitudinale au niveau du centre de commutation

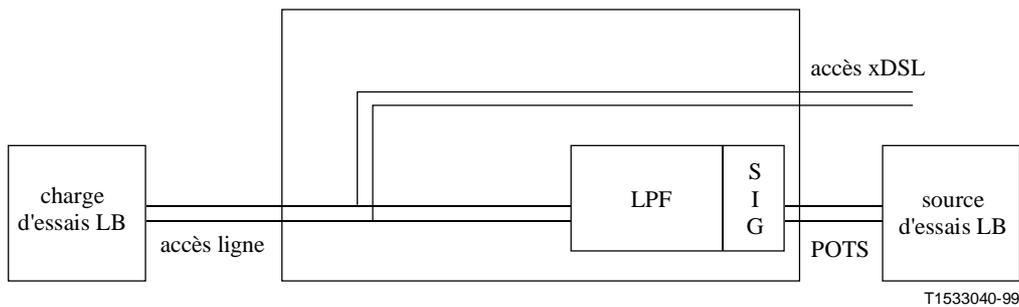


Figure E.11/G.992.1 – Dispositif d'essais pour la symétrie longitudinale distant

E.2.3.2.2 Mesure de la symétrie longitudinale du séparateur POTS avec une méthode d'essais sur un accès

Cette méthode sera utilisée pour les essais d'une combinaison de séparateur POTS, d'unité ATU-C et de carte de ligne de centre de commutation, considérée comme un dipôle.

La symétrie longitudinale de la combinaison du séparateur POTS, de l'unité ATU-C et de la carte de ligne de centre de commutation sera mesurée conformément aux dernières pratiques de mesure nord-américaines. La tension longitudinale appliquée sera de 3,0 V de crête à crête au maximum, en raison des signatures de maintenance. L'équilibre sera supérieur à 52 dB pour les fréquences comprises entre 200 Hz et 3,2 kHz. Une charge téléphonique résistive sera utilisée de manière à générer un courant de polarisation continu de 25 mA.

Un équilibrage du circuit d'essais (étalonnage) sur une valeur de 71 dB (52 + 19 dB) sera fait avant les mesures pour garantir une précision de 1 dB.

La Figure E.12 présente le dispositif d'essais du dipôle précédent.

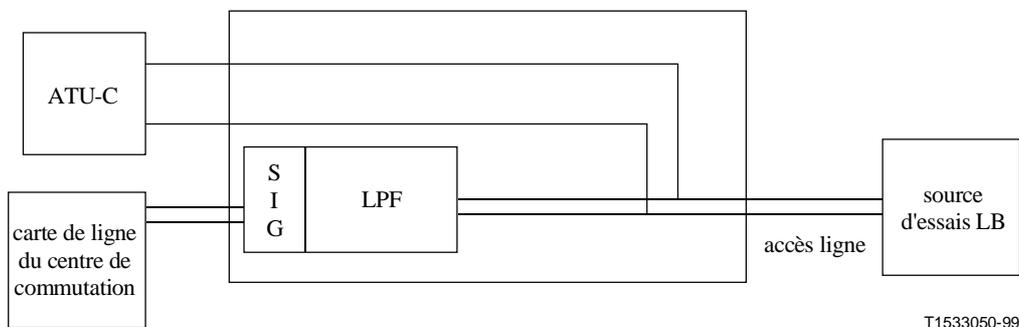


Figure E.12/G.992.1 – Dispositif d'essais pour la symétrie longitudinale au niveau du centre de commutation, considéré comme un dipôle

E.2.3.3 Capacitance transparente d'essais

Une impédance d'entrée est définie dans une bande spéciale étroite de fréquences permettant de continuer à utiliser les systèmes d'essais galvaniques existants avec la précision et la fiabilité qu'ils fournissent à l'heure actuelle.

E.2.3.3.1 Capacitance entre fils de ligne

Cette prescription a pour objectif de fixer une limite maximale à la capacitance vue par les systèmes galvaniques d'essais de lignes. Ceci permet de continuer à utiliser, pour les services POTS, les

systèmes d'essais galvaniques existants avec la précision et la fiabilité qu'ils fournissent à l'heure actuelle.

L'admittance globale de l'accès POTS ou RTPC sera capacitive.

La capacitance présente au niveau de l'interface POTS ou RTPC pour des fréquences de 20 à 30 Hz sera de 300 nF au maximum. Cette valeur englobe la capacitance des deux séparateurs POTS avec modems raccordés.

Les valeurs maximales et minimales suivantes seront respectées à chaque extrémité pour des mesures faites conformément à la Figure E.13:

- séparateur POTS, du centre de commutation ou distant sans modem raccordé:
 - 115 nF au maximum;
 - 20 nF au minimum.
- entrée du modem, incluant les condensateurs de blocage de la composante continue de l'extrémité du centre de commutation:
 - 35 nF au maximum;
 - 20 nF au minimum.
- modem avec une fonction de séparateur POTS intégrée ou séparateur POTS externe avec fonctions passe-bas et passe-haut, somme des valeurs ci-dessus:
 - 150 nF au maximum;
 - 40 nF au minimum.

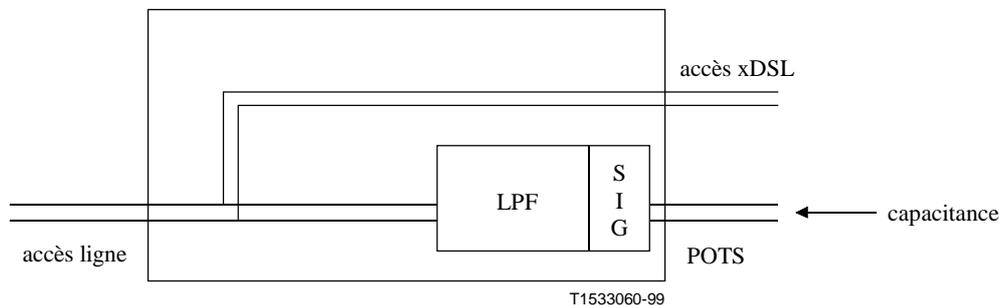


Figure E.13/G.992.1 – Essais de capacitance

E.2.3.3.2 Capacitance avec la terre

La conception ne prévoit pas d'itinéraire de courant alternatif avec la terre. La capacitance parasite maximale entre l'une ou l'autre des branches du séparateur POTS et la terre sera inférieure à 1,0 nF afin de préserver la précision des essais.

E.2.4 Essais dans la bande ADSL

E.2.4.1 Affaiblissement dans la bande ADSL

L'affaiblissement d'insertion du filtre passe-bas et de l'impédance ZHP (c'est-à-dire, la différence d'atténuation mesurée avec et sans le filtre), mesuré conformément aux Figures E.14 et E.15, sera supérieur à 65 dB entre 32 et 300 kHz et à 55 dB entre 300 à 1104 kHz avec un niveau d'entrée de 10 dBm.

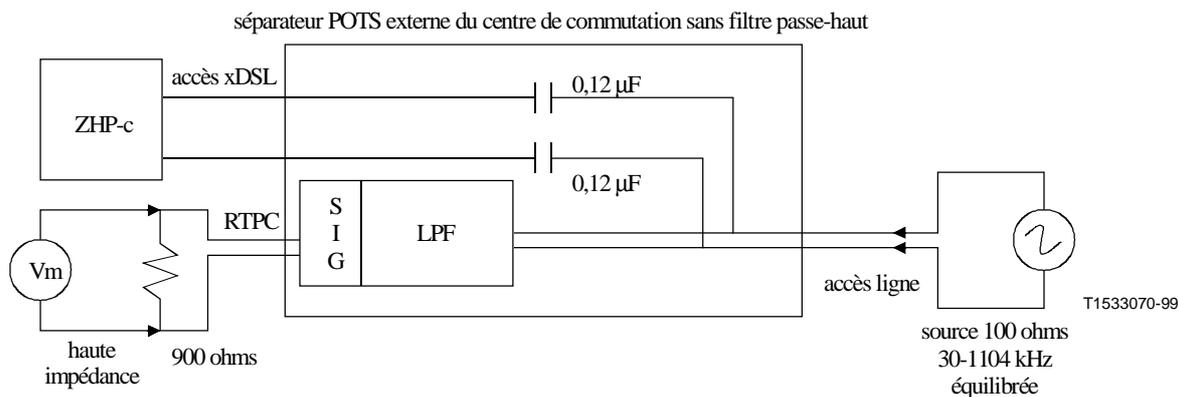


Figure E.14/G.992.1 – Mesure de l'atténuation du séparateur du centre de commutation dans la bande ADSL

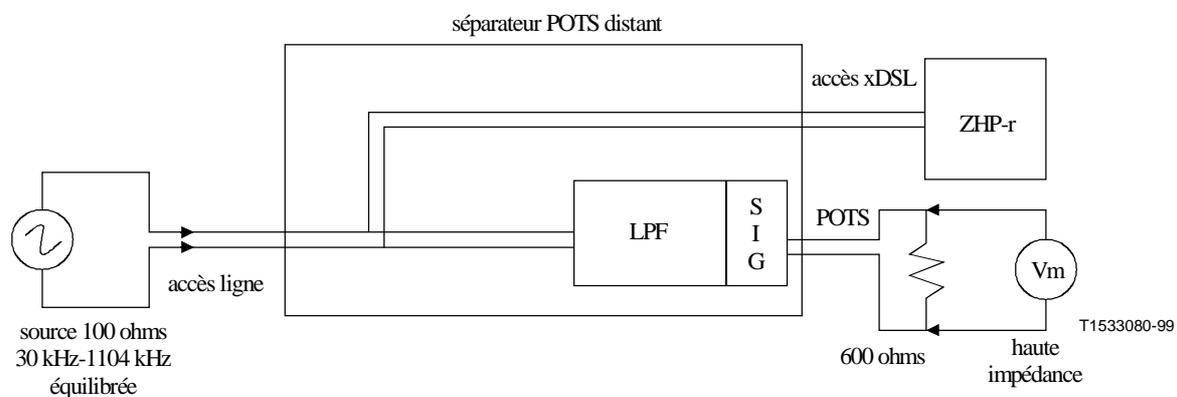


Figure E.15/G.992.1 – Mesure de l'atténuation du séparateur distant dans la bande ADSL

E.2.4.2 Impédance d'entrée (charge de l'itinéraire du signal ADSL)

L'affaiblissement d'insertion provoqué par le filtre passe-bas dans la bande de 30 à 1104 kHz entre des impédances nominales avec un niveau d'entrée de -10 dBm, mesuré conformément aux Figures E.16 et E.17, ne sera pas supérieur à 0,25 dB.

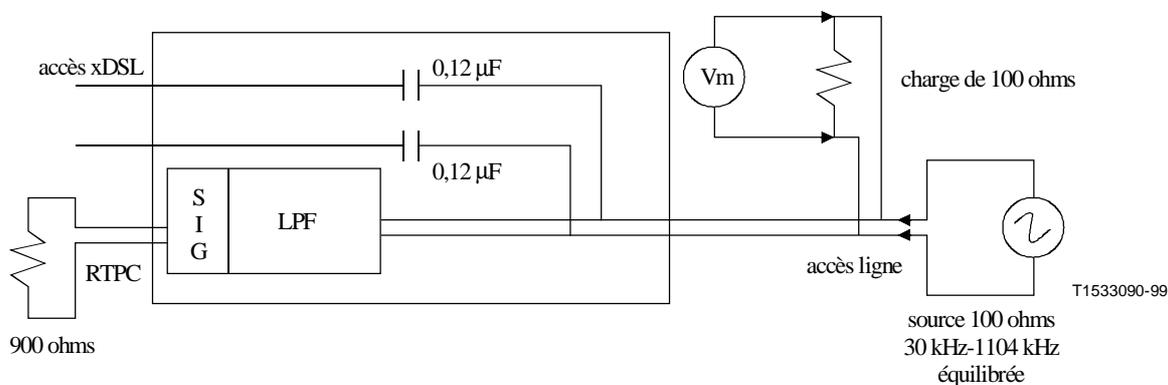


Figure E.16/G.992.1 – Mesure de l'effet de charge du séparateur du centre de commutation dans la bande ADSL

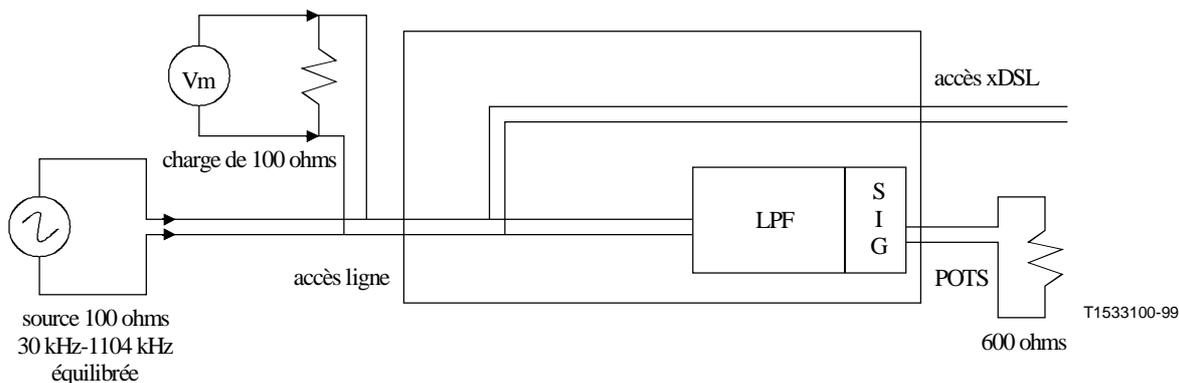


Figure E.17/G.992.1 – Mesure de l'effet de charge du séparateur distant dans la bande ADSL

E.2.5 Considérations physiques concernant les locaux utilisateur

E.2.5.1 Considérations relatives au câblage

L'exploitation simultanée des signaux ADSL et POTS sur une même paire de conducteurs provoque un transfert de bruits POTS vers les signaux ADSL reçus. Ces bruits de téléphonie résultent de la sonnerie, de l'arrêt de sonnerie, des impulsions de numérotation et du décrochage ou du raccrochage. Les niveaux de ces bruits sont susceptibles de provoquer la réception de données erronées en l'absence d'une isolation convenable entre paires. Il peut être possible de remédier à la dégradation de la qualité de service en utilisant un entrelacement ou un contrôle d'erreurs à un niveau supérieur de protocole de communication de données.

La Figure E.18 présente le modèle de référence de la configuration de câblage pour un séparateur POTS externe utilisant des câbles distincts. On suppose que l'isolation entre câbles est égale à 80 dB au minimum entre paires (correspondant à un câble de catégorie 5) si les services POTS et ADSL doivent être exploités sur un même câble. Il convient de noter que la longueur du câblage entre locaux doit être prise en compte dans le budget de transmission de la liaison. L'utilisation d'autres types de câble (quartes ou paires torsadées) avec des spécifications d'isolation moins élevées peut conduire à des taux d'erreurs plus importants et à une réduction des performances.

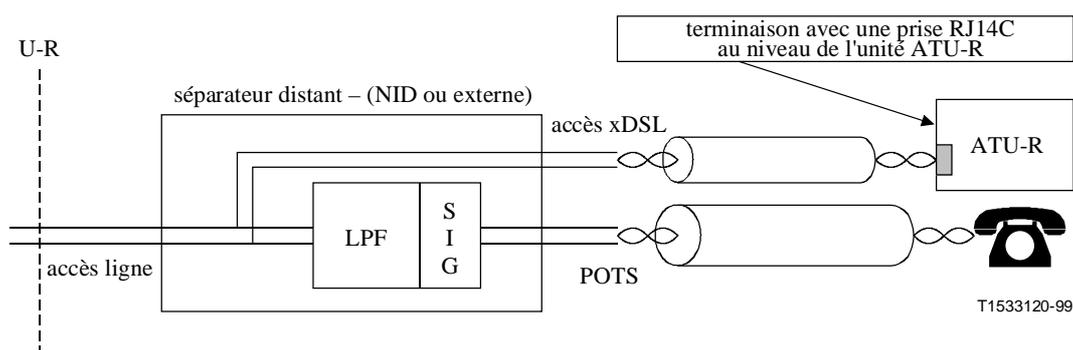


Figure E.18/G.992.1 – Câblage des locaux utilisateur avec gaine séparée pour l'unité ATU-R

E.3 Type 3 – Service ADSL au-dessus d'un service RNIS (Appendice I ou II de la Recommandation UIT-T G.961)

Ce point appelle une étude ultérieure.

E.4 Type 4 – Japon

E.4.1 Introduction

Le présent sous-paragraphe contient les spécifications pour un séparateur de service de téléphonie classique (POTS) convenant pour le Japon. Le séparateur POTS du centre de commutation (CO) et le séparateur POTS distant (R) se conformeront à ces prescriptions.

E.4.1.1 Fréquences et niveaux du signal en bande vocale

Les fréquences et niveaux du signal en bande vocale fourni par le commutateur local (LS, *local switch*) seront les suivants:

- fréquence du signal: 0,2 à 4,0 kHz;
- niveau du signal: +3 dBm au maximum.

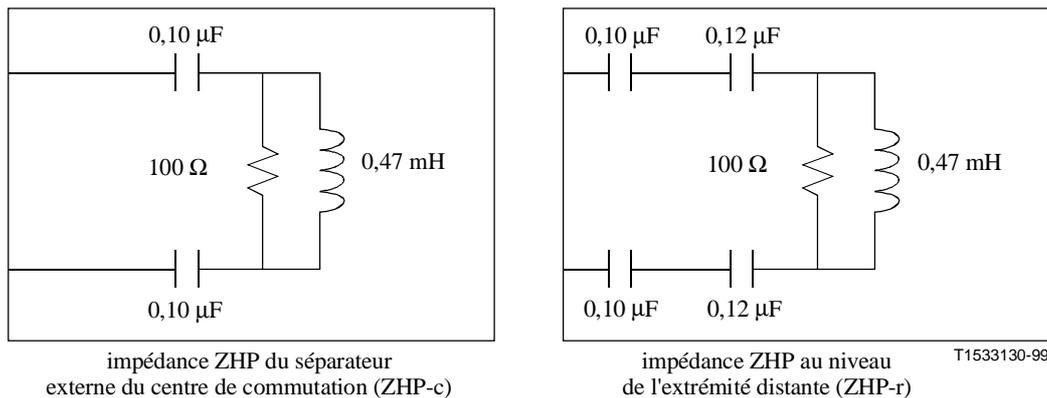
Un signal de +36 dBm à 400 Hz peut être utilisé comme signal d'alerte sonore.

E.4.1.2 Fonction de séparateur POTS externe du centre de commutation

Le séparateur externe du centre de commutation peut être monté à une certaine distance du modem de l'unité ATU-C. Des condensateurs de blocage de la composante continue devraient être présents sur l'accès xDSL du séparateur POTS afin de fournir une protection contre les défauts de la composante continue. Ces condensateurs font partie de l'entrée de la fonction de filtre passe-haut du système xDSL et doivent être pris en compte dans les calculs de l'impédance d'entrée. Si les fonctions de séparateur POTS sont entièrement contenues dans le modem, les condensateurs devraient alors faire partie de la fonction de filtre passe-haut.

E.4.1.3 Définition de l'impédance ZHP

Deux impédances ZHP sont définies afin de permettre la terminaison correcte de l'accès xDSL pendant les essais en bande vocale; leur but est de faciliter les essais du séparateur POTS indépendamment du modem physique ou du fournisseur particulier. Les impédances ZHP sont valables uniquement pour la bande de fréquences vocales. Elles seront constituées comme indiqué par la Figure E.19.



NOTE – Les tolérances sont de: 2,5% pour les capacités de 1% pour les résistances et de 5% pour les inductances.

Figure E.19/G.992.1 – Définition des impédances ZHP

E.4.2 Caractéristiques en courant continu

Le présent sous-paragraphe contient les spécifications en courant continu, telles que le courant continu de boucle, le signal de sonnerie, la tension entre L1 et L2, la résistance de boucle en courant

continu, la résistance d'isolation, le capacitance entre L1 et L2 et la capacitance avec la terre, ainsi que les méthodes de mesure de ces valeurs.

Toutes les prescriptions du E.4.2 doivent être satisfaites pour toute valeur de courant de boucle POTS comprise entre 0 et 130 mA.

E.4.2.1 Courant continu de boucle

Le séparateur POTS devrait assurer un fonctionnement normal pour des valeurs de courant de boucle comprises entre 0 et 130 mA.

E.4.2.2 Sonnerie

Le séparateur POTS devrait accepter les signaux de sonnerie suivants:

- fréquence de sonnerie: 15-30 Hz;
- courant alternatif de sonnerie: 100 V efficaces au maximum;
- courant continu de sonnerie (superposé au courant alternatif): -60 V au maximum.

E.4.2.3 Potentiel continu entre L1 et L2

Le séparateur POTS devrait accepter des différences de potentiel continu entre L1 et L2 comprises entre 0 et -60 V. Il doit en outre pouvoir supporter une différence de potentiel POTS entre L1 et L2 inférieure ou égale à 120 V pendant au moins 10 s.

Les Recommandations K.20 et K.21 peuvent en outre être prises en considération pour garantir la disponibilité du séparateur POTS lorsque la surtension est appliquée.

E.4.2.4 Résistance en courant continu

La résistance en courant continu entre L1 et L2 sera inférieure à 40 Ω au niveau de l'interface RTPC avec l'interface U-C en court-circuit, ou au niveau de l'interface POTS avec l'interface U-R en court-circuit.

E.4.2.5 Résistance d'isolation

La résistance d'isolation du séparateur POTS devra rester intacte dans les conditions suivantes.

E.4.2.5.1 Résistance d'isolation entre L1 et L2

La résistance d'isolation entre L1 et L2 sera supérieure ou égale à 10 M Ω au niveau de l'interface RTPC avec l'interface U-C ouverte, ou au niveau de l'interface POTS avec l'interface U-R ouverte.

E.4.2.5.2 Résistance d'isolation avec la terre

La résistance d'isolation avec la terre sera supérieure ou égale à 10 M Ω au niveau de l'interface RTPC avec l'interface U-C ouverte, ou au niveau de l'interface POTS avec l'interface U-R ouverte.

E.4.2.6 Capacitance

La capacitance du séparateur POTS devrait satisfaire aux prescriptions suivantes.

E.4.2.6.1 Capacitance entre L1 et L2

La capacitance entre L1 et L2 au niveau de l'interface RTPC ou POTS sera la suivante:

séparateur POTS du centre de commutation ou distant, sans modem raccordé	250 nF au maximum (continu à 30 Hz)
---	--

entrée du modem, y compris les condensateurs de blocage de la composante à l'extrémité du centre de commutation	35 nF au maximum (continu à 30 Hz)
modem avec une fonction de séparateur POTS intégrée ou avec un séparateur POTS externe avec fonctions passe-haut et passe-bas, somme des valeurs ci-dessus	285 nF au maximum (continu à 30 Hz)

E.4.2.6.2 Capacitance avec la terre

La capacitance avec la terre sera inférieure à 1,0 nF au niveau de l'interface RTPC avec l'interface U-C ouverte, ou au niveau de l'interface POTS avec l'interface U-R ouverte.

E.4.3 Caractéristiques en courant alternatif

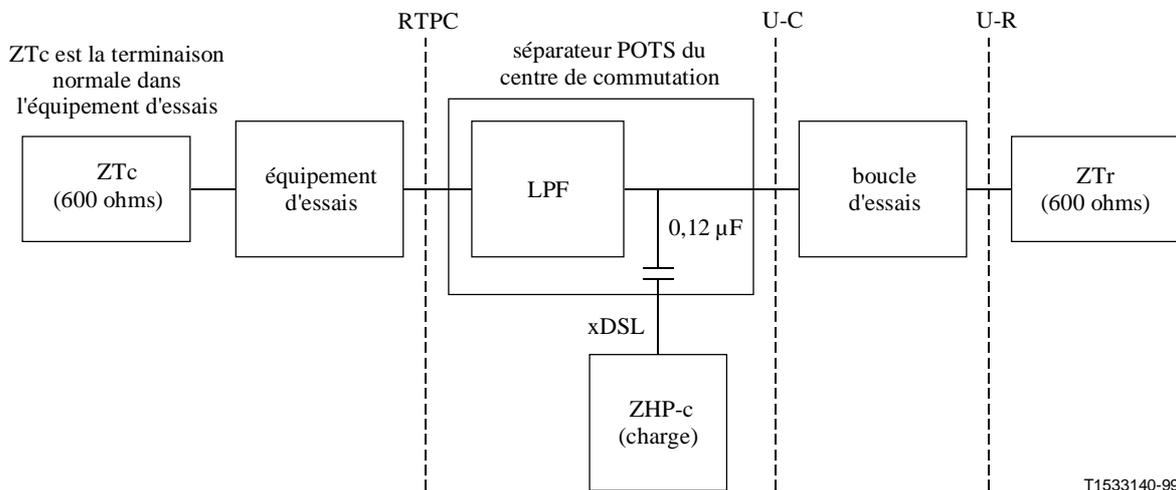
Le présent sous-paragraphe contient les spécifications en courant alternatif pour la bande vocale, portant sur des valeurs telles que l'affaiblissement d'insertion, la variation d'affaiblissement, la distorsion de phase, l'affaiblissement d'adaptation, la symétrie longitudinale, la distorsion due aux harmoniques et la terminaison, ainsi que les méthodes de mesure correspondantes. Il contient en outre des spécifications et des méthodes de mesure pour la bande ADSL et hors bande.

E.4.3.1 Bande vocale

Le présent sous-paragraphe décrit les caractéristiques en courant alternatif dans la bande vocale.

E.4.3.1.1 Affaiblissement d'insertion (à 1 kHz)

L'affaiblissement d'insertion du séparateur POTS devrait être inférieur ou égal à $\pm 1,0$ dB. L'affaiblissement d'insertion entre la source et la terminaison sera mesuré, avec et sans insertion de la combinaison du séparateur POTS et de l'impédance ZHP, en utilisant le dispositif d'essais des Figures E.20 et E.21.



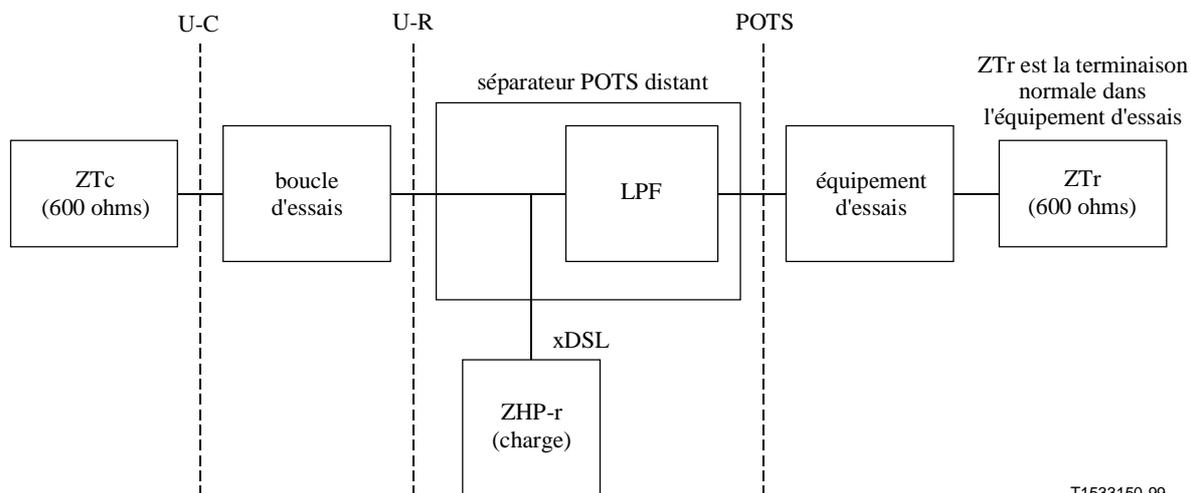
T1533140-99

ZHP-c = impédance du modem ADSL du centre de commutation spécifiée dans la Figure E.19

NOTE 1 – Les condensateurs de blocage de la composante continue concernent uniquement le séparateur POTS externe sans fonction de filtre passe-haut. Lorsque la fonction de séparateur POTS contient une fonction de filtre passe-haut, cette dernière fournit les condensateurs de blocage de la composante continue.

NOTE 2 – La boucle d'essai est spécifiée dans la Figure E.22.

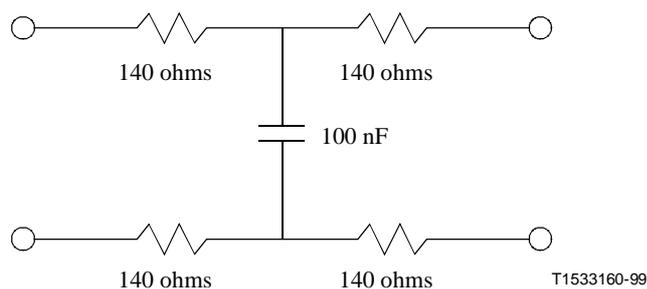
Figure E.20/G.992.1 – Mesures de transmission dans la bande vocale pour le séparateur POTS du centre de commutation



ZHP-r = impédance du modem ADSL distant spécifiée dans la Figure E.19

NOTE – La boucle d'essais est spécifiée dans la Figure E.22.

Figure E.21/G.992.1 – Mesures de transmission dans la bande vocale pour le séparateur POTS distant



NOTE – Ce modèle de boucle d'essais est valable uniquement pour la bande de fréquences vocales.

Figure E.22/G.992.1 – Définition de la boucle d'essais

E.4.3.1.2 Variation de la distorsion d'affaiblissement dans la bande vocale

La mesure de la variation de la valeur de l'affaiblissement d'insertion par rapport à la valeur mesurée à 1 kHz se fera au moyen du dispositif d'essais des Figures E.20 et E.21. L'augmentation de la distorsion d'affaiblissement, par rapport à un affaiblissement d'insertion d'1 kHz induit par le séparateur POTS avec la charge ZHP (ou modem) jointe au moyen de la boucle d'essai définie par la Figure E.22, entre 0,2 et 3,4 kHz, devrait être inférieure à $\pm 1,0$ dB et entre 3,4 et 4,0 kHz, inférieure à $\pm 1,5$ dB.

E.4.3.1.3 Distorsion de phase

L'augmentation de la distorsion de phase provoquée par le séparateur POTS sera la suivante:

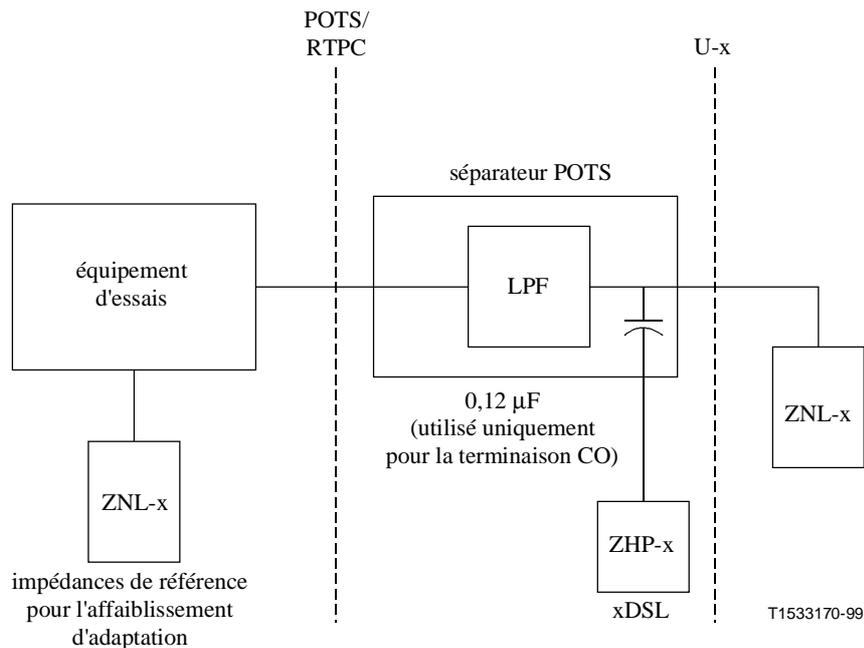
- 0,6-3,2 kHz: maximum de 200 μ s.
- 0,2-4,0 kHz: maximum de 250 μ s.

La distorsion de phase du séparateur POTS sera mesurée conformément aux Figures E.20 et E.21.

E.4.3.1.4 Affaiblissement d'adaptation

La Figure E.23 définit la configuration d'essais et la valeur des composants d'essais qui seront utilisés pour les mesures de transmission dans la bande vocale pour les séparateurs POTS du centre de commutation et distant. L'affaiblissement d'adaptation de chacun des séparateurs sera le suivant dans les conditions spécifiées:

- 11 dB (0,2-1,5 kHz).
- 10 dB (1,5-2,0 kHz).
- 9 dB (2,0-3,4 kHz).



$$ZNL-c = 150 \Omega + (830 \Omega // 72 \text{ nF})$$

$$ZNL-r = 150 \Omega + (72 \text{ nF} // (830 \Omega + 1 \mu\text{F}))$$

ZHP-c = impédance présentée sur la connexion POTS par une unité ATU-C à travers les condensateurs de blocage de la composante continue

ZHP-r = impédance présentée à la connexion POTS par une unité ATU-R

NOTE – Les condensateurs de blocage de la composante continue concernent uniquement le séparateur externe du centre de commutation sans fonction de filtre passe-haut. Les impédances ZNL-c et ZNL-r sont valables uniquement pour la bande de fréquences vocales.

Figure E.23/G.992.1 – Mesures d'impédance dans la bande vocale pour le séparateur POTS du centre de commutation et distant

E.4.3.1.5 Distorsion provoquée par les harmoniques

La distorsion provoquée par le filtre passe-bas sera mesurée au moyen du dispositif d'essais des Figures E.20 et E.21, avec une boucle nulle.

Les distorsions d'intermodulation d'ordre 2 et 3 auront des niveaux respectivement inférieurs de 57 dB et de 60 dB au niveau du signal reçu lorsqu'on applique l'ensemble de 4 tonalités défini par les dernières pratiques de mesure nord-américaines à un niveau de -9 dBm.

E.4.3.1.6 Symétrie longitudinale

La symétrie longitudinale (LB) du séparateur POTS sera supérieure à 58 dB pour les fréquences de 0,2 à 3,4 kHz avec un courant de polarisation continu de 50 mA.

Voir les Figures E.24 et E.25.

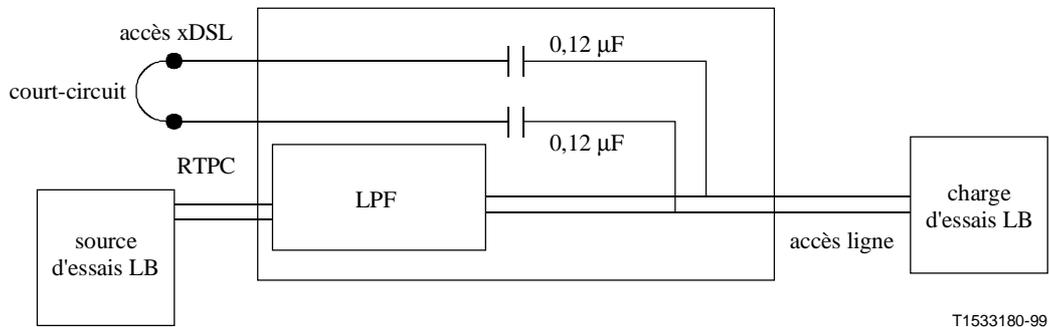


Figure E.24/G.992.1 – Dispositif d'essais pour la symétrie longitudinale du centre de commutation

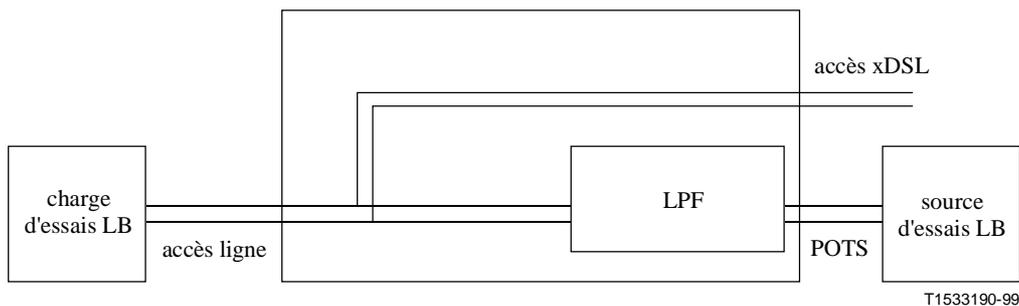


Figure E.25/G.992.1 – Dispositif d'essais pour la symétrie longitudinale distante

E.4.3.2 Hors bande

Les fréquences situées entre la bande vocale et la bande ADSL sont définies au E.4 comme étant hors bande. Ce domaine est utilisé au Japon pour les impulsions de taxation (16 kHz), les signaux OVS (7,8 kHz) et les services OFFTALK (0-7,0 kHz). Les spécifications et méthodes de mesure des signaux hors bande appellent une étude ultérieure.

E.4.3.3 Bande ADSL

Le présent sous-paragraphe décrit les caractéristiques en courant alternatif dans la bande ADSL.

E.4.3.3.1 Affaiblissement dans la bande ADSL

L'affaiblissement d'insertion du filtre passe-bas (c'est-à-dire, la différence d'atténuation mesurée avec et sans le filtre), mesuré conformément aux Figures E.26 et E.27, sera supérieur à 65 dB entre 25 et 300 kHz et à 55 dB entre 300 à 1104 kHz avec un niveau d'entrée de 10 dBm.

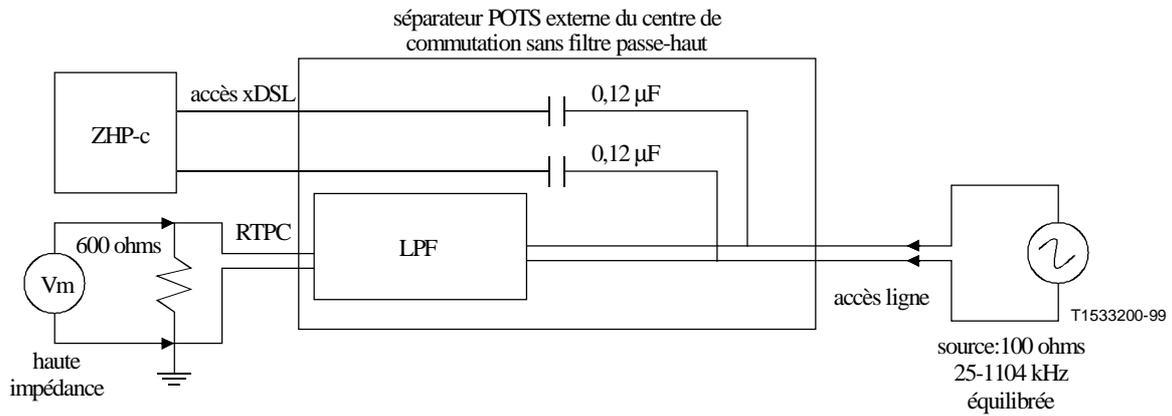


Figure E.26/G.992.1 – Mesure de l'atténuation du séparateur du centre de commutation dans la bande ADSL

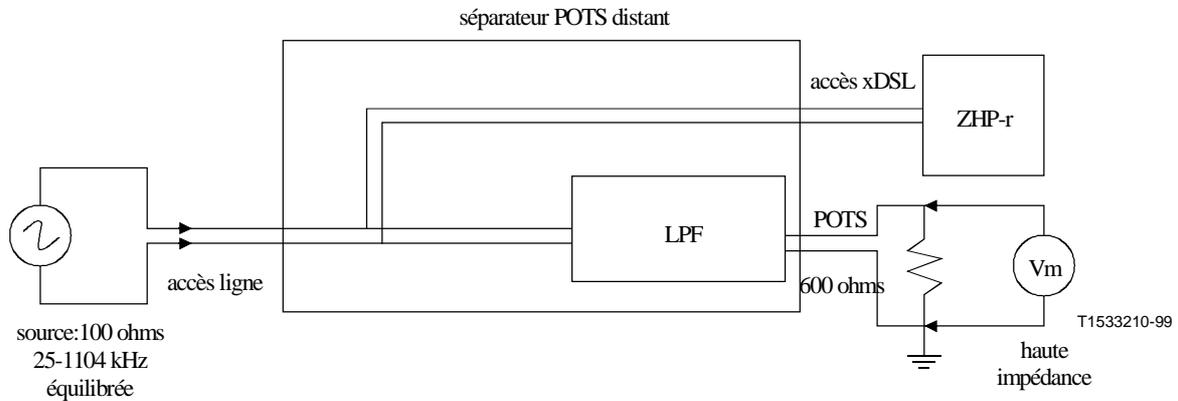


Figure E.27/G.992.1 – Mesure de l'atténuation du séparateur distant dans la bande ADSL

E.4.3.3.2 Impédance d'entrée

L'affaiblissement d'insertion provoqué par le filtre passe-bas dans la bande de 25 à 1104 kHz entre des impédances nominales avec un niveau d'entrée de -10 dBm, mesuré conformément aux Figures E.28 et E.29, ne sera pas supérieur à 0,35 dB.

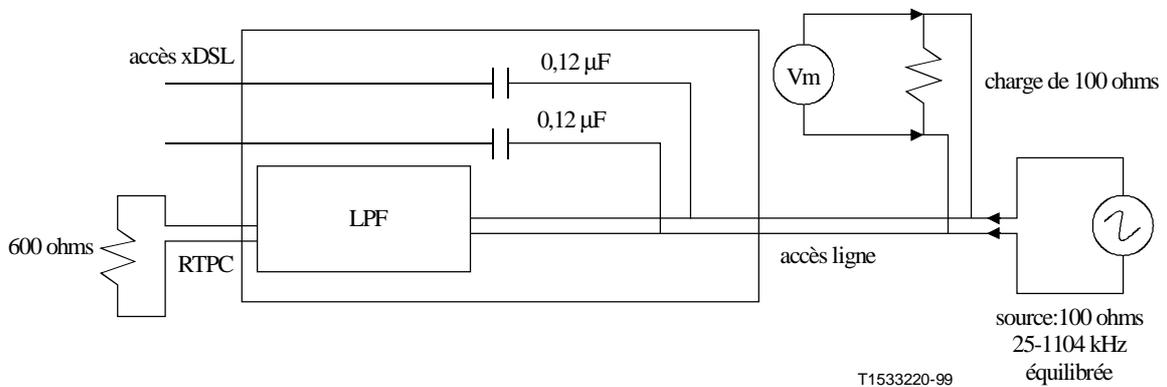


Figure E.28/G.992.1 – Mesure de l'effet de charge du séparateur du centre de commutation dans la bande ADSL

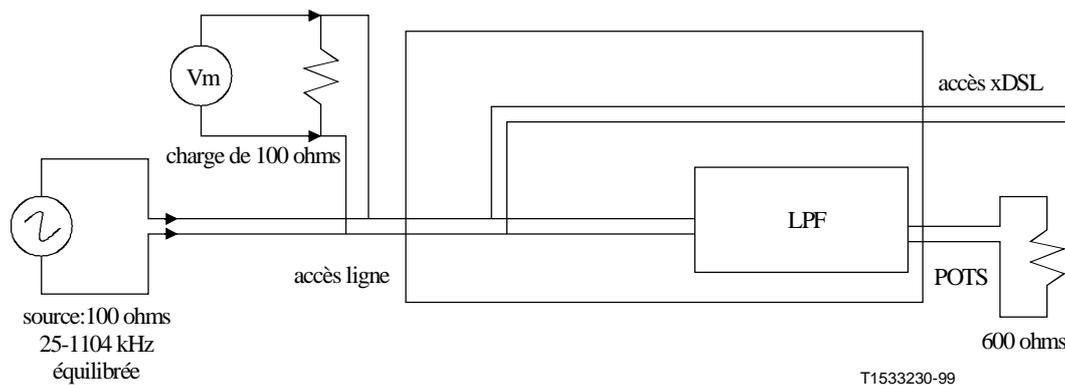


Figure E.29/G.992.1 – Mesure de l'effet de charge du séparateur distant dans la bande ADSL

ANNEXE F

Classification et performances des unités ATU-x pour la Région A (Amérique du Nord)

F.1 Définition de la classification

Les prescriptions concernant les capacités de l'unité ATU-x pour les catégories I (de base) et II (optionnelle) sont spécifiées dans le Tableau F.1. Tous les types d'équipement assureront un interfonctionnement minimal avec les performances de la catégorie I et prendront en charge les caractéristiques d'une unité ATU de catégorie I telles qu'elles sont définies dans le Tableau F.1. Tous les équipements de catégorie II assureront un interfonctionnement avec les performances de la catégorie II et prendront en charge les caractéristiques d'une unité ATU de catégorie II telles qu'elles sont définies dans le Tableau F.1.

Tableau F.1/G.992.1 – Classification des unités ATU-x par catégorie

Caractéristiques	Catégorie I (de base)	Catégorie II (optionnelle)
Option de treillis	Hors service	En service
Spectre	Sans recouvrement	Avec recouvrement

F.2 Prescriptions de performance

Les performances de transmission ADSL sont estimées par rapport à un objectif de couverture de boucles d'essais (se référer à la Recommandation G.996.1) en présence de modèles de bruit bien définis (se référer à la Recommandation G.996.1).

L'évaluation du canal de commande ADSL et des autres canaux duplex est faite pour toutes les boucles d'essais.

Les essais seront faits pour les combinaisons particulières de boucles (voir Recommandation G.996.1) et de débits indiquées dans le Tableau F.2 pour les unités ATU des catégories I et II mentionnées.

Tableau F.2/G.992.1 – Ensembles de boucles et débits maximaux pour des essais des catégories I et II

Ensembles de boucles	Catégorie ATU	Débits de données nets (kbit/s)			
		STM seulement		ATM et STM	
		Simplex (AS0)	Duplex (LS0)	Aval (AS0)	Amont (LS0)
T #7, T #13	I	1536	16	1696	160
		1536	160		
C #4, C #6, C #7, C moyen	I	5920	224	6144	224
T #7, T #9, T #13	II	1536	16	1696	160
		1536	160		
C #4, C #6, C #8, boucle C moyenne	II	5504	640	6144	640

NOTE – Les essais de la mise en canal se feront au moyen d'une trame avec débit supplémentaire complet telle qu'elle est définie aux 7.4.1.2 et 8.4.1.2.

F.2.1 Perturbations dues à la diaphonie

Les Tableaux F.3 et F.4 indiquent les combinaisons de boucles d'essais et de perturbations devant faire l'objet d'essais pour les unités ATU aval et amont de catégorie I. Les Tableaux F.5 et F.6 indiquent les combinaisons de boucles d'essais et de perturbations devant faire l'objet d'essais pour les unités ATU aval et amont de catégorie II. Les débits de données nets pour les essais et l'allocation aux canaux supports seront conformes au Tableau F.2.

Les paramètres S et D seront configurés, pour les essais de perturbations dues à la diaphonie, de manière à ce que le temps de transfert d'une charge utile unique, donné par la formule $4 + (S - 1)/4 + SD/4$, soit inférieur à 12 ms.

Tableau F.3/G.992.1 – Essais de diaphonie pour la catégorie I (aval)

Boucles d'essais (Rec. G.996.1)	Marge (dB)	Diaphonie (Note) (voir Recommandation G.996.1)			
		NEXT ADSL amont et FEXT ADSL aval	NEXT HDSL	NEXT DSL	NEXT T1 câble adj.
T #7, T #13	6	–	–	24	–
C #4	6	24	–	24	–
C #6	6	–	20	–	–
C #7	6	10	–	10	–
Boucle C moyenne	3	–	–	–	10

NOTE – Les perturbations indiquées pour chacun des essais sont additionnées entre elles avec une densité PSD moyenne de –140 dBm/Hz pour obtenir une densité de puissance spectrale composite.

Tableau F.4/G.992.1 – Essais de diaphonie pour la catégorie I (amont)

Boucles d'essais (Rec. G.996.1)	Marge (dB)	Diaphonie (Note) (voir Recommandation G.996.1)			
		NEXT ADSL aval et FEXT ADSL amont	NEXT HDSL	NEXT DSL	NEXT T1 câble adj.
T #7, T #13	6	–	–	24	–
C #4	6	24	–	24	–
C #6	6	–	20	–	–
C #7	6	10	–	10	–
Boucle C moyenne	3	–	–	–	10

NOTE – Les perturbations indiquées pour chacun des essais sont additionnées entre elles avec une densité PSD moyenne de –140 dBm/Hz pour obtenir une densité de puissance spectrale composite.

Tableau F.5/G.992.1 – Essais de diaphonie pour la catégorie II (aval)

Boucles d'essais (Rec. G.996.1)	Marge (dB)	Diaphonie (Note) (voir Recommandation G.996.1)			
		NEXT ADSL amont et FEXT ADSL aval	NEXT HDSL	NEXT DSL	NEXT T1 câble adj.
T #7, T #9, T #13	6	–	–	24	–
C #4, C #6, C #8	6	10	10	24	–
Boucle C moyenne	6	–	–	10	24

NOTE – Les perturbations indiquées pour chacun des essais sont additionnées entre elles avec une densité PSD moyenne de –140 dBm/Hz pour obtenir une densité de puissance spectrale composite.

Tableau F.6/G.992.1 – Essais de diaphonie pour la catégorie II (amont)

Boucles d'essais	Marge (dB)	Diaphonie (Note)			
		NEXT ADSL aval et FEXT ADSL amont	NEXT HDSL	NEXT DSL	NEXT T1 câble adj.
T #7, T #9, T #13	6	–	–	24	–
C #4, C #6, C #8	6	10	10	24	–
Boucle C moyenne	6	–	–	10	24

NOTE – Les perturbations indiquées pour chacun des essais sont additionnées entre elles avec une densité PSD moyenne de –140 dBm/Hz pour obtenir une densité de puissance spectrale composite.

F.2.2 Bruits impulsionnels

Les Tableaux F.7 et F.8 indiquent les combinaisons de boucles d'essais, de perturbations et de débits de données devant faire l'objet d'essais. Les débits de données nets pour les essais et l'allocation aux canaux supports seront conformes au Tableau F.2. Le type de perturbation s'appliquant pour chacun des essais est indiqué dans les Tableaux F.3, F.4, F.5 et F.6. La puissance totale de la perturbation appliquée est fixée à 4 dB sous le niveau de référence.

Tableau F.7/G.992.1 – Boucles d'essais, perturbations et débits de données des essais impulsionnels pour la catégorie I

Boucles d'essais (Rec. G.996.1)	Perturbations (voir Rec. G.996.1)		
	Impulsion 1	Impulsion 2	Diaphonie (Note)
T #7, T #13	Oui	Oui	Oui
C #4, C #6, C #7	Oui	Oui	Oui
Boucle C moyenne 1829 m (6 Kft)	Oui	Oui	Oui
NOTE – Les perturbations indiquées pour chacun des essais sont additionnées entre elles avec une densité PSD moyenne de –140 dBm/Hz pour obtenir une densité de puissance spectrale composite.			

Tableau F.8/G.992.1 – Boucles d'essais, perturbations et débits de données des essais impulsionnels pour la catégorie II

Boucles d'essais (Rec. G.996.1)	Perturbations (voir Rec. G.996.1)		
	Impulsion 1	Impulsion 2	Diaphonie (Note)
T #7, T #9, T #13	Oui	Oui	Oui
C #4, C #6, C #8	Oui	Oui	Oui
Boucle C moyenne 1829 m (6 Kft)	Oui	Oui	Oui
NOTE – Les perturbations indiquées pour chacun des essais sont additionnées entre elles avec une densité PSD moyenne de –140 dBm/Hz pour obtenir une densité de puissance spectrale composite.			

F.2.3 Service POTS

Les Tableaux F.9 et F.10 indiquent les combinaisons de boucles d'essais, de perturbations et de débits de données devant faire l'objet d'essais pour les catégories I et II. Le type de perturbation s'appliquant pour chacun des essais est indiqué dans les Tableaux F.3, F.4, F.5 et F.6. La puissance totale de la perturbation appliquée est fixée à 4 dB sous le niveau de référence ou le niveau de marge de 0 dB.

Les prescriptions d'erreurs de bits concernant les perturbations pour le service POTS appellent une étude ultérieure.

Tableau F.9/G.992.1 – Boucles d'essais, perturbations et débits de données des essais POTS pour la catégorie I

Boucles d'essais (Rec. G.996.1)	Perturbations (voir Rec. G.996.1)	
	Signalisation POTS	Diaphonie (Note)
ANSI (7, 13)	Oui	Oui
CSA (4, 6, 7)	Oui	Oui
Boucle CSA moyenne	Oui	Oui
NOTE – Les perturbations indiquées pour chacun des essais sont additionnées entre elles avec une densité PSD moyenne de –140 dBm/Hz pour obtenir une densité de puissance spectrale composite.		

Tableau F.10/G.992.1 – Boucles d'essais, perturbations et débits de données des essais POTS pour la catégorie II

Boucles d'essais (Rec. G.996.1)	Perturbations (voir Rec. G.996.1)	
	Signalisation POTS	Diaphonie (Note)
ANSI (7, 9, 13)	Oui	Oui
CSA (4, 6, 8)	Oui	Oui
CSA (6)	Oui	Oui
Boucle CSA moyenne	Oui	Oui
NOTE – Les perturbations indiquées pour chacun des essais sont additionnées entre elles avec une densité PSD moyenne de –140 dBm/Hz pour obtenir une densité de puissance spectrale composite.		

ANNEXE G

Classification et performances des unités ATU-x pour la Région B (Europe)

G.1 Prescriptions de performances

Les performances de transmission ADSL sont estimées par rapport à un objectif de couverture de boucles d'essais (voir Recommandation G.996.1) en présence de modèles de bruit bien définis (voir Recommandation G.996.1).

Les conditions suivantes s'appliquent:

- taux d'erreurs binaires $< 10^{-7}$ avec une marge de 6 dB;
- Annexe A (fonctionnement en téléphonie classique avec séparateur);
- mode de fonctionnement entrelacé autorisé;
- option de treillis non activée.

Le Tableau G.1 s'applique lorsque les unités ATU-C et ATU-R sont du type "sans recouvrement de spectre" et utilisent le masque de densité PSD pour la réduction de la diaphonie NEXT définie au A.1.3.

Le Tableau G.2 s'applique lorsque les unités ATU-C et ATU-R sont du type "avec recouvrement de spectre" et utilisent le masque de densité PSD défini au A.1.2.

Le Tableau G.1 s'applique lorsque l'une des unités ATU-x est du type "sans recouvrement de spectre" et l'autre du type "avec recouvrement de spectre". Cette dernière n'a pas besoin, dans ce cas, d'utiliser le masque de densité PSD pour la réduction de la diaphonie NEXT définie au A.1.3.

Les paramètres S et D seront configurés, pour les essais de perturbations dues à la diaphonie, de manière à ce que le temps de transfert d'une charge utile unique, donné par la formule $4 + (S - 1)/4 + SD/4$, soit inférieur à 12 ms.

Tableau G.1/G.992.1 – Boucles d'essais et prescriptions de performance

Boucle (Rec. G.996.1)	Affaiblissement d'insertion @ 300 kHz	Longueur nominale X (km)	Débit binaire net aval (kbit/s)	Débit binaire net amont (kbit/s)	Bruit @ ATU-C	Bruit @ ATU-R
ETSI-0	0 dB	0	6144	640	Néant	Néant
ETSI-1	40 dB	2,80	4096	320	Euro-K	ETSI-A
ETSI-1	50 dB	3,50	2048	128	Euro-K	ETSI-A
ETSI-1	20 dB	1,40	6144	640	ETSI-B	ETSI-B
ETSI-1	30 dB	2,15	2048	512	ETSI-B	ETSI-B
ETSI-1	60 dB	4,20	576	128	ETSI-A	ETSI-A
ETSI-1	60 dB	4,20	1536	512	AWGN-140	AWGN-140

Tableau G.2/G.992.1 – Boucles d'essais et prescriptions de performance

Boucle (Rec. G.996.1)	Affaiblissement d'insertion @ 300 kHz	Longueur nominale X (km)	Débit binaire net aval (kbit/s)	Débit binaire net amont (kbit/s)	Bruit @ ATU-C	Bruit @ ATU-R
ETSI-0	0 dB	0	6144	640	Néant	Néant
ETSI-1	40 dB	2,80	4096	320	Euro-K	ETSI-A
ETSI-1	50 dB	3,50	2048	128	Euro-K	ETSI-A
ETSI-1	20 dB	1,40	6144	640	ETSI-B	ETSI-B
ETSI-1	30 dB	2,15	2048	512	ETSI-B	ETSI-B
ETSI-1	60 dB	4,20	576	128	ETSI-A	ETSI-A
ETSI-1	60 dB	4,20	1536	512	AWGN-140	AWGN-140

APPENDICE I

Interface logique entre la couche ATM et la couche Physique

Le présent appendice décrit l'interface logique entre la couche ATM et la couche Physique. La couche Physique (c'est-à-dire, l'unité ATU) se constitue de la sous-couche de convergence spécifique de cellule (couche TC de cellule), du bloc de commande de multiplexage et de synchronisation (génération de la trame ADSL) et d'autres fonctions de couche Physique (correction FEC et modulation), comme indiqué dans les Figures 5-2 et 5-4.

L'interface entre la couche Physique (PHY) et la couche ATM (appelée interface V-C au niveau de l'unité ATU-C et interface T-R au niveau de l'unité ATU-R) est représentée dans la Figure I.1. Le signal TxRef* est optionnel pour l'unité ATU-C et le signal RxRef* est optionnel pour l'unité ATU-R.

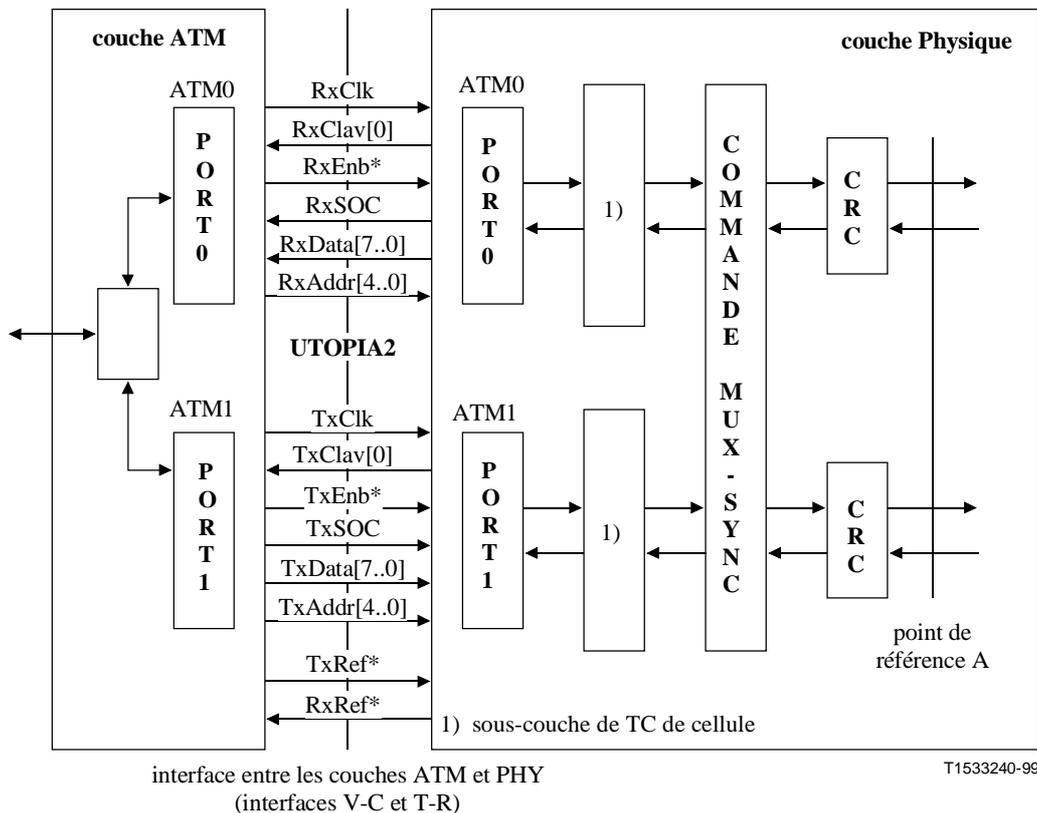


Figure I.1/G.992.1 – Interface logique entre les couches ATM et Physique au niveau des unités ATU-C et ATU-R

La couche ATM effectue le multiplexage et le démultiplexage des cellules en provenance ou à destination de l'accès physique adéquat (c'est-à-dire de l'itinéraire de latence rapide ou entrelacé) en fonction des valeurs de l'identificateur de conduit virtuel (VPI, *virtual path identifier*) et de l'identificateur de connexion virtuelle (VCI, *virtual connection identifier*) figurant dans l'en-tête de la cellule ATM. La configuration du processus de démultiplexage de cellule est effectuée par la gestion de couche ATM.

Chaque itinéraire de latence possède une sous-couche de convergence de transmission spécifique de cellule (sous-couche TC de cellule). Le sous-paragraphe 7.2.3 spécifie les fonctionnalités de la sous-couche TC de cellule.

Les interfaces logiques d'entrée et de sortie au niveau du point de référence V-C pour le transport ATM sont basées sur la norme UTOPIA de niveau 2 avec prise de contact au niveau de la cellule. L'interface logique représentée par la Figure I.1 est décrite dans les Tableaux I.1 et I.2. La couche ATM démarre un cycle de cellules en émission ou en réception (transfert de 53 octets) lorsqu'un fanion de contrôle de flux est activé par l'unité ATU-C (c'est-à-dire, lorsque cette dernière souhaite émettre ou recevoir une cellule). L'unité ATU-x devrait prendre en charge le transfert d'une cellule complète pendant une durée de 53 cycles d'horloge consécutifs. La couche ATM gère l'asservissement des horloges d'émission et de réception de l'interface UTOPIA. Les mêmes interfaces logiques d'entrée et de sortie basées sur l'interface UTOPIA de niveau 2 peuvent être utilisées au niveau du point de référence T-R dans l'unité ATU-R.

Tableau I.1/G.992.1 – Signaux émis sur l'interface ATM UTOPIA de niveau 2

Nom du signal	Direction	Description
<i>Interface d'émission</i>		
TxCIk	ATM vers PHY	Signal d'horloge pour le transfert
TxClav[0]	PHY vers ATM	Indique que la couche Physique dispose de suffisamment d'espace en mémoire tampon pour recevoir une cellule émise par la couche ATM (disparaît 4 cycles avant la fin du transfert de cellule)
TxEnb*	ATM vers PHY	Indique que la couche Physique doit échantillonner et accepter des données pendant le cycle d'horloge en cours
TxSOC	ATM vers PHY	Identifie la frontière de cellule dans les données émises
TxData[7..0]	ATM vers PHY	Transfert de données de cellule ATM (mode à 8 bits)
TxAddr[4..0]	ATM vers PHY	Adresse physique de l'équipement qui doit être actif ou interrogé pour le statut TxClav
TxRef*	ATM vers PHY	Référence d'horloge réseau (signal d'horloge à 8 kHz) (uniquement au niveau de l'interface V-C)

Tableau I.2/G.992.1 – Signaux reçus sur l'interface ATM UTOPIA de niveau 2

Nom du signal	Direction	Description
<i>Interface de réception</i>		
RxCIk	ATM vers PHY	Signal d'horloge pour le transfert
RxClav[0]	PHY vers ATM	Indique à la couche ATM que la couche Physique dispose d'une cellule prête pour un transfert vers la couche ATM (disparaît à la fin du transfert de cellule)
RxEnb*	ATM vers PHY	Indique que la couche ATM échantillonnera et acceptera des données pendant le cycle d'horloge suivant
RxSOC	PHY vers ATM	Identifie la frontière de cellule dans les données reçues
RxData[7..0]	PHY vers ATM	Transfert de données de cellule ATM (mode à 8 bits)
RxAddr[4..0]	ATM vers PHY	Adresse physique de l'équipement qui doit être actif ou interrogé pour le statut RxClav
RxRef*	PHY vers ATM	Référence d'horloge réseau (signal d'horloge à 8 kHz) (uniquement au niveau de l'interface T-R)

La spécification af.phy-0039.000 du Forum ATM publiée en juin 1995 fournit des détails complémentaires au sujet de l'interface UTOPIA de niveau 2.

APPENDICE II

Adaptation dynamique de débit

II.1 Introduction

La procédure d'adaptation de débit (voir 10.8 et 10.9) permet d'optimiser, au cours de la procédure de démarrage, les réglages du modem en fonction de la situation du canal et des besoins du service. Ces conditions pouvant toutefois varier par la suite, un mécanisme de reconfiguration du modem durant la période de fonctionnement stable est proposé pour éviter un redémarrage laborieux avec

reconfiguration du modem. Ce mécanisme est appelé "adaptation dynamique de débit" (DRA, *dynamic rate adaptation*).

Le présent appendice décrit un mécanisme d'adaptation DRA faisant appel au canal AOC. Ce mécanisme est prévu pour permettre des modifications occasionnelles du débit entraînant une interruption momentanée du service de l'ordre de quelques dizaines de millisecondes et ne fournit pas d'adaptation de débit "à la volée" avec modification continue de la configuration du modem qui s'adapterait à la moindre variation de la situation de la ligne sans affecter le trafic utilisateur.

Cette procédure d'adaptation DRA devrait être complétée par une procédure de redémarrage à chaud ne faisant pas appel au canal AOC dans le cas d'une indisponibilité éventuelle de ce dernier. La spécification de cette procédure de redémarrage à chaud est à étudier.

II.1.1 Principes généraux

Le mécanisme DRA proposé est utilisé pendant la période de fonctionnement stable pour fournir les fonctions suivantes sans nécessiter de redémarrage:

- modifications (positives ou négatives) du débit dans les directions amont et aval.
NOTE – Les modifications de débit ne portent pas uniquement sur le débit binaire, mais également sur les paramètres de correction FEC et d'entrelacement.
- nouvelle répartition entre l'itinéraire rapide et l'itinéraire entrelacé;
- utilisation d'un protocole faisant appel au canal AOC qui ne perturbe pas le trafic utilisateur avant le basculement effectif de la configuration du modem;
- acquisition par l'unité ATU-C d'informations et de mesures sur les conditions de fonctionnement;
- mise en œuvre des mêmes principes que pour l'adaptation de débit lors du démarrage.

Il convient toutefois de noter que le mécanisme DRA ne fournit pas les fonctions suivantes:

- adaptation de débit "à la volée" avec modification continue de la configuration du modem qui s'adapterait à la moindre variation de la situation de la ligne sans affecter le trafic utilisateur;
- spécification de la stratégie de reconfiguration du modem en fonction de mesures et d'informations supplémentaires. Le mécanisme DRA suppose en outre que la stratégie de reconfiguration est traitée au sein du réseau et non par l'équipement utilisateur;
- reconfiguration effective sans erreurs. Les données utilisateur peuvent être perdues pendant quelques dizaines de millisecondes dans les deux directions de communication pendant la période de transition.

II.2 Protocole et messages d'adaptation DRA

II.2.1 Principes de l'adaptation DRA

Le protocole DRA définit des messages DRA qui viennent s'ajouter à l'ensemble de messages de canal AOC et fournissent les fonctions suivantes:

- 1) acquisition par l'unité ATU-C d'informations détaillées au sujet des conditions de ligne (*supervision*);
- 2) proposer à l'unité ATU-R, si nécessaire, une nouvelle configuration de débit (*configuration*);
- 3) échange d'informations de configuration si la proposition est acceptée par l'unité ATU-R (*échange*);
- 4) initialisation et synchronisation d'un basculement vers la nouvelle configuration de débit (*basculement*).

Les sous-paragraphes suivants résument l'implémentation de chacune de ces fonctions au moyen de messages de canal AOC.

La longueur maximale des nouveaux messages AOC est de 13 octets, ce qui correspond à la valeur maximale d'un message AOC.

Les messages DRA sont transmis 5 fois de manière consécutive, comme les autres messages AOC, afin de fournir une protection contre les erreurs de transmission. Dans le cas de messages concaténés composés de messages multiples à 13 octets, chacun de ces messages à 13 octets est émis 5 fois de manière consécutive avant de passer au message suivant.

II.2.2 Messages de canal AOC pour l'adaptation DRA

Le Tableau II.1 donne la liste du nouvel ensemble de commandes DRA sur le canal AOC.

Tableau II.1/G.992.1 – Ensemble de commandes DRA

En-tête	Commande	Longueur (octets)	Message	Source
DF ₁₆	00 ₁₆	7	Demande de supervision DRA	ATU-C
DF ₁₆	20 ₁₆	13	Réponse de supervision DRA	ATU-R
DF ₁₆	40 ₁₆ ... 42 ₁₆	3 × 13	Demande de configuration DRA	ATU-C
DF ₁₆	60 ₁₆	4	Réponse de configuration DRA	ATU-R
DF ₁₆	80 ₁₆ ... 9F ₁₆	4 × 13	Demande d'échange DRA	ATU-C/ATU-R
DF ₁₆	A0 ₁₆	4	Réponse d'échange DRA	ATU-R/ATU-C
DF ₁₆	C0 ₁₆	8	Demande de basculement DRA	ATU-C
DF ₁₆	E0 ₁₆	8	Réponse de basculement DRA	ATU-R
DF ₁₆	Autre		<i>Réservé</i>	
NOTE – Les bits ou champs réservés sont positionnés sur "0".				

II.3 Supervision

L'unité ATU-C supervise les modifications des conditions de ligne. La marge du rapport signal sur bruit et l'atténuation de ligne aval peuvent être extraites au moyen du canal EOC. Il se peut toutefois que des informations supplémentaires soient nécessaires pour décider s'il convient ou non de proposer une nouvelle configuration et, dans l'affirmative, pour déterminer le contenu de la nouvelle proposition. Deux nouveaux messages sont définis afin de permettre à l'unité ATU-C d'obtenir plus d'informations au sujet de l'aval.

NOTE – L'unité ATU-C supervise déjà l'amont, de sorte qu'aucun échange d'informations vers l'amont n'est nécessaire.

II.3.1 Message "demande de supervision DRA" [DRA_Monitor_Request]

Le message "demande de supervision DRA" est généré par l'unité ATU-C; son format est décrit dans le Tableau II.2.

Tableau II.2/G.992.1 – Message "demande de supervision DRA"

Format du message	Bits	Définition
DRA_Monitor_Request {		
En-tête	8	DF ₁₆
Commande	8	00 ₁₆
<i>Réservé</i>	3	
Req_SNR_Margin	5	Marge du rapport signal sur bruit devant être utilisée pour la valeur <i>Bmax</i> par l'unité ATU-R et renvoyée dans le message "réponse de supervision DRA". Valeur sans signe exprimée en dB. Les valeurs autorisées vont de 0 à 15 dB.
<i>Réservé</i>	32	
}		

II.3.2 Message "réponse de supervision DRA" [DRA_Monitor_Reply]

L'unité ATU-R peut également émettre ce message de manière non sollicitée en cas de nécessité, par exemple lorsque les conditions de ligne ont changé de manière significative et peuvent compromettre le fonctionnement correct du modem et du canal AOC concerné. Toutefois, afin d'éviter que ces messages monopolisent le canal AOC, l'unité ATU-R n'émettra pas un deuxième message "réponse de supervision DRA" non sollicité tant qu'elle n'a pas reçu de message "demande de supervision DRA" de l'unité ATU-C.

Le format de ce message est décrit dans le Tableau II.3.

Tableau II.3/G.992.1 – Format du message DRA de canal AOC

Format du message	Bits	Définition
DRA_Monitor_Reply {		
En-tête	8	DF ₁₆
Commande	8	20 ₁₆
Atténuation	6	Voir message R-MSG-RA (<i>valeur actuelle</i>)
Req_SNR_Margin	5	Marge de rapport signal sur bruit demandée [<i>utilisée dans le calcul de Bmax, voir ci-dessous</i>]. Même format que pour le champ Req_SNR_Margin dans le message "demande de supervision DRA".
Noise_Margin	5	Voir message R-MSG-RA (<i>valeur actuelle</i>)
Coding_Gain	4	Voir message R-MSG-RA (<i>utilisé dans le calcul de Bmax</i>)
Bmax	12	Voir message R-MSG-RA (<i>voir ci-dessous</i>)
RS_Payload	9	Voir message R-MSG-RA (<i>utilisé dans le calcul de Bmax</i>)
RS_Overhead	7	Voir message R-MSG-RA (<i>utilisé dans le calcul de Bmax</i>)
Nr_of_Tones	8	Voir message R-MSG-RA (<i>utilisé dans le calcul de Bmax</i>)
<i>Réservé</i>	32	
}		

Les marges d'atténuation et de bruit sont des valeurs à jour tenant compte des conditions actuelles du modem.

La valeur *Bmax* indique le nombre maximal de bits pouvant être véhiculés par symbole DMT dans l'hypothèse de latence unique et avec les valeurs de gain de codage [Coding_Gain], de charge

utile RS [RS_Payload], de débit supplémentaire RS [RS_Overhead] et de nombre de tonalités [Nr_of_Tones] indiquées dans la liste. Les mêmes définitions ne s'appliquent que dans le cas de l'adaptation de débit pendant un démarrage.

La marge de rapport signal sur bruit utilisée pour le calcul de Bmax est égale à:

- la marge de rapport signal sur bruit exigée qui était utilisée pendant l'initialisation de la configuration actuellement active, dans le cas d'un message autonome "réponse de supervision DRA";
- la marge de rapport signal sur bruit exigée [Req_SNR_Margin] figurant dans le message "demande de supervision DRA" dans le cas d'une réponse à un tel message.

II.4 Configuration

Une entité réseau qui a connaissance de la stratégie d'adaptation DRA peut détecter, à partir de l'acquisition des mesures et d'autres informations, que certaines conditions sont réunies et modifier la configuration du modem. Deux nouveaux messages AOC sont définis afin de permettre à l'unité ATU-C de proposer à l'unité ATU-R une nouvelle configuration pour l'aval.

NOTE – Il n'existe pas de besoin d'échange d'informations vers l'amont à ce stade.

II.4.1 Message "demande de configuration DRA" [DRA_Configuration_Request]

Le message "demande de configuration DRA" est un message concaténé émis par l'unité ATU-C. Il se constitue de trois messages de 13 octets. Le Tableau II.4 donne le format de ces messages (les champs ont une longueur d'un octet). Le Tableau II.5 donne la définition des messages.

Tableau II.4/G.992.1 – Format du message "demande de configuration DRA"

HDR DF ₁₆	COM 42 ₁₆	RSM	BFd	BFd	BFd	BFd	0xF	BFd	BFd	BFu	BFu	BFu
HDR DF ₁₆	COM 41 ₁₆	RES	BId	BId	BId	RES	BId	BId	BId	BIu	BIu	BIu
HDR D ₁₆	COM 40 ₁₆	RES	RFd	RIId	Sd	Id	RES	RFd	RIId	Sd	Id	RES

Tableau II.5/G.992.1 – Messages "demande de configuration DRA"

Champs du message	Définition
RSM	Marge de rapport signal sur bruit dont l'utilisation est exigée pour l'évaluation de cette configuration. Les valeurs sont exprimées en dB. Les valeurs autorisées vont de 0 à 15 dB (4 bits).
Bfd, Bfu, Bid, Bfu, Rfd, Rid, Rfu, Riu, Sd, Su, Id, Iu	Les mêmes définitions et le même ordre s'appliquent comme pour le message C-Rates-RA.
RES	Octets réservés positionnés sur FF ₁₆ .

II.4.2 Message "réponse de configuration DRA" [DRA_Configuration_Reply]

Ce message sera émis par l'unité ATU-R en réponse à un message "demande de configuration DRA" reçu de l'unité ATU-C. Les Tableaux II.6 et II.7 donnent le format et la définition de ce message.

Tableau II.6/G.992.1 – Format du message "réponse de configuration DRA"

HDR	COM	STA	DAT
DF ₁₆	60 ₁₆		

Tableau II.7/G.992.1 – Messages "réponse de configuration DRA"

Format du message	Bits	Définition
DRA_Configuration_Reply {		
En-tête	8	DF ₁₆
Commande	8	60 ₁₆
Statut (STA)	8	00 ₁₆ : <i>réservé</i> 01 ₁₆ : ACK : nouvelle configuration acceptée 02 ₁₆ : Retransmit: émettre à nouveau tous les messages "demande de configuration DRA" 03 ₁₆ : Option Fail: l'option proposée est rejetée 04 ₁₆ -FF ₁₆ : <i>réservé</i>
Données (DAT)	8	si STA=ACK : La marge de bruit pour cette configuration est la même que pour R-MSG2 si STA=RETRANSMIT: 00 ₁₆ si STA=OPTION_FAIL: 00 ₁₆ : code général de défaillance 01 ₁₆ -1F ₁₆ : <i>réservé</i> pour des codes de défaillance spécifiques
}		

II.5 Echange

Une fois que les deux côtés se sont mis d'accord pour une nouvelle configuration, ils doivent obtenir les informations concernant les valeurs de Bi et Gi qui doivent être utilisées pour chaque tonalité. Ceci se fait dans la troisième phase décrite ici.

Deux messages DRA de canal AOC sont définis à cet effet: la demande "demande d'échange DRA" et la réponse "réponse d'échange DRA".

Ces messages sont utilisés dans les directions aval et amont, contrairement aux messages DRA précédents. L'unité ATU-R génère le message "demande d'échange DRA" pour le sens aval, auquel l'unité ATU-C répond au moyen d'un message "réponse d'échange DRA". L'unité ATU-C génère le message "demande d'échange DRA" pour le sens amont, auquel l'unité ATU-R répond au moyen d'un message "réponse d'échange DRA".

II.5.1 Message "demande d'échange DRA" [DRA_Exchange_Request]

Le message "demande d'échange DRA" est un message concaténé émis par l'unité ATU-C. Il se constitue de quatre messages de 13 octets.

Ce message est utilisé pour transmettre les valeurs modifiées de Bi et Gi pour la direction de communication correspondante. Un ensemble de messages peut être utilisé plusieurs fois pour un nouvel ensemble de tonalités jusqu'à ce que toutes les nouvelles valeurs aient été transmises

correctement si un ensemble de quatre messages de 13 octets ne suffit pas pour transmettre toutes les valeurs modifiées.

Les Tableaux II.8 et II.9 donnent le format et la définition du message "demande d'échange DRA". Ce message de 13 octets se constitue de trois octets, suivis de huit champs de 10 bits contenant chacun le codage des valeurs de Bi et Gi pour une tonalité.

Tableau II.8/G.992.1 – Format du message "demande d'échange DRA"

HDR DF ₁₆	COM	Ti	B&G (Ti*8)	B&G (Ti*8+1)	B&G (Ti*8+2)	111	B&G (Ti*8+4)	B&G (Ti*8+5)	B&G (Ti*8+6)	B&G (Ti*8+7)
-------------------------	-----	----	---------------	-----------------	-----------------	-----	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------

Un seul bloc de quatre messages de 13 octets est nécessaire dans le sens amont. Un maximum de 8 blocs de quatre messages de 13 octets peut être nécessaire dans le sens aval.

L'ordre des valeurs du champ COM dans des messages "demande d'échange DRA" consécutifs sera déterminé de la manière suivante:

- les valeurs du champ COM sont décroissantes dans les messages consécutifs (en l'absence de retransmission);
- la valeur du champ COM dans le dernier message "demande d'échange DRA" sera égale à 80₁₆.

Les quatre valeurs du champ COM utilisées dans le sens amont seront égales à 83₁₆, 82₁₆, 81₁₆ et 80₁₆ dans l'ordre.

La première valeur du champ COM utilisée dans le sens aval dépend du nombre de blocs de quatre messages de 13 octets qui sont nécessaires. Dans le cas maximal où 8 blocs (256 tonalités) sont nécessaires, les valeurs consécutives du champ COM seront égales à 9F₁₆, 9E₁₆ 83₁₆, 82₁₆, 81₁₆ et 80₁₆. Si, par exemple, 7 blocs seulement (224 tonalités) sont utilisés, la valeur du premier champ COM sera alors égale à 9B₁₆.

Un nouveau bloc de quatre messages "demande d'échange DRA" ne peut être émis qu'après réception de l'accusé de réception du bloc précédent (voir message "réponse d'échange DRA").

Tableau II.9/G.992.1 – Messages "demande d'échange DRA"

Format du message	Bits	Définition
DRA_Exchange_Request {		
En-tête	8	DF ₁₆
Commande	8	9F ₁₆ ... 80 ₁₆ (aval) 83 ₁₆ ... 80 ₁₆ (amont)
Segment de tonalités (Ti)	5	Segment de tonalités (0-31)
Bi et Gi (B&G)	8 × 10	valeurs Bi et Gi de 8 tonalités successives, à partir de la tonalité Ti. Bi 4 bits nouvelle valeur de Bi codée comme un entier Gi 6 bits nouvelle valeur de Gi: 00 ₁₆ : aucune énergie 01 ₁₆ -3F ₁₆ : -3,875 dB à 3,875 dB par paliers de 0,125 dB Noter que les valeurs correctes de Gi doivent être ≤ 2,5 dB.
}		

II.5.2 Message "réponse d'échange DRA" [DRA_Exchange_Reply]

Les Tableaux II.10 et II.11 donnent le format et la définition du message "réponse d'échange DRA" émis en réponse à un message "demande d'échange DRA".

Tableau II.10/G.992.1 – Format du message "réponse d'échange DRA"

HDR DF ₁₆	COM A0 ₁₆	STA	DAT
-------------------------	-------------------------	-----	-----

Tableau II.11/G.992.1 – Messages "réponse d'échange DRA"

Format du message	Bits	Définition
DRA_Exchange_Reply {		
En-tête	8	DF ₁₆
Commande	8	A0 ₁₆
Statut (STA)	8	00 ₁₆ : <i>réservé</i> 01 ₁₆ : ACK : nouvelle configuration Bi-Gi acceptée 02 ₁₆ : Retransmit: émettre à nouveau le dernier ensemble de quatre messages "demande de configuration DRA" 03 ₁₆ : Option Fail: l'option proposée est rejetée 04 ₁₆ -FF ₁₆ : <i>réservé</i>
Données (DAT)	8	Si STA=ACK : valeur du paramètre COM du dernier message de 13 octets du bloc de 4 messages qui est accepté (Note) Si STA=RETRANSMIT: valeur du paramètre COM du dernier message de 13 octets du bloc de 4 messages qui doit être émis à nouveau. Si STA=OPTION_FAIL: 00 ₁₆ : code général de défaillance 01 ₁₆ -1F ₁₆ : réservé pour des codes de défaillance spécifiques
}		
NOTE – Amont toujours 80 ₁₆ .		

II.6 Basculement

Il est nécessaire d'activer et de synchroniser le basculement vers une nouvelle configuration une fois que les modems se sont mis d'accord sur les valeurs de celle-ci. Un basculement fait toujours référence à la configuration négociée avec succès et acceptée en dernier.

Deux nouveaux messages "demande de basculement DRA" et "réponse de basculement DRA" sont définis à cet effet. Le message "demande de basculement DRA" sera émis par l'unité ATU-C pour indiquer à l'unité ATU-R l'instant de basculement du débit. L'unité ATU-R accusera réception de cette demande au moyen du message "réponse de basculement DRA".

Des tonalités peuvent être émises avec des valeurs de Bi et Gi incorrectes pendant la transition de l'une des configurations de débit vers la suivante. Ceci est vrai également pour les symboles de synchronisation qui peuvent être altérés. La tonalité pilote doit toutefois rester maintenue pour la détection de trame et de super-trame. L'instant de la transition pendant laquelle les valeurs de Bi et Gi peuvent être altérées est quantifié avant le basculement effectif du débit au moyen des deux ensembles de paramètres suivants:

- 1) un numéro de référence de supertrame (*SFR*, *superframe reference number*) permettant d'identifier la frontière de supertrame au voisinage de laquelle le basculement de débit s'effectuera. Les valeurs valides du numéro *SFR* sont les suivantes:

$$SFR = 4 \times N - 1 \text{ avec } N \text{ entier}$$

Ces références *SFR* coïncident toujours avec des frontières de mot de code si les modems fonctionnent en utilisant les valeurs obligatoires du paramètre *S*. Ceci permet d'éviter une réinitialisation explicite du processus de correction FEC, qui est toutefois obligatoire si une autre valeur du paramètre *S* est utilisée.

Il convient de noter que le numéro *SFR* est nul pour le premier symbole émis dans l'état stable et qu'il est incrémenté de 1 (modulo 256) pour chaque supertrame suivante. La définition du numéro *SFR* est identique à la définition utilisée pour la synchronisation d'une opération d'échange de bits.

Comme pour la spécification d'échange de bits, la valeur du compteur *SFR* sera au moins supérieure de 47 unités à la valeur du compteur de supertrame à l'instant d'émission du message "demande de basculement DRA".

- 2) un deuxième ensemble de paramètres indiquera le nombre de symboles avant et après la frontière de la supertrame de référence:
 - l'émetteur dans la direction de transmission correspondante peut émettre des tailles de constellations et des gains incorrects, conduisant à des données erronées;
 - le récepteur de la direction de transmission correspondante peut être incapable de récupérer les données correctes. On suppose que cette valeur n'affectera pas la vitesse du basculement DRA au niveau de l'émetteur, mais elle permettra de quantifier les pertes de données durant une adaptation DRA.

Huit valeurs de durées (appelées valeurs "e") seront échangées au total. Les valeurs "e" indiquent la capacité, rapide ou lente, qu'ont les unités ATU pour s'adapter à des modifications des valeurs *Bi/Gi* ou de paramètres de correction FEC. Les quatre valeurs "e" suivantes sont émises par l'unité ATU-C à destination de l'unité ATU-R dans un message "demande de basculement DRA":

- 1) *Eps_DS_TX_neg*
- 2) *Eps_DS_TX_pos*
- 3) *Eps_US_RX_neg*
- 4) *Eps_RX_RX_pos*

L'unité ATU-R émettra de même quatre paramètres "e" analogues dans un message "réponse de basculement DRA":

- 5) *Eps_US_TX_neg*
- 6) *Eps_US_TX_pos*
- 7) *Eps_DS_RX_neg*
- 8) *Eps_DX_RX_pos*

La syntaxe de ces champs est la suivante:

- "DS/US" indique les directions de communication aval ou amont.
- "TX/RX" indique si la valeur e se rapporte à une fonction d'émission ou de réception.
- "neg/pos" indique si le paramètre "e" identifie respectivement l'instant de début ou de fin de la durée pendant laquelle les données peuvent être altérées, exprimé dans le premier cas en nombre de trames avant la référence *SFR* et dans le second cas en nombre de symboles après la référence *SFR*.

Chaque unité ATU-x indique uniquement les paramètres "e" qui s'appliquent de son côté. Les paramètres "e" ne font pas l'objet d'une négociation.

Chaque valeur "e" est positive et codée sous la forme d'une valeur d'un octet sans signe indiquant une durée de 0 à 255 trames.

- Le nombre maximal de symboles altérés (CS, *corrupted symbol*) dans le sens aval (y compris dans le récepteur) peut être exprimé par la formule suivante:

$$CS_{DS} = \max(Eps_DS_TX_neg, EPS_DS_RX_neg) + \max(EPS_DS_TX_pos, EPS_DS_RX_pos)$$

- Le nombre maximal de symboles altérés (CS) dans le sens amont (y compris dans le récepteur) peut être exprimé par la formule suivante:

$$CS_{US} = \max(Eps_US_TX_neg, EPS_US_RX_neg) + \max(Eps_US_TX_pos, EPS_US_RX_pos)$$

II.6.1 Exemple

Examinons la situation représentée dans la Figure II.1.

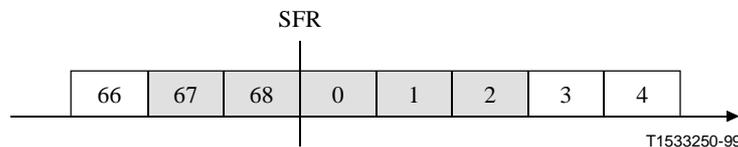


Figure II.1/G.992.1 – Trames altérées transmises par l'unité ATU-C

Les cases grises correspondent à des trames ou symboles DMT altérés que l'unité ATU-C émettra en aval pendant un basculement de débit DRA. La valeur de *Eps_DS_TX_neg* est égale à 2 dans ce cas particulier (deux cases grises avant SFR) et celle de *Eps_DS_TX_pos* est égale à 3 (trois cases grises après SFR).

Si la capacité du récepteur de l'unité ATU-R pour s'adapter à la nouvelle configuration est identifiée par une valeur de *Eps_DS_RX_neg* égale à 0 et une valeur de *Eps_DS_RX_pos* égale à 5 (voir Figure II.2), le nombre maximal de symboles altérés est alors égal à 7.

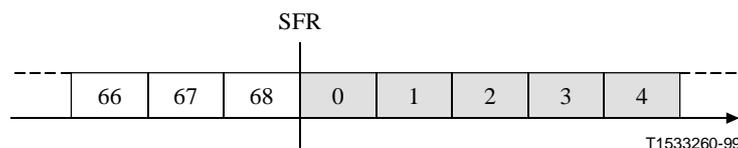


Figure II.2/G.992.1 – Trames altérées reçues par l'unité ATU-R

II.6.2 Message "demande de basculement DRA" [DRA_Swap_Request]

Les Tableaux II.12 et II.13 donnent le format et la définition du message "demande de basculement DRA" émis par l'unité ATU-C.

Tableau II.12/G.992.1 – Format du message "demande de basculement DRA"

HDR DF ₁₆	COM C0 ₁₆	STA	DAT	EDTN	EDTP	EURN	EURP
-------------------------	-------------------------	-----	-----	------	------	------	------

Tableau II.13/G.992.1 – Messages "demande de basculement DRA"

Format du message	Bits	Définition
DRA_Swap_Request {		
En-tête	8	DF ₁₆
Commande	8	C0 ₁₆
Statut (STA)	8	00 ₁₆ : <i>réservé</i> 01 ₁₆ : demande SWAP 02 ₁₆ : demande d'informations SWAP (Note) 03 ₁₆ -FF ₁₆ : <i>réservé</i>
Données (DAT)	8	Si STA=SWAP: <i>SFR</i> . Il convient de noter que les deux bits les moins significatifs doivent être positionnés sur 3 ₁₆ Si STA≠SWAP: <i>réservé</i>
Eps_DS_TX_neg (EDTN)	8	<i>voir ci-dessus</i>
Eps_DS_TX_pos (EDTP)	8	<i>voir ci-dessus</i>
Eps_US_RX_neg (EURN)	8	<i>voir ci-dessus</i>
Eps_US_RX_pos (EURP)	8	<i>voir ci-dessus</i>
}		
NOTE – Le message "demande d'informations de basculement" permet à l'unité ATU-C d'extraire les paramètres "e" de l'unité ATU-R et d'évaluer la perte de données sans demander un basculement de débit.		

II.6.3 Message "réponse de basculement DRA" [DRA_Swap_Reply]

Les Tableaux II.14 et II.15 donnent le format et la définition du message "réponse de basculement DRA" émis par l'unité ATU-R en réponse à un message "demande de basculement DRA".

Tableau II.14/G.992.1 – Format du message "réponse de basculement DRA"

HDR	COM	STA	DAT	EUTN	EUTP	EDRN	EDRP
DF ₁₆	E0 ₁₆						

Tableau II.15/G.992.1 – Messages "réponse de basculement DRA"

Format du message	Bits	Définition
DRA_Swap_Reply {		
En-tête	8	DF ₁₆
Commande	8	E0 ₁₆
Statut (STA)	8	00 ₁₆ : <i>réservé</i> 01 ₁₆ : ACK SWAP 02 ₁₆ : NACK_SWAP 03 ₁₆ : ACK SWAP_INFO 04 ₁₆ : NACK SWAP_INFO Autre : <i>réservé</i>
Données (DAT)	8	Si STA=ACK: même valeur <i>SFR</i> que dans le message "demande de basculement DRA" Si STA≠ACK: <i>réservé</i>
Eps_US_TX_neg (EUTN)	8	<i>voir ci-dessus</i>
Eps_US_TX_pos (EUTP)	8	<i>voir ci-dessus</i>
Eps_DS_RX_neg (EDRN)	8	<i>voir ci-dessus</i>
Eps_DS_RX_pos (EDRP)	8	<i>voir ci-dessus</i>
}		

II.7.3 Machine d'état de l'unité ATU-C

Voir Figure II.4.

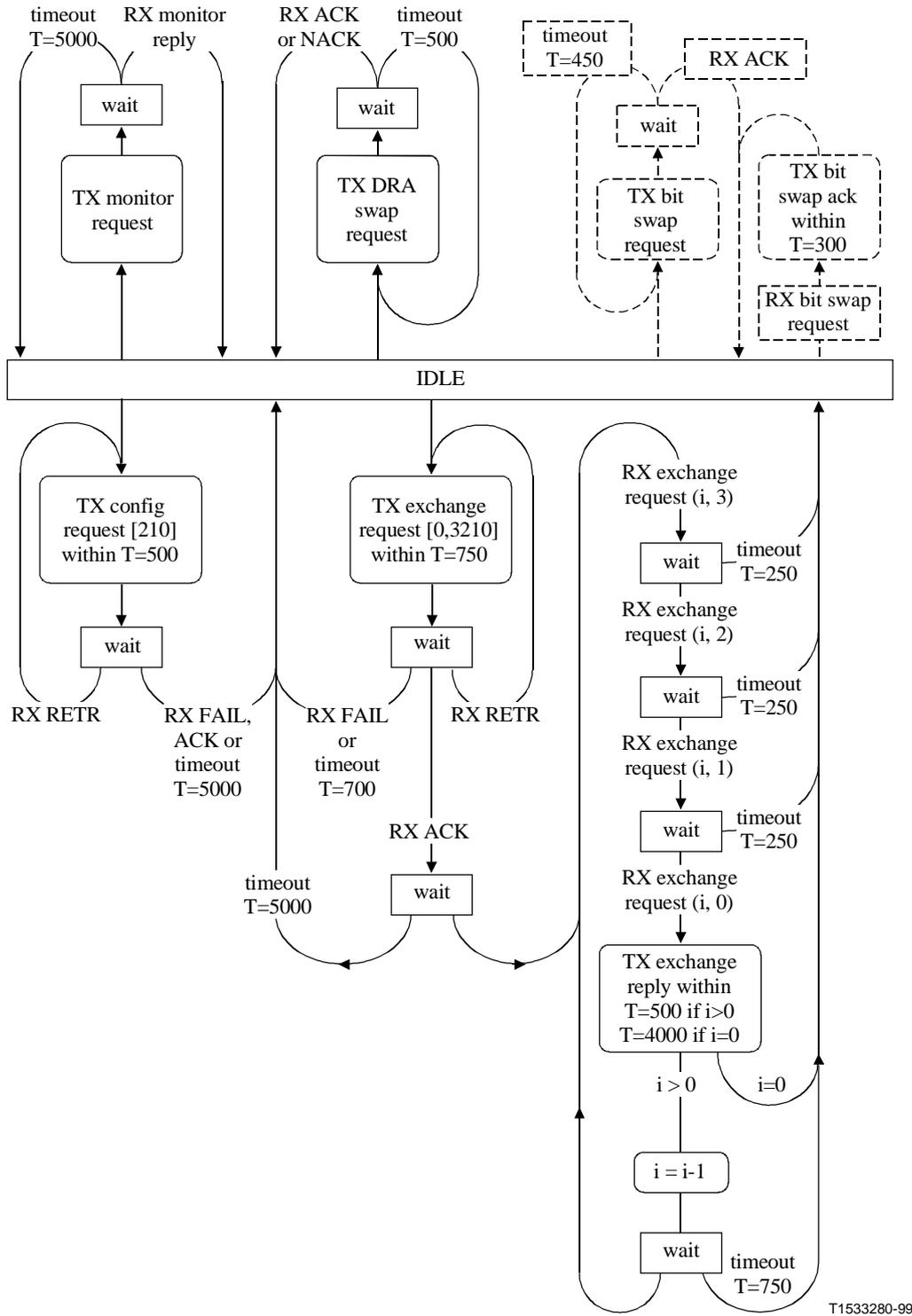


Figure II.4/G.992.1 – Diagramme d'état du canal AOC de l'unité ATU-C

APPENDICE III

Compatibilité avec d'autres équipements dans les locaux du client

Les émetteurs-récepteurs de l'unité ATU-R G.992.1 peuvent partager avec d'autres équipements l'installation de câblage d'équipements dans les locaux du client, par exemple des dispositifs de réseautage, au moyen du séparateur POTS.

Certains dispositifs de réseautage peuvent fonctionner au-dessus de 4 MHz sur les circuits téléphoniques dans les locaux du client. Pour empêcher les signaux de ces dispositifs de réseautage de se replier dans la bande de fréquence G.992.1, il est recommandé d'inclure un filtre anti-repliement adéquat du récepteur vers l'aval, dans l'unité ATU-R G.992.1 situé au même emplacement que l'unité ATU-R dans la Figure 1-1. Ce filtre pourra prendre la forme d'un filtre de ligne externe et pourra être intégré dans l'unité ATU-R G.992.1 ou dans le séparateur POTS spécifié dans l'Annexe E.

Les dispositifs de réseautage à domicile peuvent coexister avec des terminaux vocaux et avec des terminaux autres que vocaux à l'extrémité de l'abonné TELE/POTS (accès dans la Figure 1-1 qui relie le fil aboutissant au poste téléphonique ou au modem en bande vocale) du séparateur POTS utilisé dans l'application G.992.1 pour isoler le câblage dans les locaux du client des signaux ADSL. Il est souhaitable que le séparateur POTS distant soit compatible avec les dispositifs de câblage des locaux du client (il convient par exemple de prendre en compte une impédance de l'accès TELE/POTS supérieure à 4 MHz).

APPENDICE IV

Bibliographie

- Recommandation UIT-T G.995.1 (1999), *Aperçu général des Recommandations relatives aux lignes d'abonné numérique (DSL)*.
- Recommandation UIT-T O.41 (1994), *Psophomètre utilisé sur des circuits de type téléphonique*.
- Recommandation UIT-T V.11 (1996), *Caractéristiques électriques des circuits de jonction symétriques à double courant fonctionnant à des débits binaires jusqu'à 10 Mbit/s*.
- Technical Report No. 28 (1994), A Technical Report on High-bit rate Digital Subscriber Lines, Committee T1-Telecommunications [*Rapport technique concernant les lignes d'abonné numériques à haut débit binaire*].
- ATM Forum (June 1995), Specification af.phy-0039.000, *Utopia level 2: Version 1.0*.
- Norme ANSI/EIA/TIA-571 (1991), Environmental considerations for telephone terminals [*Considérations d'environnement pour les terminaux téléphoniques*].
- Norme ANSI T1.101 (1994), Synchronization Interface Standards for Digital Networks, Committee T1-Telecommunications, 1997 [*Norme d'interface de synchronisation pour les réseaux numériques*].
- Norme ANSI T1.413 (1995), Network and Customer Installation Interfaces – Asymmetrical Digital Subscriber Line (ADSL) Metallic Interface [*Interfaces réseau et installations d'abonné – Interface métallique de la ligne d'abonné numérique asymétrique*].
- Norme ANSI T1.601 (1993), Telecommunications – Interface between carriers and customer installations – Analogue voice-grade switched access lines using loop-start and ground-start signalling [*Télécommunications – Interface entre installations d'exploitants et*

d'abonnés – Lignes d'accès analogique commutées de qualité vocale avec signalisation 2 fils à par déclenchement par la boucle et par déclenchement par la Terre].

En ce qui concerne les installations d'essai pour les mesures de la symétrie longitudinale (par exemple E.2.3.2.2 et E.4.3.1.6), voir:

- IEEE Standard 455 (1985), *Test procedures for measuring longitudinal balance of telephone equipment operating in the voiceband.*

En ce qui concerne les installations d'essai pour les mesures de la distorsion provoquée par les harmoniques (par exemple E.4.3.1.5), voir:

- IEEE Standard 743 (1995), *IEEE Standard Equipment Requirements and Measurement Techniques for Analogue Transmission Parameters for Telecommunications.*

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
Série G	Systèmes et supports de transmission, systèmes et réseaux numériques
Série H	Systèmes audiovisuels et multimédias
Série I	Réseau numérique à intégration de services
Série J	Transmission des signaux radiophoniques, télévisuels et autres signaux multimédias
Série K	Protection contre les perturbations
Série L	Construction, installation et protection des câbles et autres éléments des installations extérieures
Série M	RGT et maintenance des réseaux: systèmes de transmission, de télégraphie, de télécopie, circuits téléphoniques et circuits loués internationaux
Série N	Maintenance: circuits internationaux de transmission radiophonique et télévisuelle
Série O	Spécifications des appareils de mesure
Série P	Qualité de transmission téléphonique, installations téléphoniques et réseaux locaux
Série Q	Commutation et signalisation
Série R	Transmission télégraphique
Série S	Equipements terminaux de télégraphie
Série T	Terminaux des services télématiques
Série U	Commutation télégraphique
Série V	Communications de données sur le réseau téléphonique
Série X	Réseaux pour données et communication entre systèmes ouverts
Série Y	Infrastructure mondiale de l'information
Série Z	Langages et aspects informatiques généraux des systèmes de télécommunication

17822