



UNION INTERNATIONALE DES TÉLÉCOMMUNICATIONS

UIT-T

SECTEUR DE LA NORMALISATION
DES TÉLÉCOMMUNICATIONS
DE L'UIT

G.992.2

(06/99)

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

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

**Emetteurs-récepteurs de ligne d'abonné
numérique asymétrique sans filtre séparateur**

Recommandation UIT-T G.992.2

(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	
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.992.2

EMETTEURS-RECEPTEURS DE LIGNE D'ABONNE NUMERIQUE ASYMETRIQUE SANS FILTRE SEPARATEUR

Résumé

La présente Recommandation décrit l'interface entre le réseau de télécommunication et l'installation d'abonné en termes d'interactions et de caractéristiques électriques. Elle décrit la transmission simultanée de services POTS et de services de données selon la série V au moyen d'un canal numérique sur une seule paire téléphonique métallique de calibre mixte. L'Annexe C définit les procédures permettant d'opérer dans un environnement de bruit RNIS-TCM. L'exploitation dans la bande des fréquences supérieures à celles de l'accès RNIS-BRA fera l'objet d'un complément d'étude.

La présente Recommandation contient des procédures permettant d'assurer la fourniture sans qu'il soit nécessaire de faire appel aux "séparateurs" couramment installés à l'entrée des locaux d'abonné. Elle spécifie également des procédures de gestion d'énergie et de contrôle de l'état de la liaison permettant des économies d'énergie dans le centre de commutation et dans les locaux d'abonné.

Source

La Recommandation UIT-T G.992.2, 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 n'avait pas 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
2	Références normatives	1
3	Définitions et abréviations	2
3.1	Définitions	2
3.2	Abréviations.....	3
4	Modèles de référence	6
4.1	Modèle de référence du système.....	6
4.2	Modèle de référence de l'ATU	7
5	Capacité de transport.....	8
6	Interfaces d'ATU	9
6.1	Interface d'ATU pour le transport en mode ATM.....	9
6.2	Interface logique de couche PMD à couche TC dans un ATU	10
7	Caractéristiques fonctionnelles d'ATU	10
7.1	Fonctions propres au protocole de transport en mode ATM	10
	7.1.1 Temps de transfert de capacité utile	10
	7.1.2 Fonctions propres aux cellules ATM.....	10
	7.1.3 Structure de trame pour le transfert ATM	12
7.2	Référence temporelle de réseau	12
	7.2.1 Capacité facultative de référence NTR.....	12
	7.2.2 Transport de la référence NTR	12
7.3	Verrouillage des trames	13
	7.3.1 Relation avec le verrouillage de trames de la Recommandation G.992.1	13
	7.3.2 Séquencement des bits.....	13
	7.3.3 Verrouillage des trames de données et points de référence	13
7.4	Brasseur.....	18
7.5	Correction d'erreur directe de Reed-Solomon.....	18
	7.5.1 Codage de Reed-Solomon	19
	7.5.2 Synchronisation de supertrame de correction d'erreur directe Reed-Solomon	19
7.6	Entrelaceur	19
7.7	Séquencement en fréquence.....	20
7.8	Codeur de constellation	20
	7.8.1 Extraction des bits	20
	7.8.2 Codeur de constellation	20
7.9	Normalisation du gain.....	23

	Page	
7.10	Modulation.....	23
	7.10.1 Sous-porteuses.....	24
	7.10.2 Modulation par la transformation discrète de Fourier inverse (IDFT).....	24
	7.10.3 Symbole de synchronisation.....	25
	7.10.4 Séquence de données amont.....	25
	7.10.5 Séquence de données aval.....	26
7.11	Préfixe cyclique.....	26
7.12	Etendue dynamique de l'émetteur.....	26
	7.12.1 Fréquence maximale d'écrêtage.....	27
	7.12.2 Seuil de bruit/distorsion.....	27
	7.12.3 Masques spectraux d'émetteur.....	27
8	Canal d'exploitation incorporé (eoc).....	28
8.1	Présentation du canal eoc.....	28
	8.1.1 Aperçu général des messages de canal eoc.....	28
	8.1.2 Aperçu général du protocole de canal eoc.....	28
8.2	Codage des messages de canal eoc.....	29
	8.2.1 Champ ADDRESS (n° 1).....	29
	8.2.2 Champ DATA ou OPCODE (n° 2).....	29
	8.2.3 Champ BYTE PARITY (n° 3).....	30
	8.2.4 Champ AUTONOMOUS MESSAGE (n° 4).....	30
	8.2.5 Champ INFORMATION (n° 5).....	30
8.3	Description des messages de canal eoc.....	30
	8.3.1 Messages eoc bidirectionnels assurant un verrouillage.....	33
	8.3.2 Message de fin de données (EOD).....	34
	8.3.3 Message d'expiration (DGASP).....	34
	8.3.4 Messages autonomes.....	34
	8.3.5 Registres de données dans l'ATU-R.....	34
8.4	Protocole de canal eoc.....	36
	8.4.1 Messages eoc en suspens.....	36
	8.4.2 Transitions d'état de canal eoc.....	40
8.5	Canal eoc non brassé.....	43
9	Canal de commande de surdébit ADSL.....	43
9.1	Introduction au canal de commande de surdébit ADSL (aoc).....	43
	9.1.1 Canal de permutation de bits.....	44
	9.1.2 Comptage des supertrames.....	44
9.2	Codage des messages de commande aoc.....	44
	9.2.1 Codage d'en-tête de message de commande aoc.....	44
	9.2.2 Demande de gestion de profil.....	45

	Page
9.2.3	Acquittement de gestion de profil..... 45
9.2.4	Codage du message de demande de permutation de bits..... 46
9.2.5	Codage du message de demande de permutation étendue de bits 47
9.2.6	Codage du message d'acquittement de permutation de bits..... 47
9.3	Fonctionnement de la permutation de bits 48
9.3.1	Permutation de bits – Récepteur 48
9.3.2	Permutation de bits – Emetteur 48
9.4	Protocole de commande aoc 49
10	Contrôle et surveillance de la qualité de fonctionnement en service..... 49
10.1	Primitives associées à la ligne ADSL 50
10.1.1	Anomalies locales associées à la ligne ADSL..... 50
10.1.2	Anomalies distantes associées à la ligne ADSL..... 51
10.1.3	Défauts locaux associés à la ligne ADSL..... 51
10.1.4	Défauts distants associés à la ligne ADSL..... 51
10.2	Primitives associées au conduit de données en mode ATM..... 52
10.2.1	Anomalies locales associées au conduit de données en mode ATM..... 52
10.2.2	Anomalies distantes associées au conduit de données en mode ATM..... 52
10.2.3	Défauts locaux associés au conduit de données en mode ATM..... 53
10.2.4	Défauts distants associés au conduit de données en mode ATM 53
10.3	Autres indicateurs, paramètres et signaux ADSL 53
10.3.1	Autres primitives locales 53
10.3.2	Autres primitives distantes 53
10.3.3	Paramètres de comptage de défaillances 53
10.4	Paramètres d'essai 53
10.4.1	Paramètres d'essai locaux 54
10.4.2	Paramètres d'essai distants..... 54
10.5	Autres défaillances et autres paramètres..... 54
11	Initialisation 54
11.1	Aperçu général 54
11.1.1	Fonctions de base de l'initialisation..... 54
11.1.2	Transparence aux méthodes de séparation des signaux amont et aval 56
11.1.3	Procédure de réinitialisation 56
11.2	Dialogue initial dans l'ATU-C 56
11.3	Dialogue initial dans l'ATU-R 58
11.4	Niveaux de puissance de dialogue initial..... 60
11.5	Echappement du dialogue initial au reconditionnement rapide..... 60
11.5.1	C-QUIET-EF1 61
11.5.2	R-QUIET-EF1 61

11.6	Niveaux de puissance lors du conditionnement d'émetteur-récepteur, de l'analyse de canal et de l'échange.....	61
11.7	Conditionnement de l'émetteur-récepteur – ATU-C.....	62
11.7.1	C-QUIET2.....	62
11.7.2	C-PILOT1.....	62
11.7.3	C-PILOT1A.....	63
11.7.4	C-QUIET3A.....	63
11.7.5	C-REVERB1.....	63
11.7.6	C-PILOT2.....	64
11.7.7	C-ECT.....	64
11.7.8	C-REVERB2.....	64
11.7.9	C-QUIET5.....	64
11.7.10	C-PILOT3.....	64
11.7.11	C-REVERB3.....	65
11.8	Conditionnement de l'émetteur-récepteur – ATU-R.....	65
11.8.1	R-QUIET2.....	65
11.8.2	R-REVERB1.....	65
11.8.3	R-QUIET3.....	65
11.8.4	R-ECT.....	66
11.8.5	R-REVERB2.....	66
11.9	Analyse de canal (ATU-C).....	66
11.9.1	C-SEGUE1.....	66
11.9.2	C-RATES1.....	67
11.9.3	C-CRC1.....	68
11.9.4	C-MSG1.....	69
11.9.5	C-CRC2.....	70
11.9.6	C-MEDLEY.....	70
11.10	Analyse de canal (ATU-R).....	70
11.10.1	R-SEGUE1.....	71
11.10.2	R-REVERB3.....	71
11.10.3	R-SEGUE2.....	71
11.10.4	R-RATES1.....	71
11.10.5	R-CRC1.....	72
11.10.6	R-MSG1.....	72
11.10.7	R-CRC2.....	74
11.10.8	C-MEDLEY.....	74
11.10.9	R-REVERB4.....	74
11.11	Echange de signaux dans l'ATU-C.....	74
11.11.1	C-REVERB4.....	76

	Page
11.11.2 C-SEGUE2.....	76
11.11.3 C-RATES-RA.....	76
11.11.4 C-CRC-RA1	77
11.11.5 C-MSG-RA.....	77
11.11.6 C-CRC-RA2	78
11.11.7 C-REVERB-RA.....	78
11.11.8 C-SEGUE-RA.....	78
11.11.9 C-MSG2.....	78
11.11.10 C-CRC3	80
11.11.11 C-RATES2.....	80
11.11.12 C-CRC4	81
11.11.13 C-B&G.....	81
11.11.14 C-CRC5	81
11.11.15 C-REVERB5.....	82
11.11.16 C-SEGUE3.....	82
11.12 Echange de signaux dans l'ATU-R.....	82
11.12.1 R-SEGUE3.....	82
11.12.2 R-MSG-RA.....	82
11.12.3 R-CRC-RA1	83
11.12.4 R-RATES-RA.....	83
11.12.5 R-CRC-RA2	84
11.12.6 R-REVERB-RA.....	84
11.12.7 R-SEGUE-RA.....	84
11.12.8 R-MSG2.....	85
11.12.9 R-CRC3	86
11.12.10 R-RATES2.....	86
11.12.11 R-CRC4	86
11.12.12 R-REVERB5.....	87
11.12.13 R-SEGUE4.....	87
11.12.14 R-B&G.....	87
11.12.15 R-CRC5	88
11.12.16 R-REVERB6.....	88
11.12.17 R-SEGUE5.....	88
11.13 Détails sur la chronologie d'initialisation.....	88
12 Reconditionnement rapide	91
12.1 Aperçu général du reconditionnement rapide.....	91
12.1.1 Prescriptions relatives aux profils.....	91
12.2 Définition des signaux de reconditionnement rapide.....	92
12.2.1 Niveaux de puissance du signal de reconditionnement rapide	94

	Page	
12.3	Procédure de reconditionnement rapide.....	94
12.3.1	Procédure lancée par l'ATU-C à partir de l'état SHOWTIME.....	94
12.3.2	Procédure lancée par l'ATU-R à partir de l'état SHOWTIME.....	96
12.3.3	Mesurage de canal	97
12.3.4	Sélection des niveaux de puissance d'émetteur	98
12.3.5	Reconditionnement de l'émetteur-récepteur	98
12.3.6	Echange de profils	98
12.4	Procédure de reconditionnement rapide – Transition en cas de profil inconnu.....	99
12.5	Procédure de reconditionnement rapide lancée à partir de l'état L3 ou de la Recommandation G.994.1	99
12.6	Abandon du reconditionnement rapide.....	100
12.6.1	Abandon d'une demande de reconditionnement rapide lancée par l'ATU-C.	100
12.6.2	Abandon d'une demande de reconditionnement rapide lancée par l'ATU-R.	100
12.7	Troncature du reconditionnement rapide	100
12.8	Procédure de réinitialisation du reconditionnement rapide	101
13	Gestion de la puissance.....	101
13.1	Introduction.....	101
13.2	Etats de liaison ADSL.....	101
13.3	Transitions d'état de liaison.....	102
13.4	Procédures de transition d'état de liaison.....	104
13.4.1	Transitions de L0 à L0 (T0a, T0b, T0c)	104
13.4.2	Transition de L0 à L1 (T0d)	104
13.4.3	Transitions de L1 à L0 (T1a, T1b, T1c, T1d).....	105
13.4.4	Transitions de L0 à L1 ou à L3 (T0e, T0f, T1e, T1f)	105
13.4.5	Transitions de L3 à L0 (T3a, T3b).....	106
13.5	Dialogue initial de canal eoc.....	106
13.5.1	Dialogue initial eoc déclenché par l'ATU-R.....	106
13.5.2	Dialogue initial eoc déclenché par l'ATU-C.....	107
Annexe A – Fonctionnement sans superposition spectrale.....		107
A.1	Masque de densité PSD d'émetteur de bloc ATU-R.....	107
A.1.1	Ondulation et temps de propagation de groupe de la densité PSD dans la bande passante	108
A.1.2	Densité spectrale de puissance et niveau de puissance composite en émission.....	109
A.2	Masque de densité PSD d'émetteur de bloc ATU-C.....	111
A.2.1	Ondulation et temps de propagation de groupe de la densité PSD dans la bande passante	112
A.2.2	Densité spectrale de puissance et niveau de puissance composite en émission.....	112

Annexe B – Fonctionnement avec superposition spectrale.....	114
B.1 Masque de densité PSD d'émetteur de bloc ATU-R.....	114
B.1.1 Ondulation et temps de propagation de groupe de la densité PSD dans la bande passante	115
B.1.2 Densité spectrale de puissance et niveau de puissance composite en émission.....	116
B.2 Masque de densité PSD d'émetteur de bloc ATU-C.....	118
B.2.1 Ondulation et temps de propagation de groupe de la densité PSD dans la bande passante	119
B.2.2 Densité spectrale de puissance et niveau de puissance composite en émission.....	119
Annexe C – ADSL sur POTS coexistant dans le même câble que le DSL par RNIS-TCM....	121
C.1 Domaine d'application	121
C.2 Définitions et abréviations	121
C.2.1 Définitions	121
C.2.2 Abréviations.....	122
C.3 Modèles de référence	123
C.3.1 Modèle de référence d'émetteur d'ATU-C (remplacement de la figure du 4.2).....	123
C.3.2 Modèle de référence d'émetteur d'ATU-R (remplacement de la figure du 4.2).....	123
C.3.3 Modèle de synchronisation d'émetteur ATU (nouveau).....	124
C.4 Interfaces avec les émetteurs-récepteurs ATU.....	126
C.4.1 Interface ATM pour le transport en mode ATM (remplacement de la figure du 6.1)	126
C.5 Caractéristiques fonctionnelles d'ATU (complément du paragraphe 7)	127
C.5.1 Temps de transfert de capacité utile (complément du 7.1.1).....	127
C.5.2 Verrouillage de trames (complément du 7.3)	127
C.5.3 Modulation (complément du 7.10).....	133
C.5.4 Masque spectral d'émetteur (remplacement du 7.12.3)	133
C.5.5 Double codage d'équivalence binaire (nouveau)	133
C.5.6 Convertisseur de débit (nouveau)	133
C.5.7 Codage FEXT (nouveau).....	134
C.6 Adaptation et reconfiguration en ligne par commande aoc (complément du paragraphe 9)	134
C.6.1 Codage du message de demande de permutation de bits (remplacement du 9.2.4).....	134
C.6.2 Codage du message de demande de permutation étendue de bits (complément du 9.2.5).....	135
C.6.3 Codage du message d'acquittement de permutation de bits (complément du 9.2.6).....	135

	Page	
C.7	Contrôle et surveillance de la qualité de fonctionnement en service (complément du paragraphe 10)	135
	C.7.1 Primitives associées à la ligne ADSL (complément du 10.1).....	135
	C.7.2 Paramètres d'essai (complément du 10.4).....	136
C.8	Initialisation	136
	C.8.1 Initialisation par hypertrame (nouveau).....	136
	C.8.2 Echappement du dialogue initial au reconditionnement rapide (remplacement du 11.5).....	139
	C.8.3 Conditionnement de l'émetteur-récepteur – ATU-C (complément du 11.7) .	140
	C.8.4 Conditionnement de l'émetteur-récepteur – ATU-R (complément du 11.8) .	141
	C.8.5 Analyse de canal (ATU-C) (complément du 11.9).....	142
	C.8.6 Analyse de canal (ATU-R) (complément du 11.10).....	144
	C.8.7 Echange de signaux dans l'ATU-C (complément du 11.11).....	146
	C.8.8 Echange de signaux dans l'ATU-R (complément du 11.12).....	150
C.9	Reconditionnement rapide (complément du paragraphe 12)	151
	C.9.1 Aperçu général du reconditionnement rapide (amendement du 12.1).....	151
	C.9.2 Définition des signaux de reconditionnement rapide (complément du 12.2).....	151
	C.9.3 Procédure de reconditionnement rapide (complément du 12.3).....	151
	C.9.4 Lancement à partir de l'état L3 ou de la Recommandation G.994.1 (remplacement du 12.5).....	156
C.10	Gestion de puissance (amendement du paragraphe 13).....	156
	C.10.1 Transition de L0 à L1 (T0d) (amendement du 13.4.2)	156
Annexe D – Performance du système pour l'Amérique du Nord.....		156
D.1	Performance du système pour l'Amérique du Nord	156
	D.1.1 Cas d'essai prescrits	157
	D.1.2 Cas de rayon de raccordement étendu	158
Annexe E – Performance du système pour l'Europe.....		158
E.1	Performance du système pour l'Europe.....	158
Appendice I.....		159
Appendice II – Guide pour les scénarios d'implémentation des diverses procédures dans les Recommandations G.994.1 et G.992.2.....		159
Appendice III – Compatibilité avec d'autres équipements situés dans les locaux du client (CPE, <i>customer premises equipment</i>).....		179

Recommandation G.992.2

EMETTEURS-RECEPTEURS DE LIGNE D'ABONNE NUMERIQUE ASYMETRIQUE SANS FILTRE SEPARATEUR

(Genève, 1999)

1 Domaine d'application

La présente Recommandation décrit l'interface entre le réseau de télécommunication et l'installation d'abonné en termes d'interactions et de caractéristiques électriques. Ses prescriptions ne s'appliquent qu'à une seule ligne numérique à paire asymétrique (ADSL, *asymmetric digital subscriber line*). Cette ligne permet de fournir des services en bande vocale, y compris le service téléphonique ordinaire (POTS, *plain old telephone service*) et les services de transmission de données selon les Recommandations de la série V, ainsi qu'un certain nombre de canaux numériques.

Le système de transmission est conçu de façon à fonctionner sur une paire téléphonique métallique de calibre mixte passant par le réseau en cuivre existant et par le câblage des locaux d'abonné. Le système de transmission est fondé sur l'utilisation de câbles d'installation de raccordement sans bobines de charge. Des prises en dérivation dans l'installation de raccordement ne sont acceptables que dans quelques situations particulières.

L'exploitation dans la bande de fréquences supérieure à celle du RNIS fera l'objet d'un complément d'étude.

On trouvera dans la Recommandation G.995.1 un aperçu général des émetteurs-récepteurs de ligne numérique d'abonné.

2 Références normatives

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

- [1] Recommandation UIT-T I.361 (1999), *Spécifications de la couche ATM du RNIS à large bande*.
- [2] Recommandations UIT-T de la série I.432x, *Interface usager-réseau du RNIS-LB – Spécification de la couche physique*.
- [3] Recommandation UIT-T G.703 (1998), *Caractéristiques physiques et électriques des jonctions numériques hiérarchiques*.
- [4] Recommandation UIT-T G.707 (1996), *Interface de nœud de réseau pour la hiérarchie numérique synchrone*.
- [5] Recommandation UIT-T G.961 (1993), *Système de transmission numérique en lignes locales métalliques pour accès RNIS au débit de base*.
- [6] Recommandation UIT-T G.994.1 (1999), *Procédures d'établissement de liaison pour les émetteurs-récepteurs de lignes d'abonné numérique (DSL)*.
- [7] Recommandation UIT-T G.992.1 (1999) – *Emetteurs-récepteurs de ligne d'abonné numérique asymétrique*.

- [8] Recommandation UIT-T G.996.1 (1999), *Procédures de test pour les émetteurs-récepteurs de ligne d'abonné numérique*.
- [9] Recommandation UIT-T G.997.1 (1999), *Gestion de la couche physique pour les émetteurs-récepteurs de lignes d'abonné numérique (DSL)*.
- [10] Recommandation CCITT T.35 (1991), *Procédure d'attribution des codes définis par le CCITT dans le cas de moyens non normalisés*.
- [11] Recommandation UIT-T O.41 (1994), *Psophomètre utilisé sur des circuits de type téléphonique*.

3 Définitions et abréviations

3.1 Définitions

La présente Recommandation définit les termes suivants:

- 3.1.1 trame de données:** trame d'octets faisant partie d'une supertrame.
- 3.1.2 aval (en):** transport de données dans le sens de l'ATU-C à l'ATU-R.
- 3.1.3 symbole de multitonalité numérique discrète:** ensemble d'échantillons analogiques constituant une trame de données modulées.
- 3.1.4 trame de données multiplexée:** entité de données composée des voies AS0/LS0 et de l'octet de synchronisation (SB).
- 3.1.5 AS0:** voie de données allant de l'ATU-C à l'ATU-R.
- 3.1.6 supertrame:** entité de données composée de 68 trames de données et d'une seule trame de synchronisation.
- 3.1.7 LS0:** voie de données allant de l'ATU-R à l'ATU-C.
- 3.1.8 octet de synchronisation:** octet de données contenu dans la trame de données multiplexée, qui contient les bits aoc, eoc ou IB.
- 3.1.9 symbole de synchronisation:** symbole de multitonalité numérique discrète modulé par une séquence de données constante.
- 3.1.10 trame de synchronisation:** trame d'octets qui fait partie de la supertrame.
- 3.1.11 trame de sortie FEC:** trame de données présentée au codeur de constellation à la sortie du codage Reed-Solomon.
- 3.1.12 amont (en):** transport de données dans le sens de l'ATU-R à l'ATU-C.
- 3.1.13 bits indicateurs:** éléments binaires utilisés pour la gestion OAM.
- 3.1.14 sous-porteuse:** valeur particulière complexe, Z_i , d'entrée dans la transformation IDFT.
- 3.1.15 séparateur:** filtre qui sépare les signaux de haute fréquence (ADSL) des signaux de bande vocale (souvent appelé *séparateur téléphonique*).
- 3.1.16 bande vocale:** bande des fréquences comprises entre 0 et 4 kHz.
- 3.1.17 services en bande vocale:** services POTS et tous services de transmission de données utilisant la bande vocale ou une partie de celle-ci.
- 3.1.18 référence d'horloge réseau:** marqueur d'horloge à 8 kHz utilisé pour la prise en charge de la distribution d'une référence d'horloge dans le réseau.

Définitions relatives à la baisse de puissance

3.1.19 baisse de puissance absolue par reconditionnement rapide en aval: combinaison de la baisse de puissance de courtoisie par reconditionnement rapide et de la baisse de puissance relative par reconditionnement rapide en aval.

3.1.20 baisse de puissance absolue par reconditionnement rapide en amont: baisse de puissance dans l'émetteur ATU-R en fonction du niveau nominal de ce bloc. Transmise à l'ATU-C dans le message R-MSG-FR1.

3.1.21 baisse de puissance de courtoisie par reconditionnement rapide: baisse de puissance en fonction du niveau nominal de l'ATU-C, appliquée au précédent signal C-REVERB-FR1. Transmise dans le message C-MSG-FR1.

3.1.22 baisse de puissance de courtoisie par initialisation: baisse de puissance dans l'émetteur ATU-C due au résultat de mesurage de l'affaiblissement de boucle moyen en amont pendant la réception du signal R-REVERB1.

3.1.23 niveau nominal: le niveau nominal d'émission doit être égal à -38 dBm/Hz dans l'ATU-R et de -40 dBm/Hz dans l'ATU-C.

3.1.24 baisse de puissance relative par reconditionnement rapide en aval: baisse de puissance s'ajoutant à la puissance d'émission de l'ATU-C qui est demandée par l'ATU-R. Cette baisse de puissance doit être proportionnelle à la différence (niveau nominal de l'ATU-C – baisse de puissance de courtoisie par reconditionnement rapide de l'ATU-C). Transmise à l'ATU-C dans le message R-MSG-FR1.

3.2 Abréviations

La présente Recommandation utilise les abréviations suivantes:

ADSL	ligne d'abonné numérique asymétrique (<i>asymmetric digital subscriber line</i>)
AFE	frontal analogique (<i>analog front end</i>)
AGC	commande automatique de gain (<i>automatic gain control</i>)
ANSI	Institut national américain de normalisation (<i>american national standards institute</i>)
aoc	commande d'en-tête ADSL (<i>ADSL overhead control</i>)
AS0	désignation de voie de données aval
ATM	mode de transfert asynchrone (<i>asynchronous transfer mode</i>)
ATN	affaiblissement (<i>attenuation</i>)
ATU	unité d'émission-réception ADSL (<i>ADSL transceiver unit</i>)
ATU-C	unité ATU du centre de commutation (<i>ATU at the central office</i>)
ATU-R	unité ATU de l'extrémité distante (<i>ATU at the remote end</i>)
BER	taux d'erreurs sur les bits (<i>bit error rate</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
CLP	priorité de perte de cellules (<i>cell loss priority</i>)
CRC	contrôle de redondance cyclique
DAC	convertisseur numérique-analogique (<i>digital-to-analog converter</i>)

dBm	niveau de puissance (en décibels) par rapport à une puissance de référence de 1 pico Watt (équivalent -90 dBm) (se référer à l'Annexe A/O.41)
DF	trame de données (<i>data frame</i>)
DMT	multitonalités discrètes (<i>discrete multitone</i>)
DPRD	données pseudo-aléatoires aval (<i>downstream pseudo random data</i>)
EC	annulation d'écho (<i>echo cancellation</i>)
eoc	canal d'exploitation incorporé (<i>embedded operations channel</i>)
FDM	multiplexage par répartition en fréquence (<i>frequency division multiplex</i>)
FEBE	erreur de bloc à l'extrémité distante; indication d'erreur distante (<i>far-end block error</i>)
FEC	correction d'erreur directe (sans voie de retour) (<i>forward error correction</i>)
FECC	annulation d'écho à l'extrémité distante (<i>far-end echo cancellation</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>)
HEC	contrôle d'erreur d'en-tête (<i>header error control</i>)
IB	bit indicateur (<i>indicator bit</i>)
IDFT	transformée de Fourier discrète inverse (<i>inverse discrete Fourier transform</i>)
K	nombre d'octets dans une trame de données multiplexées
LCD	perte de cadrage de cellule (<i>loss of cell delineation</i>)
LOF	perte de trame (<i>loss of frame</i>)
los	perte de signal (<i>loss of signal</i>)
lpr	perte d'alimentation (<i>loss of power</i>)
LS0	voie de données vers l'amont
LSB	bit le moins significatif (<i>least significant bit</i>)
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>)
N	nombre d'octets dans une trame de données de sortie d'un signal FEC
NCD	absence de cadrage de cellule (<i>no cell delineation</i>)
N_{CP}	nombre de valeurs cycliques de préfixe (<i>number of cyclic prefix values</i>)
N_{downi}	dimension de constellation en bits pour la sous-porteuse i (<i>size of constellation in bits for subcarrier i</i>)

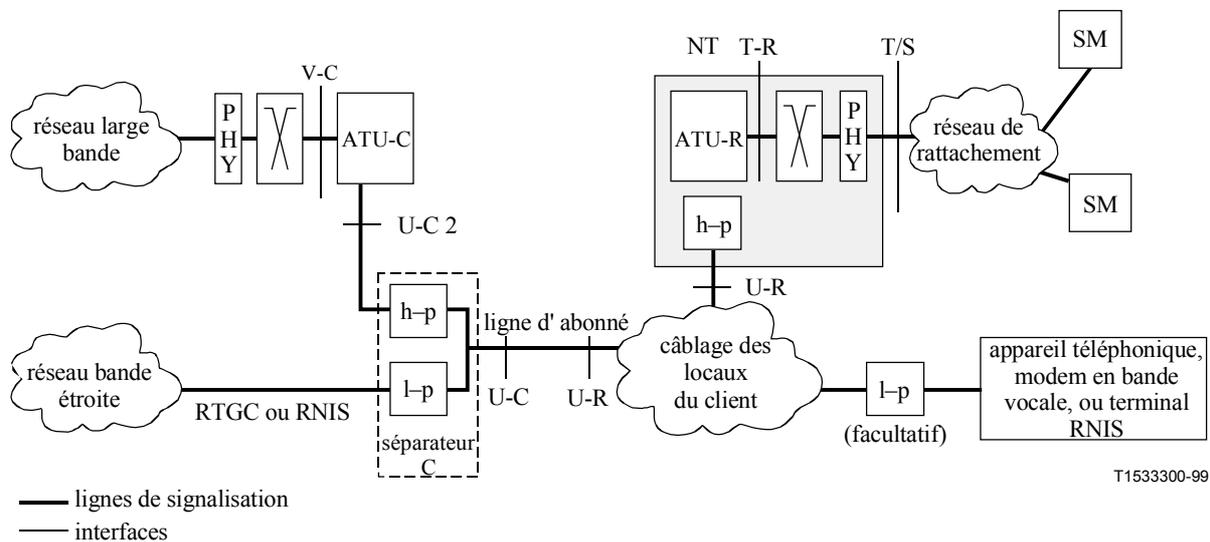
N_{FEC}	nombre d'octets dans un mode code Reed-Solomon
N_{IDFT}	nombre de valeurs de sortie de la transformation IDFT
NMS	système de gestion de réseau (<i>network management system</i>)
N_{SC}	nombre de sous-porteuses (<i>number of subcarriers</i>)
NT	terminaison de réseau (<i>network termination</i>)
NTR	référence temporelle réseau (<i>network timing reference</i>)
$N_{\text{updownmax}}$	nombre maximal de bits assignés par sous-porteuse
OCD	décadage de cellule (<i>out of cell delineation</i>)
OSS	système logistique (<i>operations support system</i>)
PDU	unité de données protocolaire (<i>protocol data unit</i>)
PHY	physique
PMD/TC	couche dépendant du milieu physique/couche de conversion de transmission (<i>physical media dependent/transmission conversion</i>)
POTS	service téléphonique ordinaire (<i>plain old telephone service</i>)
ppm	parties par million
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 spectrum distribution</i>)
QAM	modulation d'amplitude en quadrature (<i>quadrature amplitude modulation</i>)
R	nombre d'octets de parité par mot de code Reed-Solomon
Rx	récepteur
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>)
RNIS	réseau numérique à intégration de services
RRSI	champ d'un message C/R-RATES ou C/R-RATES-RA
RS	Reed-Solomon
RTGC	réseau téléphonique général commuté
S	nombre de symboles DMT par mot de code Reed-Solomon
SB	octet de synchronisation (<i>sync byte</i>)
SEF	trame sévèrement erronée (<i>severely errored frame</i>)
SF	trame de synchronisation (<i>sync frame</i>)
SM	module de service (<i>service module</i>)
SNR	rapport signal sur bruit (<i>signal-to-noise ratio</i>)

Tx	émetteur (<i>transmitter</i>)
T-R	point de référence T à l'extrémité distante (<i>T reference point at the remote end</i>)
U-C	point de référence U à l'extrémité CC
UPRD	données pseudo-aléatoires amont (<i>upstream pseudo-random data</i>)
UTC	conformité impossible (<i>unable to comply</i>)
V-C	point de référence V au centre de commutation

4 Modèles de référence

4.1 Modèle de référence du système

Le modèle de référence du système est représenté sur la Figure 1. Il décrit les blocs fonctionnels qui sont nécessaires pour fournir le service ADSL.



NOTE – Un séparateur ATU-R facultatif peut être utilisé pour isoler du signal ADSL le câblage et l'équipement en bande vocale de l'abonné.

Figure 1/G.992.2 – Modèle de référence du système

4.2 Modèle de référence de l'ATU

La Figure 2 est le schéma fonctionnel de l'émetteur du bloc émetteur-récepteur (ATU, *ADSL transceiver unit*) du système ADSL. Elle montre les blocs fonctionnels et les interfaces auxquels la présente Recommandation fait référence pour le transport de données en mode ATM.

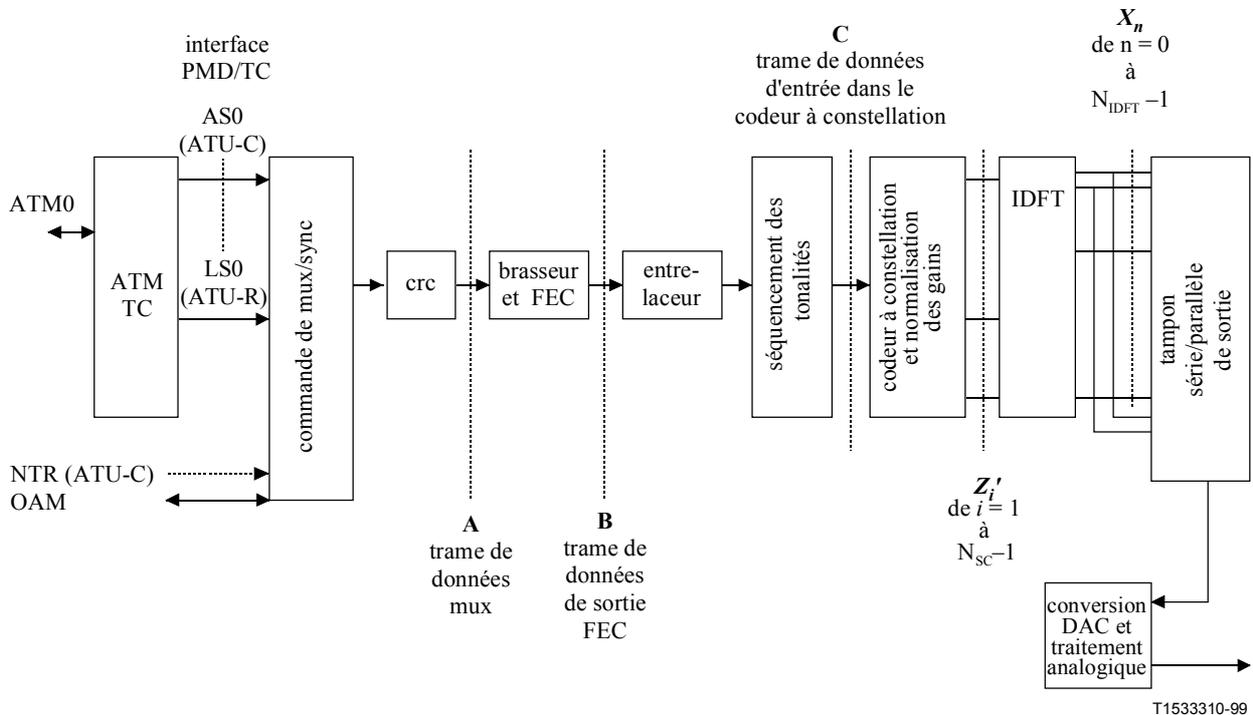
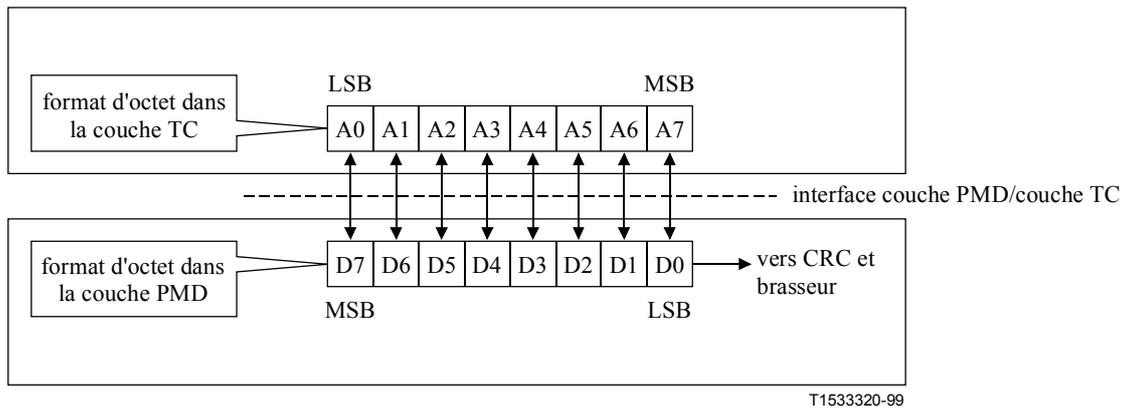


Figure 2/G.992.2 – Modèle de référence de l'émetteur d'ATU

La prise en charge du mode ATM est requise. Les prescriptions suivantes doivent être observées:

- les limites d'octet doivent être préservées dans la trame de données ADSL aux interfaces V-C et T-R;
- à l'extérieur des interfaces série AS0/LS0, les octets de données sont transmis avec le bit le plus significatif en premier, conformément aux Recommandations I.361 et I.432. Tout le traitement en série dans la trame ADSL (par exemple le contrôle crc, le brassage, etc.) doit toutefois être effectué avec le bit le moins significatif en premier. En ADSL, le bit le plus significatif du monde extérieur est considéré comme étant le bit le moins significatif. Il en résulte que le premier bit entrant (bit le plus significatif du monde extérieur) sera le premier bit traité dans le système ADSL (bit le moins significatif ADSL, voir Figure 3). Le bit de priorité CLP contenu dans l'en-tête de cellule ATM sera acheminé dans le bit le plus significatif de l'octet de trame ADSL (c'est-à-dire qu'il sera traité en dernier);
- l'équipement ADSL doit prendre en charge la voie support AS0 en aval et la voie support LS0 en amont, comme défini dans le paragraphe 5.



- Le premier bit en série traité de la couche TC vers la couche PMD en passant par l'interface PMD/TC est le bit le moins significatif de chaque octet de la couche PMD.
- Le premier bit en série traité de la couche PMD vers la couche TC en passant par l'interface PMD/TC est le bit le plus significatif de chaque octet de la couche TC.

Figure 3/G.992.2 – Illustration du basculement d'octet

5 Capacité de transport

L'ATU doit transporter un seul canal support duplex, dont le débit doit être programmable par multiples de 32 kbit/s.

La capacité de transport maximale de l'ATU, en débit binaire net, dépendra des caractéristiques du raccordement sur lequel le système sera déployé et de certaines options ayant une incidence sur le surdébit (voir Note). Le débit du canal support d'ATU doit être configuré au cours des procédures d'initialisation et de conditionnement.

La capacité de transport du système ATU n'est définie que par celle de son canal support. Si cependant un système ADSL est installé sur une ligne qui achemine également des signaux POTS ou TCM-RNIS, la capacité globale sera celle du POTS ou du RNIS plus celle du système ADSL.

Par ailleurs, l'ATU-C peut transporter une référence temporelle de réseau (NTR, *network timing reference*). Les moyens à utiliser pour cela sont spécifiés au 7.2.

La voie support AS0 doit assurer le transport de données à tous les multiples entiers de 32 kbit/s entre 64 kbit/s et 1,536 Mbit/s. La voie support LS0 doit assurer le transport à tous les multiples entiers de 32 kbit/s entre 32 kbit/s et 512 kbit/s.

NOTE – Une partie de la séquence d'initialisation et de conditionnement d'ATU effectue une estimation des caractéristiques du raccordement afin de déterminer si le nombre d'octets par symbole de multitonale numérique discrète (DMT, *discrete multitone*), nécessaire pour le débit binaire composite de la configuration requise, peut être transmis par ce raccordement. Le débit binaire net est donc le débit composite moins le surdébit du système. Une partie du surdébit système dépend des options de configuration.

Tableau 1/G.992.2 – Terminologie de débit binaire pour le transport en mode ATM

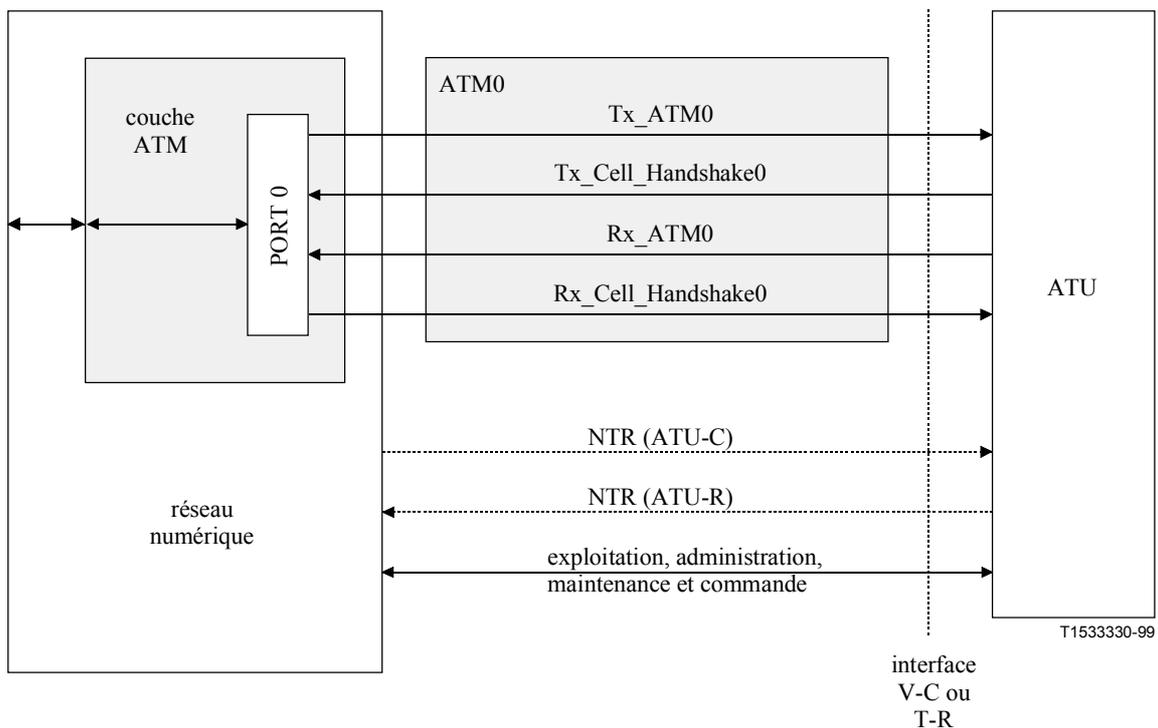
Débit binaire	Equation (kbits/s)	Point de référence
$53 \times 8 \times \text{Débit cellulaire ATM} = \text{"Débit binaire net"}$	$(B_i) \times 32$	AS0 + LS0
"Débit binaire net" + Surdébit de trame = "Débit binaire composite"	$\Sigma(K_i) \times 32$	A
"Débit binaire composite" + Surdébit de codage RS = "Débit de ligne"	$\Sigma(N_i) \times 32 = \Sigma b_i \times 4$	B, U

6 Interfaces d'ATU

6.1 Interface d'ATU pour le transport en mode ATM

La Figure 4 décrit les interfaces fonctionnelles de données d'un ATU pour le mode ATM.

La capacité de commande de débit doit être disponible à l'interface pour permettre à l'ATU (c'est-à-dire la couche Physique) de régler le flux cellulaire à destination ou en provenance de la couche ATM. Cette capacité est représentée par les fonctions Tx_Cell_Handshake et Rx_Cell_Handshake. Une cellule ne peut être transférée de la couche ATM à la couche Physique qu'une fois que l'ATU-C a activé la fonction Tx_Cell_Handshake. De même, une cellule ne peut être transférée de la couche Physique à la couche ATM qu'une fois la fonction Rx_Cell_Handshake activée.



NOTE – Les lignes tiretées indiquent des fonctions facultatives.

Figure 4/G.992.2 – Interface fonctionnelle d'ATU pour le mode ATM

6.2 Interface logique de couche PMD à couche TC dans un ATU

La Figure 5 décrit l'interface fonctionnelle de données entre les couches PMD et TC du mode ATM dans un ATU. Il ne s'agit que d'une interface logique, qui n'implique aucune implémentation concrète.

L'interface logique PMD/TC fonctionne en octets. Le séquençement des bits et la synchronisation sont décrits au 4.2 et au 7.1.2.4.

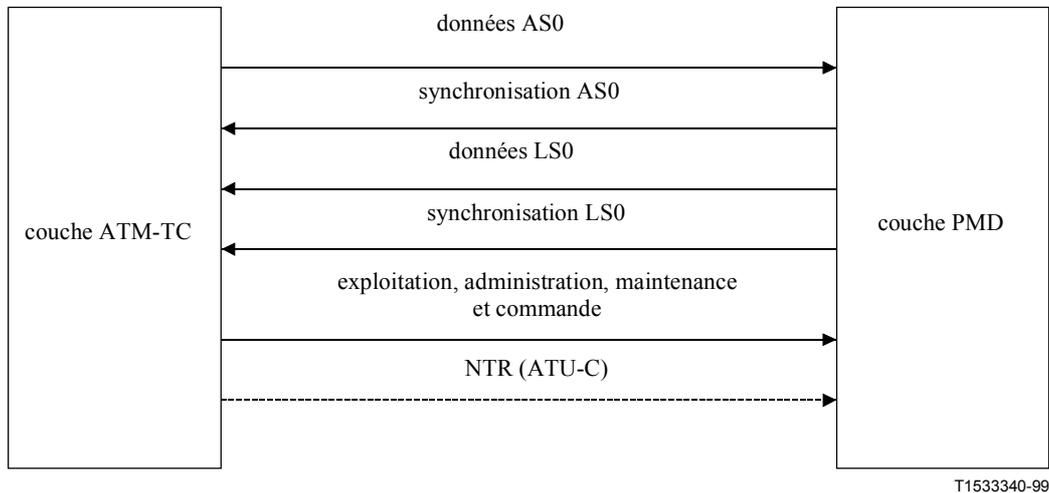


Figure 5/G.992.2 – Interface logique de couche PMD à couche TC

7 Caractéristiques fonctionnelles d'ATU

7.1 Fonctions propres au protocole de transport en mode ATM

7.1.1 Temps de transfert de capacité utile

Le temps de transfert dans un seul sens (à l'exclusion des fonctions propres aux cellules) d'éléments binaires de capacité utile entre le point de référence V au centre de commutation (V-C) et le point de référence T à l'extrémité distante (T-R) doit normalement être inférieur ou égal à $(4 + (S-1)/4 + (S \times D)/4)$ ms. Le temps de transfert de capacité utile dans un seul sens doit être inférieur à $10 + (S \times D)/4$. La même prescription s'applique dans le sens opposé, du point de référence T-R au point de référence V-C.

Le retard additionnel introduit par les fonctions propres aux cellules ATM dépend de l'implémentation concrète.

7.1.2 Fonctions propres aux cellules ATM

7.1.2.1 Insertion de cellules vides

Des cellules vides doivent être insérées dans le sens d'émission pour le découplage des débits cellulaires. Les cellules vides sont désignées par la structure normalisée qui est indiquée dans la Recommandation I.432 pour l'en-tête de cellule.

Les cellules vides doivent être rejetées par un récepteur ATU.

7.1.2.2 Création de l'octet de contrôle d'erreur d'en-tête (HEC)

L'octet de contrôle HEC doit être créé dans le sens d'émission comme décrit dans la Recommandation I.432, y compris l'adjonction modulo 2 (par filtre XOR) de la séquence binaire 01010101_b aux bits HEC.

L'ensemble de coefficients du polynôme générateur utilisé et la procédure de création des séquences de contrôle HEC doivent être conformes à la Recommandation I.432.

7.1.2.3 Brassage de la capacité utile des cellules

Le brassage du champ *Capacité utile* des cellules doit être effectué dans le sens d'émission afin d'améliorer la sécurité et la robustesse du mécanisme HEC de cadrage cellulaire. Il faut appliquer le polynôme de brassage autosynchrone $x^{43} + 1$ et les procédures définies dans la Recommandation I.432.

La capacité utile des cellules doit être débarrassée par un récepteur d'ATU.

7.1.2.4 Temporisation et séquençage des bits

Lors de l'interfaçage d'octets de données ATM avec le canal support AS0/LS0, le bit le plus significatif (MSB, *most significant bit*) doit être envoyé en premier. Les débits des voies supports AS0 et LS0 doivent être des multiples entiers de 32 kbit/s, la temporisation des bits étant en synchronisme avec la base de temps du modem aval de la ligne ADSL.

7.1.2.5 Cadrage cellulaire

La fonction de cadrage cellulaire permet d'identifier les limites des cellules dans la capacité utile. Elle fait appel au champ de correction HEC dans l'en-tête de cellule.

Le cadrage cellulaire doit être effectué au moyen d'un contrôle de la loi de codage du champ HEC de l'en-tête cellulaire conformément à l'algorithme décrit dans la Recommandation I.432. La machine à états du cadrage cellulaire ATM est décrite dans la Figure 6. Les détails du diagramme d'états sont décrits ci-dessous:

- dans l'état HUNT, le processus de cadrage s'exécute par vérification bit par bit de l'exactitude de la séquence HEC. Une fois qu'une telle concordance est trouvée, l'on considère qu'un en-tête a été trouvé et la méthode passe à l'état PRESYNC. Lorsque des limites d'octet sont disponibles, le processus de cadrage cellulaire peut être exécuté octet par octet;
- dans l'état PRESYNC, le processus de cadrage s'exécute par vérification cellule par cellule de l'exactitude de la séquence HEC. Le processus se répète jusqu'à ce que la séquence HEC exacte ait été confirmée DELTA fois (voir Note) consécutivement. Si une séquence HEC incorrecte est trouvée, le processus revient à l'état HUNT;
- dans l'état SYNC, on considérera que le cadrage cellulaire est perdu si une séquence HEC incorrecte est obtenue ALPHA fois consécutivement.

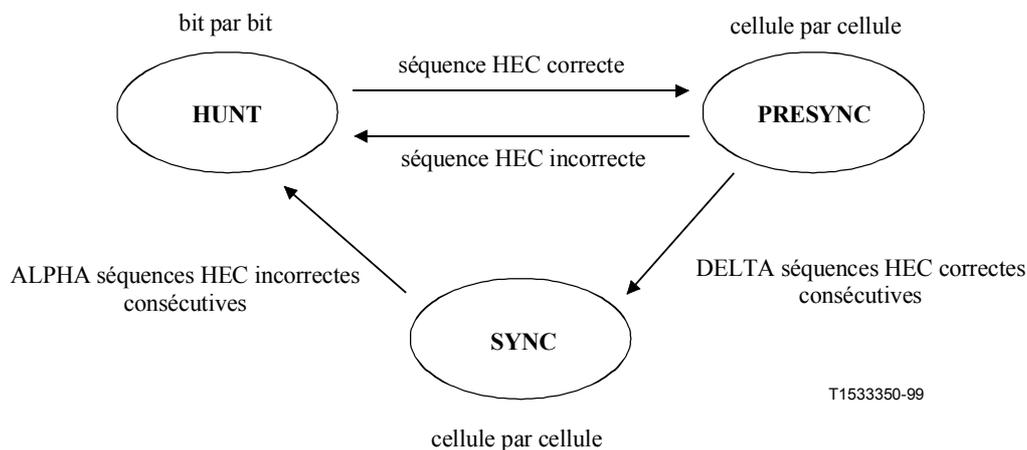


Figure 6/G.992.2 – Machine à états du cadrage cellulaire ATM

NOTE – Conformément à la Recommandation I.432, aucune recommandation n'est faite pour les valeurs de ALPHA et de DELTA car le choix de ces valeurs n'est pas considéré comme affectant l'interopérabilité. Il convient toutefois de noter que l'utilisation des valeurs suggérées dans la Recommandation I.432 (ALPHA = 7, DELTA = 6) peut ne pas être appropriée en raison des caractéristiques de transmission particulières des lignes ADSL.

7.1.2.6 Vérification du contrôle d'erreur d'en-tête

Le contrôle HEC couvre la totalité de l'en-tête de cellule. Le code utilisé pour cette fonction permet:

- soit la correction d'erreur binaire unique;
- soit la correction d'erreur binaire multiple.

La détection d'erreur doit être mise en œuvre comme défini dans la Recommandation I.432 sauf que toute erreur de contrôle HEC doit être considérée comme une erreur binaire multiple et que la correction d'erreur HEC ne doit donc pas être exécutée.

7.1.3 Structure de trame pour le transfert ATM

L'émetteur ATU-C préservera les limites d'octet des interfaces V-C et T-R (présentes explicitement ou découlant implicitement des limites de cellules) au niveau de l'interface U-C.

7.2 Référence temporelle de réseau

7.2.1 Capacité facultative de référence NTR

Pour prendre en charge la distribution dans le réseau d'une référence temporelle, un ATU-C peut, à titre d'option, transporter un marqueur temporel de 8 kHz comme référence NTR. Ce marqueur temporel de 8 kHz est inséré dans l'ATU-C par l'interface au point de référence V-C.

7.2.2 Transport de la référence NTR

Si la référence NTR est incluse, l'ATU-C doit la transporter comme suit:

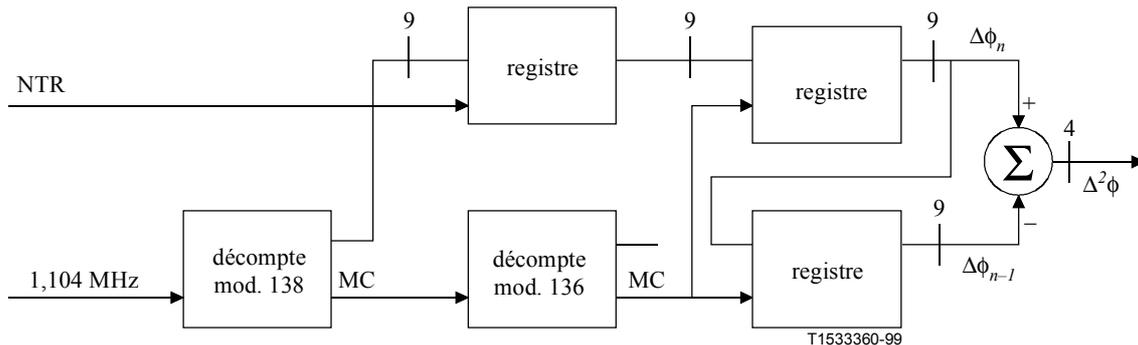
l'ATU-C produit une référence temporelle locale (LTR, *local timing reference*) de 8 kHz en divisant sa fréquence d'échantillonnage par l'entier approprié. Il émet ensuite la variation de déphasage entre les références NTR et LTR d'entrée (mesurées en périodes d'une horloge à 1,104 MHz par unités d'environ 905 ns) lors du passage de la supertrame précédente à la supertrame actuelle. Ce déphasage doit être codé sur quatre éléments binaires (ntr3 à ntr0, ntr3 étant le bit le plus significatif) qui représentent en notation de complément à 2 un entier signé dans l'intervalle de -8 à +7. Les bits ntr3-ntr0 doivent être transportés dans les bits indicateurs 23 (ntr3) à 20 (ntr0). Voir Tableau 4.

NOTE 1 – Une valeur positive de la variation du déphasage, $\Delta^2\phi$, indique que la référence LTR a une fréquence plus élevée que la référence NTR.

NOTE 2 – La référence NTR présente une excursion maximale de fréquence de 32.10^{-6} . La référence LTR, spécifiée dans le présent 7.2.2, présente une variation maximale de fréquence de $\pm 50.10^{-6}$. La discordance maximale est donc de $\pm 82.10^{-6}$. Il en résultera une variation moyenne de déphasage d'environ $\pm 1,75$ période d'horloge dans une même supertrame de 17 ms, variation qui peut être mappée avec quatre bits d'en-tête.

NOTE 3 – La Figure 7 décrit une méthode permettant à l'ATU-C de mesurer cette variation de déphasage.

NOTE 4 – En variante, l'ATU-C peut choisir de verrouiller sa fréquence d'échantillonnage aval (1,104 MHz) sur 138 fois la fréquence de la référence NTR. Dans ce cas, il doit coder $\Delta^2\phi$ à zéro.



(MC est l'indication maximale de décompte avant repliement sur zéro)

Figure 7/G.992.2 – Exemple d'implémentation du mesurage de $\Delta^2\phi$

7.3 Verrouillage des trames

7.3.1 Relation avec le verrouillage de trames de la Recommandation G.992.1

Le verrouillage de trames est équivalent au "mode de réduction du surdébit avec octets rapides fusionnés avec octets de synchronisation" qui est défini au 7.4.4.2/G.992.1, en ne faisant appel qu'à la définition du "tampon d'entrelacement". Un seul canal duplex est pris en charge, composé d'une voie aval simplex AS0 et d'une voie amont simplex LS0.

7.3.2 Séquencement des bits

A l'extérieur des interfaces série AS0/LS0, les octets de données sont transmis avec le bit le plus significatif en premier conformément aux Recommandations G.703, G.709, I.361 et I.432. Tout le traitement en série dans la supertrame (par exemple crc, brassage, etc.) doit toutefois être effectué avec le bit le moins significatif en premier, le bit le plus significatif du monde extérieur étant alors considéré comme étant le bit le moins significatif. Par conséquent, le premier bit entrant (MSB du monde extérieur) sera le premier bit traité par l'ATU (ATU LSB).

7.3.3 Verrouillage des trames de données et points de référence

La Figure 2 montre un schéma fonctionnel de l'émetteur ATU avec des points de référence pour le verrouillage des trames de données. Un contrôle de redondance cyclique (crc), une correction d'erreur directe (FEC, *forward error correction*), un codage et un entrelacement doivent être appliqués au contenu de la supertrame. Le flux de données doit ensuite être ordonné en fréquence comme défini au 7.7 puis combiné en symboles de données qui sont injectés dans le codeur de

constellation. Après le codage de constellation, les données doivent être modulées afin de produire un signal analogique qui sera transmis dans le raccordement d'abonné.

Les limites des symboles de multitonnalité numérique discrète sont cadrées par le préfixe cyclique qui est inséré par le modulateur (voir 7.11). Les limites des supertrames sont cadrées par le symbole de synchronisation, qui doit également être inséré par le modulateur et qui n'achemine pas de données d'utilisateur (voir 7.3.3.1).

En raison de l'addition des octets de redondance FEC et de l'entrelacement des données, les symboles de données (c'est-à-dire les données au niveau des bits avant le codage de constellation) ont une apparence structurelle différente en passant par les trois points de référence de l'émetteur. Comme représenté sur la Figure 2, les points de référence pour lesquels un verrouillage des trames de données sera décrit dans les sous-paragraphes suivants correspondent aux trames suivantes:

A: trames de données multiplexées: données synchronisées après insertion du crc (spécifié au 7.3.3.1.2). Les trames de données multiplexées doivent être créées au débit nominal de 4 kHz. Chaque trame de données multiplexées doit contenir K octets.

B: trames de données de sortie de la correction FEC: trames de données produites à la sortie du codeur de correction FEC à la rapidité de modulation de la multitonnalité DMT, où un de correction FEC peut englober plusieurs intervalles unitaires DMT. Chaque trame de données de sortie de la correction FEC doit contenir N octets [$N = K + (R/S)$].

C: trames de données d'entrée dans le codeur de constellation: trames de données présentées au codeur de constellation.

7.3.3.1 Structure des supertrames

La structure des supertrames est représentée sur la Figure 8. Chaque supertrame se compose de 68 *trames de données* (DF, *data frame*) numérotées de 0 à 67, qui sont codées et modulées en symboles DMT, suivis d'une *trame de synchronisation* (SF, *sync frame*) qui ne contient pas de données d'utilisateur ou de surdébit au niveau des bits et qui est insérée par le modulateur afin de cadrer les limites de la supertrame. Au niveau des bits et au point de vue des données d'utilisateur, la rapidité de modulation de la tonalité DMT est de 4000 Bd (intervalle unitaire = 250 μ s); mais, pour autoriser l'insertion de la trame de synchronisation, la rapidité de modulation de la tonalité DMT émise est égale à $69/68 \times 4000$ Bd.

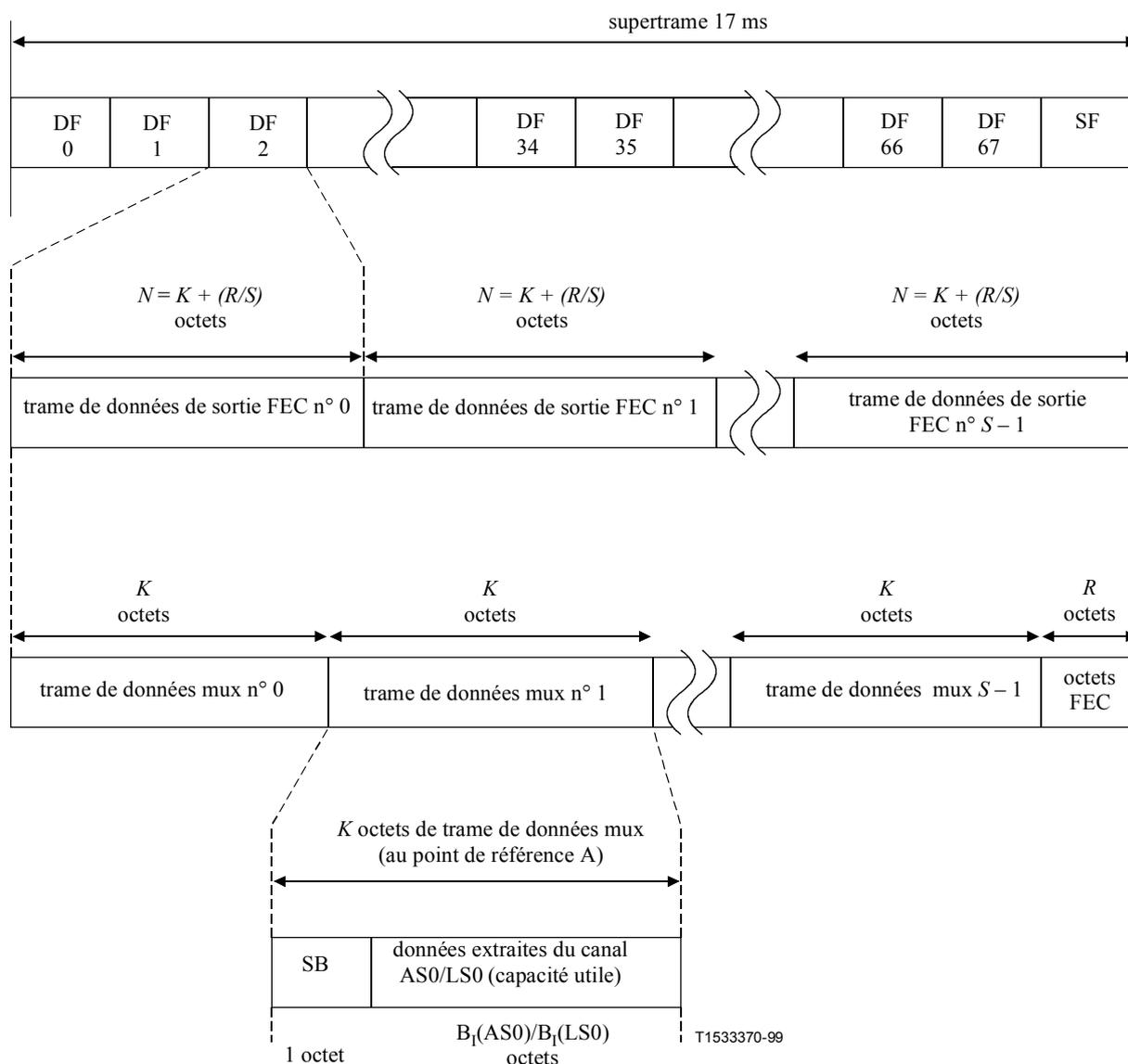


Figure 8/G.992.2 – Structure de superframe

7.3.3.1.1 Utilisation de l'octet de synchronisation (SB, *sync byte*)

Les fonctions de crc, de bits indicateurs, de canal eoc et de commande aoc doivent être acheminées dans l'octet SB attribué à des trames DF distinctes dans la structure de superframe. Le crc est transmis dans la trame 0 et les bits indicateurs dans les trames 1, 34 et 35. Les octets aoc et eoc sont attribués à des paires de trames alternées. L'attribution des fonctions de surdébit à l'octet SB doit être conforme au Tableau 2.

Tableau 2/G.992.2 – Fonctions de l'octet de synchronisation

Trame de données (DF)	Contenu de l'octet de synchronisation
0	crc
1	IB0-7
34	IB8-15
35	IB16-23
$4n + 2, 4n + 3$ avec $n = 0 \dots 16, n \neq 8$	eoc
$4n, 4n + 1$ avec $n = 1 \dots 16$	aoc
NOTE – Le seul code admissible de synchronisation de canal eoc est "pas d'action de synchronisation".	

7.3.3.1.1 Codage de l'octet eoc

Les bits eoc transportés dans l'octet SB doivent contenir soit des bits eoc ou la valeur hexadécimale de $XX0011X0_b$ vers l'aval et de $000011X0_b$ vers l'amont (X étant à la discrétion du fournisseur) indiquant "pas d'action de synchronisation". L'octet "pas d'action de synchronisation" doit être utilisé comme bourrage lorsqu'il n'y a pas de données de canal eoc à transmettre. Lors du transport de données eoc, les octets eoc doivent être codés dans l'octet SB comme indiqué dans la Figure 9.

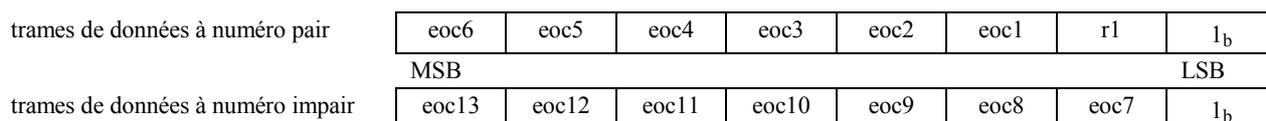


Figure 9/G.992.2 – Codage de l'octet de synchronisation pour le transport des octets eoc

Dans toutes les trames, le bit 7 est MSB et le bit 0 est LSB. Le bit 0 doit être mis à 1_b pour indiquer que l'octet eoc contient un message eoc. Le bit r1 doit être mis à 1_b . L'utilisation du bit r1 est réservée par l'UIT-T.

7.3.3.1.2 Codage de l'octet aoc

Les octets aoc transportés dans l'octet SB doivent contenir les données de commande aoc comme décrit dans le paragraphe 9. S'il n'y a pas de données de commande aoc disponibles pour transmission dans la supertrame, l'octet aoc doit contenir l'octet de bourrage défini au 9.4.

Dans toutes les trames, le bit 7 est MSB et le bit 0 est LSB (Figure 10).

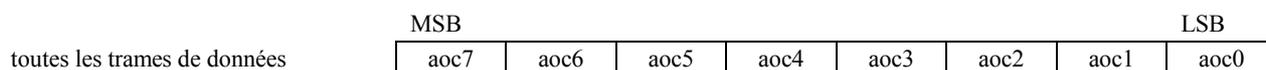


Figure 10/G.992.2 – Codage de l'octet de synchronisation pour le transport des octets aoc

7.3.3.1.2 Contrôle de redondance cyclique (crc)

Huit bits par supertrame doivent être utilisés pour le crc relatif à cette supertrame (crc0-crc7). Comme indiqué dans le Tableau 2, l'octet de synchronisation (SB) transporte dans la trame 0 les bits de contrôle crc pour la supertrame précédente.

Les bits crc sont calculés d'après les k bits de message au moyen de l'équation suivante:

$$\text{crc}(D) = M(D) D^8 \text{ modulo } G(D),$$

où

$$M(D) = m_0 D^{k-1} + m_1 D^{k-2} + \dots + m_{k-2} D + m_{k-1} \quad \text{est le polynôme de message}$$

$$G(D) = D^8 + D^4 + D^3 + D^2 + 1 \quad \text{est le polynôme générateur}$$

$$\text{crc}(D) = c_0 D^7 + c_1 D^6 + \dots + c_6 D + c_7 \quad \text{est le polynôme de contrôle}$$

et où D est l'opérateur de décalage.

En d'autres termes, le crc est ce qui reste lorsque l'on divise $M(D) D^8$ par $G(D)$. Chaque octet doit être pointé à l'entrée du crc avec le bit le moins significatif en premier. Dans toutes les trames, le bit 7 est MSB et le bit 0 est LSB. Les bits appliquant le contrôle crc sont indiqués dans le Tableau 3.

Tableau 3/G.992.2 – Application du contrôle crc

Trame de données (DF)	Application du contrôle crc
0	Octets AS0 et LS0
1 à 67	Octet de synchronisation (SB), suivi des octets AS0 et LS0

7.3.3.1.3 Bits indicateurs (IB0-IB23)

Comme indiqué dans le Tableau 2, l'octet SB transporte les bits indicateurs dans les trames de données 1, 34 et 35. Les bits indicateurs sont définis dans le Tableau 4.

On pourra trouver dans le paragraphe 10 une description de l'utilisation des bits indicateurs.

Tableau 4/G.992.2 – Définition des bits indicateurs dans l'émetteur ATU-C

Bit indicateur (voir Note 1)	Définition
IB0-IB7	Bits réservés par l'UIT-T (voir Note 1)
IB8	febe-i
IB9	fecc-i
IB10	Bit réservé par l'UIT-T
IB11	Bit réservé par l'UIT-T
IB12	los
IB13	RDI
IB14	ncd-i
IB15	Réservé par l'UIT-T
IB16	hec-i
IB17-19	Réservé par l'UIT-T
IB20-23	Bits NTR (voir 7.2.2 et la Note 2)

NOTE 1 – Les bits réservés sont mis à 1_b parce que tous les bits indicateurs sont définis comme étant actifs à l'état bas.

NOTE 2 – Si la référence NTR n'est pas transportée, les bits IB20-23 doivent être mis à 1_b.

7.4 Brasseur

Les flux de données binaire (bit LSB de chaque octet en premier) au point de référence A doivent être brassés au moyen de l'algorithme suivant:

$$d'_n = d_n \oplus d'_{n-18} \oplus d'_{n-23}$$

où d_n est la n ème entrée dans le brasseur et où d'_n est la n ème sortie du brasseur, ce qui est décrit dans la Figure 11.

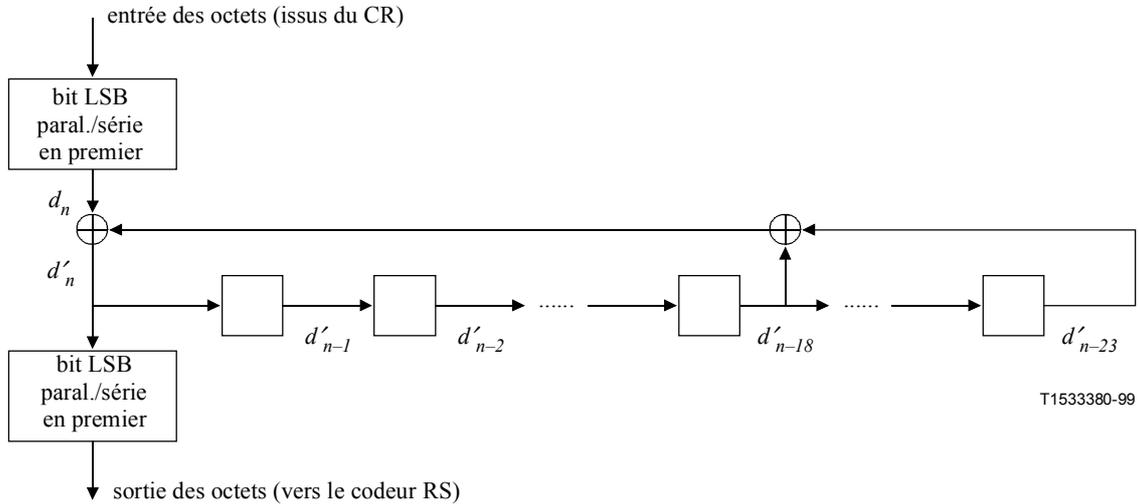


Figure 11/G.992.2 – Brasseur

7.5 Correction d'erreur directe de Reed-Solomon

Après le brassage, R/S octets doivent être ajoutés à la trame de données multiplexées (au point de référence A) afin de produire la trame de données FEC de sortie (au point de référence B), où R est un nombre indiqué dans les options C/R-RATES1, C/R-RATES-RA et C/R-MSG-FR2 utilisées lors de l'initialisation et du reconditionnement rapide.

Le codeur de Reed-Solomon doit recevoir S trames de données multiplexées et leur adjoindre R octets Reed-Solomon de redondance FEC pour produire le mot de code Reed-Solomon de longueur $N_{FEC} = S \times K + R$ octets. Les trames de données de sortie FEC doivent contenir $K + (R/S)$ octets. Le nombre (R/S) doit être un entier. Si $S > 1$, pour les S trames contenues dans un mot de code Reed-Solomon, la trame de données de sortie FEC (point de référence B) doit recouvrir partiellement deux trames de données multiplexées pour toutes les trames sauf la dernière, qui doit contenir la dernière trame de données multiplexées et R octets de redondance FEC.

L'ATU doit assurer l'émission et la réception avec au moins une combinaison quelconque des capacités de codage Reed-Solomon indiquées dans le Tableau 5.

Tableau 5/G.992.2 – Capacités minimales de codage FEC pour un ATU

Paramètre	Capacités
Octets de parité par mot de code $R-S$	Obligatoire: $R = 0, 4, 8$ Facultatif: $R = 16$ (voir Note)
Symboles DMT par mode de code $R-S$	Obligatoire: $S = 1, 2, 4$ et 8 Facultatif: $S = 16$
Profondeur d'entrelacement	Obligatoire: $D = 1, 2, 4, 8$ et 16 (en aval) $D = 1, 2, 4, 8$ (en amont)
NOTE – R doit être un multiple entier de S .	

7.5.1 Codage de Reed-Solomon

Aucun octet de contrôle n'est ajouté lorsque $R = 0$ et les trames de sortie du FEC sont identiques aux trames de données multiplexées. Les procédures de codage suivantes seront utilisées pour les autres valeurs de R .

R octets redondants de contrôle, $c_0, c_1, \dots, c_{R-2}, c_{R-1}$ doivent être adjoints à $(K \times S)$ octets de message $m_0, m_1, \dots, m_{K \times S - 2}, m_{K \times S - 1}$ pour former un mot de code Reed-Solomon d'une longueur $N_{\text{FEC}} = S \times K + R$ octets. Les octets de contrôle sont calculés d'après l'octet de message au moyen de l'équation suivante:

$$C(D) = M(D) D^R \text{ modulo } G(D)$$

où:

$$M(D) = m_0 D^{S \times K - 1} + m_1 D^{S \times K - 2} \dots + m_{S \times K - 2} D + m_{S \times K - 1}$$

est le polynôme de message,

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

est le polynôme de contrôle,

$$G(D) = \prod (D + \alpha^i)$$

est le polynôme générateur du code de Reed-Solomon, dans lequel l'indice du produit va de $i = 0$ à $R-1$. En d'autres termes, $C(D)$ est le reste de la division de $M(D) D^R$ par $G(D)$. Le calcul arithmétique est effectué dans le corps de Galois $\text{GF}(256)$ où α est un élément primitif qui satisfait au polynôme binaire primitif $x^8 + x^4 + x^3 + x^2 + 1$. Un octet de données ($d_7, d_6, \dots, d_1, d_0$) est identifié par l'élément $d_7 \alpha^7 + d_6 \alpha^6 \dots + d_1 \alpha + d_0$.

7.5.2 Synchronisation de supertrame de correction d'erreur directe Reed-Solomon

Après exécution de l'initialisation et de reconditionnement rapide, l'ATU doit aligner le premier octet du premier mot de code Reed-Solomon sur le premier octet de données de la trame DF 0.

7.6 Entrelaceur

Les mots de code Reed-Solomon doivent subir un entrelacement convolutif, dont la profondeur doit toujours être une puissance de deux. L'entrelacement convolutif est défini par la règle suivante:

chacun des N_{FEC} octets B_0, B_1, \dots, B_{N-1} d'un mot de code Reed-Solomon subit un retard dont la grandeur varie proportionnellement à l'indice de chaque octet. Plus précisément, l'octet B_i (d'indice i) est retardé de $(D - 1) \times i$ octets, où D est la profondeur d'entrelacement.

Un exemple pour $N_{\text{FEC}} = 5$ et $D = 2$ est montré dans le Tableau 6, où B_i^j correspond au i ème octet du j ème mot de code.

Tableau 6/G.992.2 – Exemple d'entrelacement convolutif pour $N_{\text{FEC}} = 5, D = 2$

Entrée de l'entrelaceur	B_0^j	B_1^j	B_2^j	B_3^j	B_4^j	B_0^{j+1}	B_1^{j+1}	B_2^{j+1}	B_3^{j+1}	B_4^{j+1}
Sortie de l'entrelaceur	B_0^j	B_3^{j-1}	B_1^j	B_4^{j-1}	B_2^j	B_0^{j+1}	B_3^j	B_1^{j+1}	B_4^j	B_2^{j+1}

Conformément à la règle définie ci-dessus et avec les profondeurs d'entrelacement choisies (en puissances de 2), les octets sortant de l'entrelaceur occupent toujours des créneaux temporels distincts lorsque le nombre N_{FEC} est impair. Lorsqu'il est pair, un octet de bourrage doit être inséré au début du mot de code à l'entrée de l'entrelaceur. Le mot de code de longueur impaire qui en résulte est alors soumis à un entrelacement convolutif et l'octet de bourrage est ensuite supprimé de la sortie de l'entrelaceur.

7.7 Séquencement en fréquence

La table binaire b'_i doit être calculée sur la base de la table binaire b_i originale, comme suit:

il n'y a pas de séquencement du nombre de bits attribués aux sous-porteuses. Par conséquent, le premier bit est attribué aux sous-porteuses utilisées aux plus basses fréquences et le dernier bit est attribué aux sous-porteuses utilisées aux plus hautes fréquences (c'est-à-dire $b_i = b'_i$).

7.8 Codeur de constellation

Un codeur algorithmique de constellation doit être utilisé pour construire des constellations ayant un nombre maximal de bits égal à $N_{\text{updownmax}}$ tel que $8 \leq N_{\text{updownmax}} \leq 15$.

7.8.1 Extraction des bits

Les bits de données doivent être extraits du tampon de symboles DMT conformément à une table binaire d'attribution reséquentée b'_i , avec le bit LSB en premier. Le nombre de bits par fréquence, b'_i , peut prendre toute valeur d'entier non négatif ne dépassant pas $N_{\text{updownmax}}$ à l'exception de $b'_i = 1$. Pour une fréquence donnée, $b'_i = b$ bits sont extraits du tampon de symboles DMT et ces bits forment un mot binaire $\{v_{b-1}, v_{b-2}, \dots, v_1, v_0\}$. Le premier bit extrait doit être v_0 , le bit LSB.

7.8.2 Codeur de constellation

Pour un sous-canal donné, le codeur doit choisir un point (X,Y) à entiers X et Y impairs, extrait de la constellation en grille carrée fondée sur les bits $b \{v_{b-1}, v_{b-2}, \dots, v_1, v_0\}$. Pour faciliter les descriptions, ces bits b sont désignés par un entier marqueur dont la représentation binaire est $(v_{b-1}, v_{b-2}, \dots, v_1, v_0)$. Par exemple, pour $b = 2$, les quatre points de constellation sont désignés par 0, 1, 2, 3 correspondant respectivement à $(v_1, v_0) = (0,0), (0,1), (1,0), (1,1)$.

NOTE – v_0 est le premier bit extrait du tampon.

7.8.2.1 Valeurs paires de b

Pour les valeurs paires de b , les valeurs d'entier X et Y du point de constellation (X,Y) doivent être déterminées à partir des bits b $\{v_{b-1}, v_{b-2}, \dots, v_1, v_0\}$ comme suit. X et Y sont les entiers impairs dont les représentations binaires en complément à deux sont respectivement $(v_{b-1}, v_{b-3}, \dots, v_1, 1)$ et $(v_{b-2}, v_{b-4}, \dots, v_0, 1)$. Les bits les plus significatifs (MSB), v_{b-1} et v_{b-2} , sont les bits de signe respectifs de X et Y . La Figure 12 montre des exemples de constellation pour $b = 2$ et pour $b = 4$.

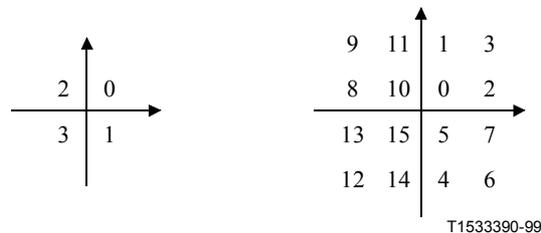


Figure 12/G.992.2 – Marqueurs de constellation pour $b = 2$ et $b = 4$

La constellation de 4 éléments binaires peut être obtenue à partir de la constellation de 2 éléments binaires par remplacement de chaque marqueur n par un de 2×2 marqueurs comme indiqué sur la Figure 13.

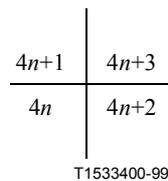


Figure 13/G.992.2 – Expansion du point n dans la constellation carrée immédiatement supérieure

La même procédure peut être utilisée pour construire, par récurrence, les plus grandes constellations à valeurs binaires paires. Les constellations obtenues pour des valeurs paires de b sont de forme carrée.

7.8.2.2 Valeurs impaires de b , $b = 3$

La Figure 14 montre la constellation pour le cas de $b = 3$.

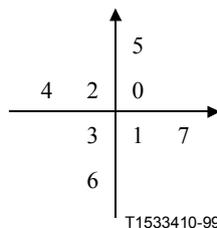


Figure 14/G.992.2 – Marqueurs de constellation pour $b = 3$

7.8.2.3 Valeurs impaires de b , $b > 3$

Si b est impair et supérieur à 3, les deux bits MSB de X et les deux bits MSB de Y sont déterminés par les cinq bits MSB des bit b . Soit $c = (b + 1)/2$. Dans ce cas X et Y ont les représentations binaires par complément à deux suivantes: $(X_c, X_{C-1}, v_{b-4}, v_{b-6}, \dots, v_3, v_1, 1)$ et $(Y_c, Y_{C-1}, v_{b-5}, v_{b-7}, v_{b-9}, \dots, v_2, v_0, 1)$, où 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 représentée dans le Tableau 7.

Tableau 7/G.992.2 – Détermination des 2 bits supérieurs 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 _b	00 _b	00 _b
00001 _b	00 _b	00 _b
00010 _b	00 _b	00 _b
00011 _b	00 _b	00 _b
00100 _b	00 _b	11 _b
00101 _b	00 _b	11 _b
00110 _b	00 _b	11 _b
00111 _b	00 _b	11 _b
01000 _b	11 _b	00 _b
01001 _b	11 _b	00 _b
01010 _b	11 _b	00 _b
01011 _b	11 _b	00 _b
01100 _b	11 _b	11 _b
01101 _b	11 _b	11 _b
01110 _b	11 _b	11 _b
01111 _b	11 _b	11 _b
10000 _b	01 _b	00 _b
10001 _b	01 _b	00 _b
10010 _b	10 _b	00 _b
10011 _b	10 _b	00 _b
10100 _b	00 _b	01 _b
10101 _b	00 _b	10 _b
10110 _b	00 _b	01 _b
10111 _b	00 _b	10 _b
11000 _b	11 _b	01 _b
11001 _b	11 _b	10 _b
11010 _b	11 _b	01 _b
11011 _b	11 _b	10 _b
11100 _b	01 _b	11 _b
11101 _b	01 _b	11 _b
11110 _b	10 _b	11 _b
11111 _b	10 _b	11 _b

La Figure 15 montre la constellation pour le cas de $b = 5$.

24	26	20	22
19	09	01	03
18	08	00	02
31	13	05	07
30	12	04	06
25	27	21	23

T1533420-99

Figure 15/G.992.2 – Marqueurs de constellation pour $b = 5$

La constellation de 7 éléments binaires est obtenue à partir de la constellation de 5 éléments binaires par remplacement de chaque marqueur n par le bloc de 2×2 marqueurs comme indiqué sur la Figure 13.

La même procédure sera utilisée pour construire, par récurrence, les plus grandes constellations impaires.

7.9 Normalisation du gain

Pour la transmission de symboles de données d'ATU une normalisation du gain doit être appliquée à toutes les fréquences en fonction des demandes formulées par le récepteur d'ATU au cours de l'initialisation avec mise à jour possible au cours de la phase SHOWTIME, par la procédure de permutation de bits. Seules les valeurs de g_i contenues dans une étendue d'environ 0,19 à 1,33 (c'est-à-dire entre $-14,5$ dB et $+2,5$ dB) peuvent être utilisées. Pour la transmission des symboles de synchronisation, une normalisation de gain sera appliquée comme définie dans les Annexes A, B et C.

Les valeurs de g_i sont soumises à des limites additionnelles qui sont définies dans les Annexes A et B.

Chaque point (X_i, Y_i) ou nombre complexe $(Z_i = X_i + jY_i)$ est, à la sortie du codeur, multiplié par g_i : $Z'_i = g_i Z_i$.

7.10 Modulation

La modulation doit utiliser le nombre maximal de sous-porteuses N_{SC} . Le Tableau 8 définit des paramètres pour la modulation amont et aval, indiquée dans les sous-paragraphes relatifs à la modulation.

Le nombre réel de sous-porteuses employées pour moduler les données peut être inférieur au nombre maximal et est déterminé au cours de la séquence d'initialisation. L'émetteur doit désigner un sous-ensemble du nombre maximal de sous-porteuses disponibles pour une connexion pendant le signal C-REVERB1 ou R-REVERB1. Le récepteur doit désigner un autre sous-ensemble des sous-porteuses émises pour la modulation des données pendant le signal C-B&G ou R-B&G.

Les récepteurs d'ATU-R doivent avoir la capacité de recevoir l'ensemble maximal de sous-porteuses, N_{SC-DN} .

Tableau 8/G.992.2 – Paramètres pour modulation amont ou aval

Symbole	Description	Amont	Aval
N_{SC}	Nombre de sous-porteuses	$N_{SC-UP} = 32$	$N_{SC-DN} = 128$
N_{IDFT}	Nombre de valeurs de sortie de l'IDFT ($= 2 \times N_{SC}$)	$N_{IDFT-UP} = 64$	$N_{IDFT-DN} = 256$
N_{CP}	Nombre de valeurs de préfixe cyclique ($= N_{SC}/8$)	$N_{CP-UP} = 4$	$N_{CP-DN} = 16$

7.10.1 Sous-porteuses

L'espacement des fréquences, Δf , entre les sous-porteuses est égal à 4,3125 kHz, avec une tolérance de $\pm 50 \cdot 10^{-6}$. Les sous-porteuses de fréquence $f = n\Delta f$ sont numérotées par $n = 1, 2 \dots N_{SC}$.

7.10.1.1 Sous-porteuses de données

Les signaux d'initialisation définis dans le paragraphe 11 permettent un maximum de $N_{SC} - 1$ sous-porteuses, de $n = 1$ à $N_{SC} - 1$.

Le nombre maximal de sous-porteuses de données peut être réduit. La limite inférieure de n dépend de la présence d'un séparateur POTS facultatif, de masques de densité PSD, de filtres propres à l'implémentation et d'options de service. De toute façon, l'étendue des n utilisables est déterminée au cours de l'analyse du canal.

7.10.1.2 Sous-porteuse pilote aval

Dans le sens aval, la sous-porteuse $n = 64$ ($f = 64 \times \Delta f$ kHz) doit être réservée pour une sous-porteuse pilote émise par l'ATU-C avec $b(64) = 0$ et $g(64) = g_{sync}$. La valeur g_{sync} représente la normalisation du gain appliquée au symbole de synchronisation, telle qu'elle est définie dans les Annexes A, B et C.

Les données modulées sur la sous-porteuse pilote doivent être une constante $\{0,0\}$ engendrant le point de constellation $\{+,+\}$. Cette porteuse pilote permet de résoudre la synchronisation des échantillons dans les valeurs de sortie modulo-4 d'un modulateur de récepteur. Une erreur de synchronisation brute, qui est un multiple entier de quatre valeurs de sortie de modulateur, peut donc persister à la suite d'une micro-interruption (par exemple un court-circuit temporaire, une ouverture de circuit ou une perturbation subite de la ligne). La correction de telles erreurs de synchronisation est rendue possible par l'utilisation du symbole de synchronisation défini dans le 7.10.3.

7.10.1.3 Sous-porteuse à la fréquence de Nyquist

La sous-porteuse à la fréquence de Nyquist, $n = N_{SC}$, ne doit pas être utilisée pour les données. Les utilisations pour le transport d'autres éléments que des données feront l'objet d'un complément d'étude.

7.10.1.4 Composante apériodique

La composante apériodique ($n = 0$) ne doit pas être utilisée et ne doit pas contenir d'énergie.

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

La transformée modulante définit la relation entre les N_{IDFT} valeurs réelles x_n et les valeurs Z_i .

Le codeur et la normalisation du gain ne produisent que $N_{SC} - 1$ valeurs complexes de Z_i' . Ces valeurs d'entrée doivent être augmentées de façon que le vecteur Z_i'' ait une conjuguée hermitienne afin d'engendrer des valeurs réelles de x_n . En d'autres termes:

$Z_0'' = 0$ (la composante apériodique)

$Z_i'' = Z_i'$ pour $i = 1$ à $N_{sc} - 1$

Z_{NSC}'' est la sous-porteuse à fréquence de Nyquist qui fera l'objet d'un complément d'étude

$Z_i'' = \text{conj}(Z_{NIDFT-i})$ pour $i = N_{sc} + 1$ à $N_{IDFT} - 1$

La séquence de sortie à valeur réelle x_n du modulateur est obtenue au moyen de la transformation IDFT:

$$x_n = \sum_{i=0}^{N_{IDFT} - 1} \exp(j\pi K_i / N_{sc}) Z_i''$$

7.10.3 Symbole de synchronisation

Le symbole de synchronisation permet de récupérer les limites de trame à la suite de micro-interruptions qui, sinon, pourraient obliger à un reconditionnement. Un symbole de synchronisation doit être inséré tous les 68 symboles de données. Il doit être construit au moyen d'une séquence de données d_n , $n = 1$ à $2 \times N_{sc}$ avec la méthode de codage suivante.

La première paire de bits (d_1 et d_2) doit être utilisée pour la composante apériodique ($i = 0$) et pour la sous-porteuse à la fréquence de Nyquist ($i = N_{sc}$) (la puissance qui leur est assignée est évidemment nulle, de sorte que ces bits sont en fait ignorés). Les premier et deuxième bits des paires suivantes sont ensuite utilisés pour définir les X_i et les Y_i pour $i = 1$ à $N_{sc} - 1$ comme indiqué dans le Tableau 9. Aucune normalisation de gain n'est appliquée.

Tableau 9/G.992.2 – Mappage de deux bits de données dans une constellation en QAM-4

d_{2i+1}, d_{2i+2}	Marqueur décimal (voir Note)	X_i, Y_i
$0_b, 0_b$	0	++
$0_b, 1_b$	1	+–
$1_b, 1_b$	3	--
$1_b, 0_b$	2	-+

NOTE – Ce marquage est différent du mappage de la Figure 12, car ici le bit d_{2i+1} est le premier et de poids le moins significatif.

L'ensemble minimal de sous-porteuses à utiliser est celui qui a servi à la transmission des données (c'est-à-dire les sous-porteuses pour lesquelles $b_i > 0$). Les sous-porteuses pour lesquelles $b_i = 0$ peuvent être utilisées avec une densité énergétique PSD réduite, comme défini dans les paragraphes A.2.2.3 et B.2.2.3. Les données modulées sur chaque sous-porteuse doivent être conformes à ce qui précède et ne doivent pas dépendre de la sous-porteuse utilisée.

7.10.4 Séquence de données amont

La séquence de données utilisée dans le symbole de synchronisation amont doit être la séquence pseudo-aléatoire de données UPRD, d_n , avec $n = 1$ à $2 \times N_{SC-UP}$, qui est définie comme suit:

$$d_n = 1 \quad \text{pour } n = 1 \text{ à } 6$$

$$d_n = d_{n-5} \oplus d_{n-6} \quad \text{pour } n = 7 \text{ à } 2 \times N_{SC-UP}$$

Les bits d_1 à d_6 sont réinitialisés pour chaque symbole, de sorte que chaque symbole utilise les mêmes données.

7.10.5 Séquence de données aval

La séquence de données utilisée dans le symbole de synchronisation aval doit être la séquence pseudo-aléatoire de données DPRD, d_n , avec $n = 1$ à $2 \times N_{SC-DN}$, qui est définie comme suit:

$$d_n = 1 \quad \text{pour } n = 1 \text{ à } 9$$

$$d_n = d_{n-4} \oplus d_{n-9} \quad \text{pour } n = 10 \text{ à } 2 \times N_{SC-DN}$$

Les bits d_1 à d_9 sont réinitialisés pour chaque symbole, de sorte que chaque symbole utilise les mêmes données.

Dans le sens aval, les bits 129 et 130, qui modulent la porteuse pilote, doivent être écrasés par la constante $\{0,0\}$ produisant le point de constellation $\{+,+\}$.

7.11 Préfixe cyclique

Les N_{CP} derniers échantillons de la sortie de transformation IDFT x_n , pour $n = (N_{IDFT} - N_{CP}$ à $N_{IDFT} - 1)$ doivent être adjoints au bloc de N_{IDFT} échantillons puis extraits par lecture séquentielle pour injection dans le convertisseur numérique-analogique (DAC, *digital-to-analog converter*). Le Tableau 10 montre la séquence des indices supérieurs, n , des échantillons envoyés au convertisseur DAC.

Tableau 10/G.992.2 – Séquencement des échantillons de sortie vers le convertisseur DAC

	échantillon de sortie vers le convertisseur DAC	
échantillons de préfixe cyclique	$N_{IDFT} - N_{CP}$	← premier échantillon transmis
	...	
	$N_{IDFT} - 1$	
échantillons de sortie du modulateur	0	
	1	
	2	
	...	
	$N_{IDFT} - 1$	← dernier échantillon transmis

T1533430-99

Le préfixe cyclique doit être utilisé pour les symboles de données et de synchronisation commençant par le segment C-RATES1 ou R-REVERB3 de la séquence d'initialisation, comme défini dans le paragraphe 11.

7.12 Etendue dynamique de l'émetteur

L'émetteur assure toutes les fonctions d'émission analogique: le convertisseur DAC, le filtre anticrénelage, les circuits hybrides et le séparateur POTS. Le signal émis doit être conforme aux prescriptions de fréquence indiquées dans le 7.10.1 pour l'espacement des fréquences.

7.12.1 Fréquence maximale d'écrtage

Le signal maximal de sortie de l'émetteur doit être tel qu'il ne soit pas écarté plus de 0,00001% du temps.

7.12.2 Seuil de bruit/distorsion

Le rapport signal sur bruit plus distorsion du signal émis dans une sous-porteuse donnée est défini comme étant celui de la valeur quadratique moyenne de la tonalité dans cette sous-porteuse à la somme quadratique moyenne de tous les signaux autres que de tonalité dans la bande de fréquences 4,3125 kHz centrée sur la fréquence de la sous-porteuse. Ce rapport est mesuré pour chaque sous-porteuse utilisée en émission, au moyen d'un essai de rapport de puissance de multitonale (MTPR, *multitone power ratio*), comme indiqué dans la Figure 16.

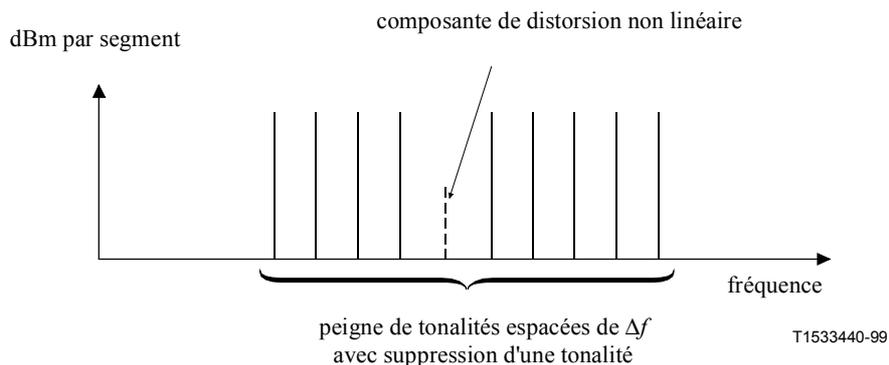


Figure 16/G.992.2 – Essai de rapport MTPR

Dans la bande des fréquences d'émission, le rapport MTPR de l'émetteur ne doit pas être inférieur, dans une sous-porteuse quelconque, à $(3 N_{\text{downi}} + 20)$ dB, où N_{downi} est défini comme étant la grandeur (en bits) de la constellation à utiliser pour la sous-porteuse i . Le rapport MTPR minimal de l'émetteur doit être d'au moins 38 dB (correspondant à un nombre N_{downi} de 6) pour une sous-porteuse quelconque.

NOTE – Les signaux émis normalement au cours de l'initialisation et de la transmission de données ne peuvent pas être utilisés pour cet essai parce que les symboles de modulation DMT ont un préfixe cyclique adjoint et la densité PSD d'un signal non répétitif ne contient pas de champs vides à une fréquence quelconque de sous-porteuse. Un analyseur à transformation FFT portillonné peut être utilisé mais il mesurera aussi bien la distorsion non linéaire que la distorsion linéaire introduite par le filtre d'émission. Cet essai nécessitera donc que l'émetteur soit programmé avec un logiciel spécial, qui ne sera probablement utilisé que pendant la mise au point. Le projet d'un essai de rapport MTPR pouvant être appliqué à un modem de production fera l'objet d'un complément d'étude.

7.12.3 Masques spectraux d'émetteur

Les masques spectraux pour les deux options de service sont définis dans les Annexes A et B. Pour le fonctionnement sans superposition spectrale, voir l'Annexe A. Pour le fonctionnement avec superposition spectrale, voir l'Annexe B.

NOTE – La bande de 25 kHz à 552 kHz, à laquelle il est fait référence, est la plus large bande possible (qui est utilisée pour les lignes ADSL sur POTS utilisant l'annulation d'écho). Les limites définies dans cette bande s'appliquent également à toute bande plus étroite qui pourrait être utilisée.

8 Canal d'exploitation incorporé (eoc)

8.1 Présentation du canal eoc

Un canal d'exploitation incorporé pour les communications entre ATU-C et ATU-R doit être pris en charge pour la maintenance en service et hors service ainsi que pour la recherche d'informations sur l'état de l'ATU-R et sur les paramètres de surveillance de la qualité de fonctionnement.

Le présent sous-paragraphe définit les messages et les protocoles du canal eoc. Le présent sous-paragraphe décrit par ailleurs le "canal eoc non brassé". Le codage de ces messages est défini dans le 8.2. L'insertion de messages eoc dans la structure de supertrame est définie dans le 7.3.3.1.1.1.

8.1.1 Aperçu général des messages de canal eoc

Les messages de canal eoc se rangent en quatre types de base:

- 1) les messages eoc bidirectionnels, qui sont envoyés par l'ATU-C et qui nécessitent l'emploi du protocole de commande;
- 2) les messages d'ATU-C à ATU-R, qui sont envoyés par l'ATU-C dans le cadre du protocole de lecture du canal eoc;
- 3) les messages d'ATU-R à ATU-C, qui sont envoyés par l'ATU-R en tant que réponses du protocole de commande eoc ou en tant que messages autonomes;
- 4) les messages de canal eoc non brassé, qui sont émis en tant que messages autonomes et qui peuvent être envoyés par l'ATU-C ou par l'ATU-R.

8.1.2 Aperçu général du protocole de canal eoc

Les actions du protocole de canal eoc dépendent de l'état dans lequel le protocole se trouve. Les Figures 18 et 19 du 8.4.2 montrent les divers états du protocole de canal eoc pour les deux ATU-C et ATU-R.

Le protocole de canal eoc permet à l'ATU-C (jouant le rôle de maître) d'invoquer des commandes de canal eoc et à l'ATU-R (jouant le rôle d'esclave) de répondre à ces commandes. En tant que maître, l'ATU-C détermine la fréquence des commandes de aoc sur la liaison.

Le canal eoc peut également transmettre des messages autonomes, aussi bien dans le sens amont que dans le sens aval. Au moyen de messages autonomes, l'ATU-R peut signaler à l'ATU-C des événements et lancer certaines commandes de canal eoc. Par ailleurs, les messages autonomes permettent aux ATU-C et ATU-R d'échanger les informations de canal eoc non brassé.

Pendant les périodes d'inactivité eoc, le canal eoc peut être rempli soit de messages eoc, HOLD ou RTN comme cela est décrit au 8.3, ou par un signal "pas d'action de synchronisation" comme cela est décrit au 7.3.3.1.1.1.

Si l'ATU-R reçoit une commande eoc à laquelle il ne peut pas se conformer, ce bloc doit répondre par un message "conformité impossible" (UTC, *unable to comply*) comme décrit au 8.3.

8.2 Codage des messages de canal eoc

Les 13 bits d'un message eoc sont répartis en cinq champs, qui sont résumés dans le Tableau 11.

Tableau 11/G.992.2 – Champs de message de canal eoc

Champ	Bit(s)	Champ	Notes
1	1,2	ADDRESS	Quatre emplacements peuvent être désignés dans ce champ.
2	3	DATA (0 _b) ou OPCODE (1 _b)	
3	4	BYTE PARITY impaire (1 binaire) ou paire (0 _b)	Indication de l'ordre des octets pour la transmission par octets multiples
4	5	AUTONOMOUS MESSAGE ATU-C: mis à 1 _b pour les commandes envoyées à ATU-R, mis à 0 _b pour les transferts autonomes. ATU-R: mis à 1 _b pour les réponses envoyées à ATU-C, mis à 0 _b pour les transferts autonomes.	
5	6-13	INFORMATION	Voir Tableau 13

8.2.1 Champ ADDRESS (n° 1)

Les deux bits du champ d'adresse peuvent désigner jusqu'à quatre emplacements, dont deux seulement sont actuellement définis (Tableau 12).

Tableau 12/G.992.2 – Codage du champ ADDRESS

Bits d'adresse (1,2)	Emplacement
00 _b	ATU-R
01 _b	Emplacement réservé par l'UIT-T
10 _b	Emplacement réservé par l'UIT-T
11 _b	ATU-C

L'ATU-C doit adresser les messages à destination de l'ATU-R en rendant le champ ADDRESS égal à l'adresse de l'ATU-R. Lorsqu'il répond à un message de canal eoc issu de l'ATU-C, l'ATU-R doit garder le champ ADDRESS égal à sa propre adresse d'ATU-R. Ce n'est que lors de l'envoi d'un message autonome à l'ATU-C que l'ATU-R doit rendre le champ ADDRESS égal à l'adresse de l'ATU-C.

8.2.2 Champ DATA ou OPCODE (n° 2)

Dans ce champ, une valeur 0_b indique que le champ INFORMATION du message de canal eoc actuel contient un octet de données. Une valeur 1_b indique qu'il contient un code d'opération pour un message de canal eoc. Voir Tableau 13.

Tableau 13/G.992.2 – Fonctions du champ INFORMATION

DATA (bit 3)	AUTONOMOUS MESSAGE (bit 5)	Fonction du champ INFORMATION
0 _b	0 _b	Les données acheminent un octet de données de canal eoc non brassé.
0 _b	1 _b	Données utilisées pour lire ou écrire.
1 _b	0 _b	Les données acheminent un code d'opération de message autonome. Voir Tableau 11.
1 _b	1 _b	Les données acheminent un code d'opération de commande eoc. Voir Tableau 11.

8.2.3 Champ BYTE PARITY (n° 3)

Lors de l'utilisation du code opération d'octet suivant pour lire ou écrire le premier octet de données d'un registre eoc, ce bit doit être mis à 1_b pour indiquer un octet "impair". Pour l'octet suivant, il doit être mis à 0_b afin d'indiquer un octet "pair" et ainsi de suite, alternativement.

Le champ BYTE PARITY doit toujours être mis à 1_b si le message eoc est autonome ou si le champ d'information contient un code d'opération différent de celui d'octet suivant. Le champ BYTE PARITY peut, sinon, être mis à 0_b.

8.2.4 Champ AUTONOMOUS MESSAGE (n° 4)

L'ATU-C met ce champ à 1_b afin d'indiquer que le message eoc actuel contient une commande de protocole eoc (maître) et il le met à 0_b afin d'indiquer que le message eoc est autonome. L'ATU-R met ce champ à 1_b pour indiquer que le message eoc actuel contient une réponse de protocole eoc (esclave) et il le met à 0_b afin d'indiquer qu'il s'agit d'un message autonome. Voir Tableau 13.

8.2.5 Champ INFORMATION (n° 5)

La fonction du champ INFORMATION dépend des valeurs contenues dans les autres champs de message. Le codage indiqué par les deux champs DATA et AUTONOMOUS MESSAGE (bits 3 et 5) indiquent la fonction du champ INFORMATION. Les codages valides sont résumés dans le Tableau 13.

8.3 Description des messages de canal eoc

Les messages valides de canal eoc et leurs codes d'opération sont résumés dans le Tableau 14. Les valeurs de code d'opération sont indiquées en notation hexadécimale (MSB à gauche, LSB à droite) avec mappage du MSB sur le bit eoc13 et du LSB sur le bit eoc6. Le sens D/U indique que le message peut être envoyé aussi bien dans le sens aval que dans le sens amont. Le sens D ou U indique, respectivement, que le message est émis dans le sens aval ou amont.

Tableau 14/G.992.2 – Codes d'opération de message de canal eoc

Messages de canal eoc bidirectionnel			
Valeur	Abréviation	Sens	Signification du code d'opération
01 ₁₆	HOLD	D/U	Le message de maintien indique à l'ATU-R qu'il doit passer à l'état de repos et conserver toutes opérations déjà engagées. Ce message peut également être émis au cours de l'état de repos.
F0 ₁₆	RTN	D/U	Le message de retour à la normale libère toutes les opérations commandées par canal eoc et encore actives (conditions d'engagement) dans l'ATU-R et remet le système de protocole eoc à l'état de repos. Ce message peut également être émis au cours de l'état de repos.
02 ₁₆	SLFTST	D/U	Le message d'autotest demande à l'ATU-R d'exécuter un autotest dont le résultat doit être mémorisé dans le registre de résultats d'autotest.
07 ₁₆	REQCOR	D/U	Ce message demande à l'ATU-R d'envoyer les bits crc corrompus à l'ATU-C jusqu'à annulation par le message "Demande de fin de bits crc corrompus" ou "Retour à la normale". Cette commande doit être verrouillante conformément au 8.3.1.
08 ₁₆	REQEND	D/U	Ce message demande à l'ATU-R d'arrêter l'envoi de bits crc corrompus à l'ATU-C.
0B ₁₆	NOTCOR	D/U	Ce message signale à l'ATU-R que l'ATU-C doit envoyer les bits crc corrompus jusqu'à ce que l'annulation soit indiquée par le message "Notification de fin de bits crc corrompus" ou "Retour à la normale". Cette commande doit être verrouillante conformément au 8.3.1.
0D ₁₆	NOTEND	D/U	Ce message signale à l'ATU-R que l'ATU-C a arrêté d'envoyer des bits crc corrompus.
0E ₁₆	EOD	D/U	Le message de "Fin de données" est envoyé par l'ATU-C dans le cadre du protocole d'écriture par le canal eoc après que ce bloc a envoyé à l'ATU-R tous les octets de données. Ce message a une signification légèrement différente lorsqu'il est envoyé par l'ATU-R, comme indiqué dans le 8.3.2.
13 ₁₆	REQTPU	D/U	Ce message demande à l'ATU-R de mettre à jour le paramètre d'essai qui a été réglé conformément au 10.2. Les paramètres d'essai pris en charge par l'ATU-R doivent être mis à jour et mémorisés dans un registre de données dans les 10 s après la réception de la demande.

Tableau 14/G.992.2 – Codes d'opération de message de canal eoc (suite)

Messages de canal eoc bidirectionnel			
Valeur	Abréviation	Sens	Signification du code d'opération
16 ₁₆	GNTPDN	D/U	Ce message est envoyé par l'ATU-C pour accuser réception d'une commande REQPDN issue de l'ATU-R. Lorsque celui-ci reçoit la commande GNTPDN, il utilise la valeur du registre de données A pour déterminer l'état de liaison de gestion de puissance accordé par l'ATU-C. Voir 13.4.
83 ₁₆	REJPDN	D/U	Ce message est envoyé par l'ATU-C pour accuser réception d'une commande REQPDN issue de l'ATU-R. Lorsque celui-ci reçoit la commande REJPDN, il annule sa demande REQPDN et reste dans l'état actuel de la liaison. Voir 13.5.1.
(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)	WRITE	D/U	Ce message d'écriture ou de réception demande à l'ATU-R d'entrer dans l'état de protocole d'écriture de données, de recevoir des données et de les écrire dans le registre de données spécifié par le code d'opération. Opcode 20 ₁₆ et 3E ₁₆ correspondent respectivement aux registres de données 0 ₁₆ et F ₁₆ .
(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)	READ	D/U	Ce message de lecture ou d'émission demande à l'ATU-R d'entrer dans l'état de protocole de lecture de données, de lire des données dans le registre spécifié dans le code d'opération et de les émettre vers l'ATU-C. Les codes Opcode 40 ₁₆ et 5E ₁₆ correspondent respectivement aux registres de données 0 ₁₆ et F ₁₆ .
Messages (aval) d'ATU-C à ATU-R			
Valeur	Abréviation	Sens	Signification du code d'opération
10 ₁₆	NEXT	D/U	Ce message est envoyé pour multiplication par l'ATU-C (en remplaçant le bit quatre par des données d'octets multiples jusqu'à ce que toutes les données aient été envoyées) pendant que ce bloc est dans l'état de protocole de lecture de données (c'est-à-dire après que l'ATU-R a acquitté la commande de réception/écriture de données précédemment envoyée).

Tableau 14/G.992.2 – Codes d'opération de message de canal eoc (fin)

Messages (amont) d'ATU-R à ATU-C			
Valeur	Abréviation	Sens	Signification du code d'opération
15 ₁₆	REQPDN	U	Il s'agit d'un message autonome envoyé par l'ATU-R afin de lancer une transition vers un nouvel état de liaison de gestion de puissance. La commande REQPDN est acquittée par l'ATU-C au moyen d'une inscription facultative, dans le registre de données A, de la valeur de l'état de liaison accordé et au moyen de l'envoi de la commande GNTPDN. L'ATU-C peut sinon envoyer la commande REJPDN afin de rejeter l'état de liaison demandé. Voir 13.5.1.
E7 ₁₆	DGASP	U	Il s'agit d'un message autonome (c'est-à-dire non sollicité) que l'ATU-R peut envoyer pour indiquer la perte imminente de la liaison à cause d'une perte d'alimentation de l'ATU-R. Voir 8.3.3.
04 ₁₆	UTC	U	Ce message est envoyé par l'ATU-R pour accuser réception d'un message eoc auquel il ne peut pas donner suite.
Codes d'opération réservés			
Valeur	Abréviation	Sens	Signification du code d'opération
(19 ₁₆ , 1A ₁₆ , 1C ₁₆ , 1F ₁₆)		D/U	Quatre messages de code d'opération sont réservés à l'utilisation exclusive des vendeurs. L'ATU-C doit lire le code d'identification du vendeur dans le registre de données de l'ATU-R afin d'assurer la compatibilité entre les ATU avant d'utiliser des codes d'opération non normalisés.
(80 ₁₆ , 85 ₁₆ , 86 ₁₆ , 89 ₁₆ , 8A ₁₆ , 8C ₁₆ , 8F ₁₆)			Valeurs réservées par l'UIT-T

8.3.1 Messages eoc bidirectionnels assurant un verrouillage

Certains des messages eoc bidirectionnels qui sont émis par l'ATU-C sont des commandes "verrouillantes" en ce sens qu'un message eoc subséquent, émis par l'ATU-C, est obligé de libérer l'ATU-R de cet état. De multiples actions lancées par le canal eoc peuvent ainsi être simultanément en cours. Une commande distincte, "Retour à la normale" permet de déverrouiller tous les états verrouillés. Cette commande sert également à mettre le système de protocole eoc dans un état connu, l'état de repos, lorsque aucune commande n'est active à l'emplacement de l'ATU-R. La commande "Maintien de l'état" doit être envoyée afin de mettre le système de protocole eoc dans un état connu (l'état de repos) et ainsi de maintenir l'état de verrouillage.

8.3.2 Message de fin de données (EOD)

Ce message est envoyé par l'ATU-C dans le cadre du protocole eoc d'écriture après que ce bloc a été envoyé à l'ATU-R tous les octets de données.

Ce message peut avoir une signification légèrement différente lorsqu'il est envoyé par l'ATU-R, ce qui peut se produire dans les cas suivants:

- en réponse à un message "Fin de données" issu de l'ATU-C;
- en réponse à un message "Octet suivant" issu de l'ATU-C et reçu après que tous les octets ont été lus à partir du registre d'ATU-R actuellement consulté;
- en réponse à un message issu de l'ATU-C et contenant un octet de données une fois que tous les octets ont été écrits dans le registre d'ATU-R actuellement consulté.

8.3.3 Message d'expiration (DGASP)

L'ATU-R doit avoir la capacité de détecter le moment où l'alimentation électrique a été coupée. A la suite d'une telle détection de défaut local de perte d'alimentation (*lpr*, *loss of power*) (voir 10.3.2), l'ATU-R doit insérer des messages eoc de priorité dans le flux de données amont afin d'implémenter une "expiration" servant d'indicateur de perte d'alimentation.

Au moins six messages eoc contigus d'expiration doivent être insérés dans les (au moins douze) prochains octets amont disponibles pour le canal eoc commençant par une trame de numéro pair, quel que soit le nombre de trames eoc reçues dans le canal aval.

L'ATU-C ne doit pas répondre à un message d'expiration émis par l'ATU-R. Un indicateur de perte *lpr* est présent dans l'ATU-C si au moins quatre messages d'expiration sont reçus dans les douze derniers octets amont consécutifs dans le canal eoc, en commençant par la trame de numéro pair (voir la définition de la primitive de perte d'alimentation au 10.3.2). L'envoi du message d'expiration ne doit pas provoquer de changement d'état de protocole eoc dans l'ATU-R et sa réception ne doit pas non plus provoquer un changement d'état immédiat de l'ATU-C.

8.3.4 Messages autonomes

Les messages autonomes sont des transferts de données non sollicités qui peuvent être lancés soit par l'ATU-C soit par l'ATU-R.

Les messages autonomes peuvent être insérés quel que soit l'état de la machine à états du protocole eoc, sur lequel ils n'ont pas d'incidence. Un message autonome permet le transport d'un seul octet de données. Des messages autonomes consécutifs peuvent être émis dès que des octets eoc appropriés sont disponibles dans la supertrame. Le flux de messages autonomes peut être interrompu à tout moment pour des messages eoc bidirectionnels d'ATU-C à ATU-R ou inversement.

8.3.5 Registres de données dans l'ATU-R

Le Tableau 15 résume les registres de données d'ATU-R et leurs applications. Les numéros de registre sont indiqués en notation hexadécimale. L'utilisation de certains registres est limitée à la lecture seulement. Certains registres sont en octets multiples et doivent être lus à partir de l'octet le plus significatif. Les registres 9_{16} et B_{16} à F_{16} sont réservés pour usage futur par l'UIT-T. L'ATU-R doit répondre par un message UTC (conformité impossible) s'il est appelé à lire ou écrire dans l'un de ces registres.

Tableau 15/G.992.2 – Registres de données d'ATU-R

Numéro	Usage	Longueur	Description
0 ₁₆	Lecture	8 octets	Identification du vendeur d'ATU-R
1 ₁₆	Lecture	Au gré du vendeur	Numéro de révision d'ATU-R
2 ₁₆	Lecture	32 octets	Numéro de série d'ATU-R (32 octets): le format de ce numéro de série est au gré du vendeur.
3 ₁₆	Lecture	Au gré du vendeur	Résultats d'autotest: l'octet le plus significatif des résultats d'autotest doit être 00 ₁₆ si l'autotest a réussi et 01 hex s'il a échoué (le sens d'un "échec" est au gré du vendeur). Les autres valeurs sont réservées pour usage futur. La longueur et la syntaxe de ce qui reste sont au gré du vendeur.
4 ₁₆	Lecture/écriture	Au gré du vendeur	A la discrétion du vendeur.
5 ₁₆	Lecture/écriture	Au gré du vendeur	A la discrétion du vendeur.
6 ₁₆	Lecture	1 octet	Affaiblissement en ligne, défini au 10.4.
7 ₁₆	Lecture	1 octet	Marge de rapport SNR, définie au 10.4.
8 ₁₆	Lecture	30 octets	Configuration de l'ATU-R: les données de configuration d'ATU-R, définies au 7.3, doivent être lues dans l'ordre suivant (à raison d'un octet pour chaque variable): En aval: réservé, B _I (AS0), réservé, réservé, réservé, réservé, réservé, réservé, réservé, réservé, réservé, réservé, réservé, réservé, réservé, En amont: réservé, B _I (LS0), réservé, réservé, réservé, réservé, réservé, En aval: réservé, RS _I , S, D (RS _I = R _I /S) En amont: réservé, RS _I , S, D (RS _I = R _I /S) Les octets réservés doivent être mis à 00 ₁₆
9 ₁₆	Réservé	Réservé	

Tableau 15/G.992.2 – Registres de données d'ATU-R (fin)

Numéro	Usage	Longueur	Description
A ₁₆	Lecture/écriture	1 octet	Etat de liaison: lorsqu'une demande de transition d'état de liaison est imminente en provenance de l'ATU-R, la valeur du registre A doit être mise à l'état de liaison demandé. A tous les autres moments, la valeur du registre A doit contenir l'état de liaison actuel de la gestion de puissance. Codage (hexadécimal) d'état de liaison: L0: 00 ₁₆ L1: 01 ₁₆ L3: 03 ₁₆ Valeurs réservées par l'UIT-T: 02 ₁₆ et 04-7F ₁₆
B à F ₁₆	Réservé	Réservé	

8.4 Protocole de canal eoc

Le protocole de canal eoc fonctionne en mode répétitif de commande et de réponse. L'ATU-C joue le rôle de maître et émet des messages eoc dans les deux sens. L'ATU-R joue le rôle d'esclave et répond aux messages bidirectionnels émis par l'ATU-C en renvoyant en écho à celui-ci ses messages.

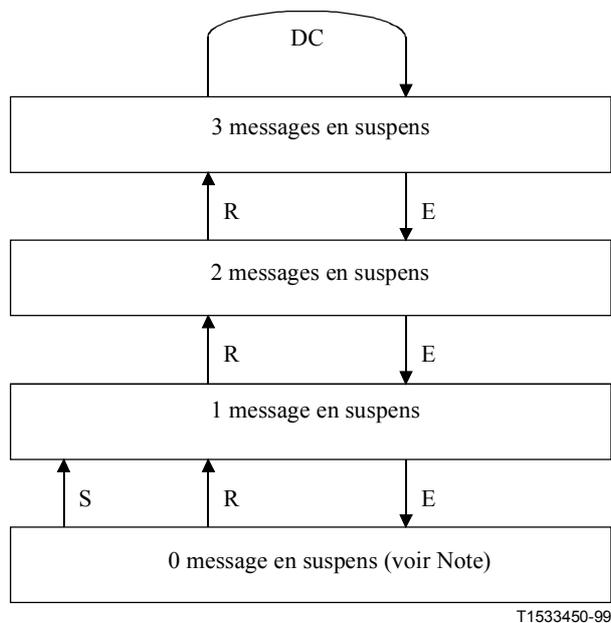
Trois messages identiques, consécutifs et correctement adressés (c'est-à-dire sans autres messages eoc reçus entre-temps) doivent être reçus avant qu'une action soit lancée (aussi bien dans l'ATU-C que dans l'ATU-R). Une seule commande et au plus trois messages doivent être, à un moment quelconque, en suspens (c'est-à-dire acquittés) sous le contrôle de l'ATU-C.

NOTE – Cette restriction, quant au nombre de messages, garantit qu'un ATU-R ayant moins d'occasions d'insertion de trames eoc dans le trajet amont aura la capacité d'acquitter tous les messages eoc en provenance de l'ATU-C.

Les messages autonomes sont transmis en transparence selon le protocole eoc et ne modifient pas l'état protocolaire dans les ATU-R et ATU-C.

8.4.1 Messages eoc en suspens

La Figure 17 décrit la procédure de traitement des messages en suspens dans l'ATU-C. Celui-ci ne peut commencer l'émission d'un nouveau message eoc qu'après réception de trois échos consécutifs, par l'ATU-R, de tout message eoc en suspens. Lorsqu'un ou deux messages sont en suspens, l'ATU-C ne peut que répéter le précédent message envoyé, ce qui garantit que tous les messages en suspens seront identiques. A l'initialisation, l'ATU-C ne doit pas avoir de messages en suspens.



S envoi de nouveau message
 R répétition du dernier message
 E réception de message eoc
 DC code de remplissage

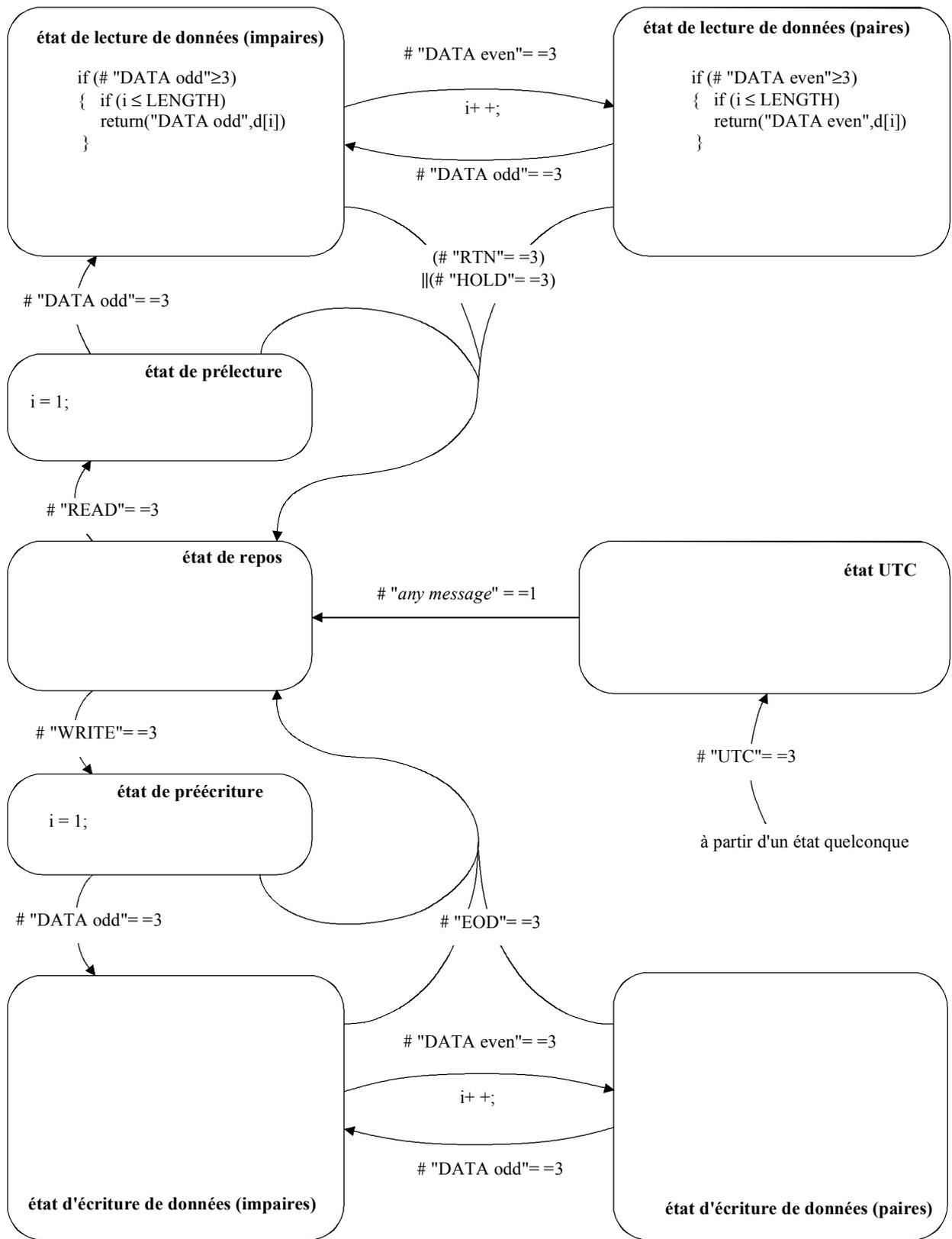
NOTE – Immédiatement après l'initialisation, l'ATU-C ne doit pas avoir de messages en suspens.

Figure 17/G.992.2 – Diagramme d'états de l'ATU-C pour les messages eoc en suspens

Pour les fonctions E, R et S, tous les messages eoc dont le bit 5 est mis à 1_b doivent être pris en considération. D'autres messages eoc ne doivent pas provoquer de changement d'état dans la machine à états de canal eoc.

Chaque fois qu'il y a trois messages en suspens, l'ATU-C doit arrêter d'envoyer des messages et remplir la largeur de bande eoc disponible avec des octets "Pas d'action de synchronisation" ou avec des octets de message autonome. L'envoi de messages eoc peut être repris après réception d'un ou de plusieurs acquittements (échos) issus de l'ATU-R. Une seule commande doit être en suspens à un moment quelconque. Tous les messages eoc en suspens doivent donc être identiques. Pour traiter les messages eoc qui ne sont pas renvoyés en écho par l'ATU-R (par exemple ceux qui sont effacés de la ligne à cause d'un bruit impulsif et qui restent donc en suspens), l'ATU-C doit implémenter un mécanisme adéquat de récupération sur erreur. Ce mécanisme n'a pas d'incidence sur l'interopérabilité et est donc hors du domaine d'application de la présente Recommandation.

Les diagrammes d'état protocolaire eoc des ATU-R et ATU-C doivent être respectivement conformes aux Figures 18 et 19.



T1533470-99

Figure 19/G.992.2 – Machine à états du récepteur eoc dans le bloc ATU-C

8.4.2 Transitions d'état de canal eoc

Les prescriptions suivantes s'appliquent aux transitions d'état indiquées sur les Figures 18 et 19.

- 1) les transitions d'état protocolaire sont effectuées sur la base des messages reçus. Dans l'ATU-C, les messages reçus sont des réponses de l'ATU-R à des messages issus de l'ATU-C. Selon l'état protocolaire du récepteur ATU-C, le message d'émetteur ATU-C peut être restreint au départ. Il appartient à l'émetteur ATU-C d'organiser et d'envoyer une séquence de messages telle que la réponse correcte soit donnée par l'ATU-R sur la base des machines à états protocolaires du récepteur;
- 2) l'expression ("message" = N) est Vraie si et seulement si les N messages déjà reçus sont identiques (c'est-à-dire si leurs 13 bits sont égaux) et correctement adressés (c'est-à-dire s'ils comportent l'adresse de l'ATU-R). L'expression ("message" = 1) signifie que le message reçu le plus récemment est différent (dans au moins 1 bit sur 13) du message immédiatement précédent et est correctement adressé;
- 3) le passage à un autre état (sur la base du message reçu) doit être examiné en premier puis cet état (ou un autre) doit être exécuté. Dans l'ATU-R, l'exécution des commandes dans l'état de repos doit être conforme au 8.3 (invocation de commande verrouillante, déverrouillante ou d'autotest);
- 4) tous les messages eoc dont le bit 5 est mis à 1_b doivent être considérés comme des messages reçus et doivent provoquer un message de réponse eoc dans l'ATU-R. D'autres messages eoc ne doivent pas provoquer de changement d'état dans la machine à états eoc et ne doivent pas provoquer de message de réponse eoc dans l'ATU-R.

Les réponses autorisées de l'ATU-R entrent dans trois catégories comme suit:

- 1) états protocolaires de message/réponse en écho: état de repos et état EXE;
- 2) état protocolaire de message/réponse de conformité impossible: état UTC;
- 3) états protocolaires de message/réponse de données: états de lecture et d'écriture de données;
- 4) (les états de lecture de données sont: prélecture, lecture de données impaires et lecture de données paires);
(les états d'écriture de données sont: préécriture, écriture de données impaires et écriture de données paires.)

Les messages autonomes n'ont pas d'incidence sur les états protocolaires eoc. La réception du message DGASP dans l'ATU-C peut cependant provoquer une réinitialisation et donc une transition d'état eoc (c'est-à-dire à l'état de repos) dans ce bloc.

Le protocole eoc doit passer à l'état protocolaire de message/réponse en écho (état de repos) lorsque les ATU passent de l'initialisation et de la séquence de conditionnement à la transmission en régime établi. De façon à provoquer l'action souhaitée dans l'ATU-R, l'ATU-C doit répéter le message (sans dépasser la limite de messages en suspens) jusqu'à ce qu'il reçoive trois échos de message eoc consécutifs et identiques en provenance de l'ATU-R. Cela complétera la commande et le protocole de réponse mais l'ATU-C pourra continuer à envoyer le même message par la suite. Le protocole de commande et de réponse pour ce message doit être exécuté avant qu'un nouveau message (contenant une nouvelle commande) puisse être envoyé, ce qui pourrait provoquer un nouvel état protocolaire dans l'ATU-R.

Dans l'ATU-R, divers ensembles limités de messages eoc doivent pouvoir être acceptés selon l'état de ce bloc. Ces ensembles doivent être conformes au Tableau 16. La réception d'autres messages inapplicables doit provoquer dans l'ATU-C une réponse de conformité impossible (UTC).

Tableau 16/G.992.2 – Messages eoc acceptables dans l'ATU-R

Etat de l'ATU-R	Messages eoc acceptables dans l'ATU-R			
Repos	Tous messages acceptables			
UTC	Tous messages acceptables			
Prélecture de données	Lecture	NEXT (données impaires)	RTN	HOLD
Lecture de données impaires/paires	NEXT (données impaires)	NEXT (données paires)	RTN	HOLD
Précriture de données	WRITE	DATA (données impaires)	EOD	
Ecriture de données impaires/paires	DATA (données impaires)	DATA (données paires)	EOD	

8.4.2.1 Etat protocolaire de message/réponse en écho

Cet état est identique à l'état de repos indiqué sur les Figures 18 et 19. Pour lancer une action dans l'ATU-R, l'ATU-C doit commencer à envoyer des messages eoc avec le code d'opérations/données mis à 1_b et avec le code d'opérations de message approprié dans le champ d'information.

L'ATU-R doit lancer une action si et seulement si l'on reçoit trois trames eoc identiques, consécutives et correctement adressées, contenant un message reconnu par l'ATU-R. Celui-ci doit répondre à tous les messages reçus. La réponse doit être un écho du message ADSL reçu dans le canal eoc. La combinaison de l'envoi par l'ATU-C d'une trame ADSL dans le canal eoc et du renvoi de cette trame en écho par l'ATU-R constitue l'état protocolaire de message/réponse en écho.

Pour que l'ATU-C confirme la réception correcte du message par l'ATU-R, l'état protocolaire eoc de message/réponse en écho ADSL est répété jusqu'à ce que l'ATU-C reçoive trois échos identiques et consécutifs. Cela sert à l'ATU-C d'acquiescement implicite du fait que l'ATU-R a correctement reçu le message émis et lui donne suite. Cela réalise l'état protocolaire de message/réponse en écho.

L'ATU-C envoie de manière continue le message d'activation après réception des trois échos valides ou, en variante, peut passer à l'envoi du message "Maintien de l'état". Si le message contenait une des commandes verrouillantes, l'ATU-R doit maintenir l'état ainsi commandé jusqu'à ce que l'ATU-C émette la commande appropriée à la terminaison de l'état verrouillé spécifique ou jusqu'à ce que l'ATU-C émette la commande "Retour à la normale" (auquel cas tous les états verrouillés doivent être libérés dans l'ATU-R).

8.4.2.2 Etat protocolaire de message/réponse de conformité impossible

Lorsque l'ATU-R ne prend pas en charge un message qu'il a reçu trois fois de manière identique et consécutive, il doit répondre par le message ADSL de réponse eoc "Conformité impossible" (UTC) avec sa propre adresse à la place d'un troisième écho identique et consécutif. De cette façon, l'ATU-R passera à l'état protocolaire de message/réponse UTC.

L'émission par l'ATU-R et la réception par l'ATU-C de trois messages identiques, consécutifs et correctement adressés de conformité impossible constituent une notification à l'ATU-C du fait que l'ATU-R ne prend pas en charge la fonction demandée, auquel cas l'ATU-C peut abandonner sa tentative.

8.4.2.3 Etat de lecture de données

Pour lire des données à partir de l'ATU-R, l'ATU-C doit envoyer un message eoc bidirectionnel READ à l'ATU-R spécifiant le registre à lire.

L'ATU-C doit ensuite demander que le premier octet soit envoyé par l'ATU-R en envoyant des messages "Octet suivant" avec le bit 4 mis à 1_b, ce qui indique une demande d'octet "impair". L'ATU-R doit répondre à ces messages d'octet suivant en les renvoyant en écho jusqu'à ce qu'il ait reçu trois de ces messages de manière consécutive, identique et correctement adressée. A partir du troisième message ainsi reçu, l'ATU-R doit répondre à la demande de lecture en envoyant le premier octet du registre, dans le champ INFORMATION du message "Octet suivant" renvoyé en écho. L'ATU-C continue à envoyer le message "Octet suivant" et l'ATU-R continue à répondre par le message "Octet suivant" en écho contenant le premier octet de données dans le champ INFORMATION jusqu'à ce que l'ATU-C ait reçu au moins trois trames de données consécutives, identiques et correctement adressées avec le bit 4 mis à la valeur indiquant "octet impair".

S'il y a encore des données à lire, l'ATU-C doit demander le deuxième octet de données en envoyant des messages "Octet suivant" avec le bit 4 mis à 0_b ("octet pair") et en répétant la procédure définie ci-dessus pour lire le premier octet dans le registre.

La procédure d'utilisation du message "Octet suivant" continue pour le troisième octet et tous les octets suivants avec basculement de la valeur du bit 4 entre "octet impair" et "octet pair" ou inversement, à chaque octet successif. Chaque fois que le bit 4 est basculé, l'ATU-R fait écho à deux trames correctes et commence à envoyer la trame de données dès la troisième réception. Le processus ne se termine que lorsque toutes les données contenues dans le registre ont été lues.

Pour continuer à lire des données, une fois que l'ATU-R est dans l'état de lecture de données impaires ou paires, le seul message que l'ATU-C est autorisé à émettre est celui d'octet suivant avec le bit 4 basculant. Pour effectuer une terminaison anormale de l'état de lecture de données, l'ATU-C envoie soit la commande de "Maintien d'état" ou de "Retour à la normale", selon que des états verrouillés doivent ou non être maintenus. Si l'ATU-R reçoit tout autre message trois fois consécutives, identiques et correctement adressées pendant qu'il est dans l'état de lecture de données impaires ou paires, il doit passer à l'état UTC.

Si, une fois que tous les octets ont été lus dans le registre de l'ATU-R, l'ATU-C continue à envoyer le message "Octet suivant" avec bit 4 basculé, l'ATU-R doit envoyer un message "Fin de données" (avec le bit 3 mis à 1_b pour indiquer un code d'opération) dès la troisième réception de ce message.

Pour l'ATU-C, l'état de lecture de données se termine soit lorsque l'ATU-C a reçu le dernier octet demandé de données trois fois consécutives, identiques et correctement adressées, ou lorsqu'il a reçu trois messages "Fin de données" consécutifs, identiques et correctement adressés avec le bit 3 mis à 1_b. L'ATU-C doit ensuite se commuter et commuter l'ATU-R sur l'état de repos avec le message "Maintien d'état" ou "Retour à la normale". Puis l'ATU-R doit libérer le registre et sortir de l'état de lecture de données après avoir reçu trois messages "Maintien d'état" ou "Retour à la normale" consécutifs, identiques et correctement adressés.

8.4.2.4 Etat d'écriture de données

Pour écrire des données dans la mémoire de l'ATU-R, l'ATU-C doit émettre dans les deux sens du canal eoc un message WRITE à destination de l'ATU-R pour spécifier le registre d'écriture. Lorsque l'ATU-R accuse réception par trois messages en écho consécutifs, identiques et correctement adressés, l'ATU-C envoie le premier octet de données en émettant dans le canal eoc le message DATA. L'ATU-R doit accuser réception de cet octet en renvoyant ce message en écho. Une fois que l'ATU-C a bien reçu trois réponses en écho identiques, consécutives et correctement adressées, il doit commencer à envoyer l'octet de données suivant. Chaque fois que l'ATU-C reçoit au moins trois réponses de données en écho identiques et consécutives, il doit passer à l'envoi de l'octet de données suivant. Il doit également faire basculer en conséquence le bit "impair/pair". L'ATU-C doit mettre fin à l'état d'écriture de données au moyen du message eoc EOD indiquant à l'ATU-R qu'il doit revenir à l'état de repos.

Pour continuer à écrire des données, une fois que l'ATU-R est dans l'état d'écriture de données impaires ou paires, le seul message que l'ATU-C est autorisé à émettre est celui de données eoc. Si l'ATU-R reçoit tout autre message trois fois consécutives, identiques et correctement adressées pendant qu'il est dans l'état d'écriture de données, il doit passer à l'état UTC.

Si, une fois que tous les octets ont été écrits dans le registre de l'ATU-R, l'ATU-C continue à envoyer le message "Octet suivant"; l'ATU-R doit envoyer un message "Fin de données" (EOD) dès la troisième réception de ce message.

8.5 Canal eoc non brassé

La prise en charge des messages de données autonomes est obligatoire. Elle suppose le canal défini au 6.1/G.997. Ce canal fonctionne dans les deux sens (amont et aval) pour la transmission de messages autonomes avec champs eoc réglés comme indiqué dans le Tableau 13.

Ces messages de données autonomes peuvent être émis soit par l'ATU-C soit par l'ATU-R. Ils sont transparents à l'état actuel de la machine à états du canal eoc. En d'autres termes, ces messages de données autonomes, qui transportent des données de canal non brassé, peuvent être insérés quel que soit l'état actuel de la machine à états du canal eoc. Il n'est pas obligatoire que ces messages de données autonomes soient insérés de manière contiguë, c'est-à-dire que d'autres messages eoc peuvent être intercalés entre deux quelconques messages de données autonomes. Aucune prescription ne spécifie non plus le débit d'insertion des messages de données autonomes dans le canal eoc.

Lorsqu'un octet de données eoc non brassées est reçu, la capacité utile en octets est placée dans un tampon de l'ATU récepteur. L'assemblage en unités PDU est défini dans la Recommandation G.997.1.

Le canal eoc non brassé ne supporte pas la commande de débit. L'on part du principe qu'un protocole de niveau supérieur, implémenté à ce conduit de données, supportera au besoin un mécanisme de commande de débit. Par ailleurs, tout système implémentant un empilement et une application utilisant le canal eoc non brassé (comme celui qui est défini dans la Recommandation G.997.1) doit désactiver, dans les couches supérieures, l'envoi ultérieur de trames de données autonomes si un nombre significatif de ces messages de couches supérieures est laissé sans réponse de la part du récepteur.

9 Canal de commande de surdébit ADSL

9.1 Introduction au canal de commande de surdébit ADSL (aoc)

Trente-deux octets par supertrame sont attribués à la transmission de données de commande aoc. Le multiplexage du canal de commande aoc dans la supertrame est décrit au 7.3.3.1.1.2. Le canal de commande aoc est utilisé pour la gestion de la permutation de bits et pour la gestion des profils de reconditionnement rapide. La permutation de bits permet à un système ADSL de modifier le nombre de bits attribués à une sous-porteuse ou de modifier l'énergie d'émission d'une sous-porteuse sans interrompre le flux de données. Le reconditionnement rapide permet aux émetteurs-récepteurs (ATU) de modifier rapidement les caractéristiques de transmission lors de changements des conditions de ligne.

Toutes les actions de permutation de bits effectuées sur les ATU après réception d'un accusé de réception issu du canal de commande aoc sont coordonnées entre le récepteur et l'émetteur d'ATU par comptage de supertrames.

9.1.1 Canal de permutation de bits

Le processus de permutation de bits utilise le canal de commande aoc. Tous les messages de permutation de bits doivent être répétés cinq fois consécutives dans le canal de commande aoc.

9.1.2 Comptage des supertrames

Les émetteurs-récepteurs coordonnent la permutation de bits dans le récepteur et dans l'émetteur en comptant les supertrames. Les émetteurs-récepteurs ATU doivent lancer les compteurs de supertrames dès l'entrée dans la phase SHOWTIME après initialisation ou reconditionnement rapide.

Le comptage des supertrames commence par la première supertrame (n° 0) au début de la phase SHOWTIME. Chaque émetteur doit incrémenter son compteur après l'émission d'une supertrame. Le comptage des supertrames est effectué MOD 256 dans l'émetteur comme dans le récepteur.

La synchronisation des compteurs de supertrames d'émetteur-récepteur correspondants est assurée au moyen du symbole de synchronisation contenu dans la structure de supertrame. Toute forme de redémarrage nécessitant une transition d'initialisation ou de reconditionnement rapide à SHOWTIME doit réinitialiser le compteur de supertrame.

9.2 Codage des messages de commande aoc

Un message de commande aoc se compose d'un en-tête aoc et d'un champ de message aoc, comme indiqué sur la Figure 20.

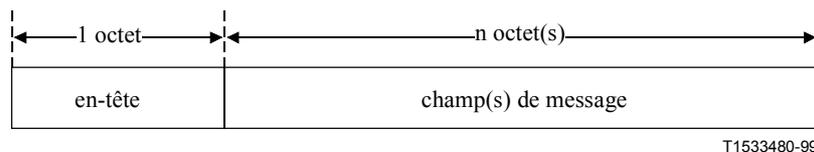


Figure 20/G.992.2 – Codage des messages de commande aoc

9.2.1 Codage d'en-tête de message de commande aoc

Le type de message aoc est désigné par un en-tête de huit bits. Le Tableau 17 résume les en-têtes de message aoc valides. Par exemple, dans le cas d'une permutation de bits, la valeur binaire d'en-tête aoc 11111111_b sera détectée. L'octet de données suivant doit déterminer si le message est une demande de permutation de bits ou un acquittement de permutation de bits. Un bloc de valeurs d'en-tête aoc ($1100xxxx_b$ binaire) est réservé pour les messages aoc propres au vendeur.

Tableau 17/G.992.2 – En-têtes de message de commande aoc

En-tête de message aoc	Longueur totale du champ de message aoc y compris l'en-tête de message aoc (en octets)	Interprétation
00001111 _b	Indéfinie	Champ réservé par l'UIT-T
1100xxxx _b	Indéfinie	Message spécifique du vendeur
11110000 _b	1	Message de conformité impossible (UTC)
11111100 _b	13	Message de demande de permutation étendue de bits
11111111 _b	9	Message de demande de permutation de bits
11111111 _b	3	Message d'acquittement de permutation de bits
00000011 _b	3	Demande de gestion de profil
00000011 _b	3	Acquittement de gestion de profil

Les valeurs de l'octet d'en-tête sont indiquées en format binaire (MSB à gauche, LSB à droite). Elles représentent les bits aoc7 à aoc0 (MSB dans le bit 7, LSB dans le bit 0) qui sont acheminés par l'octet SB. Tous les autres octets du message aoc doivent être mappés selon la même convention.

9.2.2 Demande de gestion de profil

Le message de demande de gestion de profil (Tableau 18) est envoyé par l'ATU-R à l'ATU-C (ou inversement) pour lui demander de sauvegarder les réglages actuels dans un profil. Les valeurs permises pour yyyy_b vont de 0000_b à 1111_b, désignant respectivement les profils 0 à 15.

Tableau 18/G.992.2 – Format du message de demande de gestion de profil

En-tête de message	Champ de message	
00000011 _b (1 octet)	Commande 00000001 _b (1 octet)	Données 0000yyyy _b (1 octet)
Interprétation: sauvegarder le profil actuel comme profil n = yyyy _b		

9.2.3 Acquittement de gestion de profil

Le message d'acquittement de gestion de profil (Tableau 19) est envoyé par l'ATU-C ou ATU-R pour accuser réception d'un message de demande de gestion de profil émis par l'ATU-R ou ATU-C. Ce message d'acquittement doit contenir le même numéro de sauvegarde de profil (n = yyyy_b) que dans le message de demande de gestion de profil correspondant. Les valeurs permises pour xxxx_b et yyyy_b vont de 0000_b à 1111_b, correspondant respectivement aux profils 0 à 15.

Tableau 19/G.992.2 – Format du message d'acquiescement de gestion de profil

En-tête de message	Champ de message	
00000011 _b (1 octet)	Commande 00000010 _b (1 octet)	Données xxxxyyyy _b (1 octet)
Interprétation: profil actuel sauvegardé comme profil n = yyyy _b . Le plus grand numéro de profil pris en charge est m = xxx _b .		

Si l'ATU-C (ou ATU-R) ne peut pas exécuter l'opération de sauvegarde demandée (par exemple en raison d'une trop grande valeur n demandée), un message UTC doit être renvoyé.

9.2.4 Codage du message de demande de permutation de bits

Ce message demande à l'émetteur quelles sous-porteuses sont à modifier. Le format de cette demande est indiqué dans le Tableau 20.

Tableau 20/G.992.2 – Format du message de demande de permutation de bits

En-tête de message	Champs de message 1 à 4	
11111111 _b (1 octet)	Commande (1 octet)	Indice de sous-porteuse (1 octet)

La demande doit comporter neuf octets, comme suit:

- un en-tête de message aoc composé de huit 1 binaires;
- les champs de message 1 à 4, chacun composé d'une commande de 8 bits suivie d'un indice de sous-porteuse associé de 8 bits. Les commandes de 8 bits valides pour le message de permutation de bits doivent être conformes au Tableau 21. L'indice de sous-porteuse à 8 bits est compté des basses aux hautes fréquences, la sous-porteuse de fréquence la plus basse ayant le numéro zéro. L'indice de sous-porteuse zéro ne doit pas être utilisé.

Tableau 21/G.992.2 – Commandes de demande de permutation de bits

Valeur	Interprétation
00000000 _b	Aucune action
00000001 _b	Augmenter de 1 le nombre de bits attribués
00000010 _b	Diminuer de 1 le nombre de bits attribués
00000011 _b	Augmenter de 1 dB la puissance émise
00000100 _b	Augmenter de 2 dB la puissance émise
00000101 _b	Augmenter de 3 dB la puissance émise
00000110 _b	Diminuer de 1 dB la puissance émise
00000111 _b	Diminuer de 2 dB la puissance émise
00001xxx _b	Champ réservé pour commandes au gré du vendeur

Pour éviter une divergence g_i entre ATU-C et ATU-R après plusieurs permutations de bits, la nouvelle valeur de g_i doit être donnée par la relation suivante pour une mise à jour de Δ dB:

$$g_i' = (1/512) \times \text{arrondir} (512 \times g_i \times 10^{(\Delta/20)})$$

9.2.5 Codage du message de demande de permutation étendue de bits

Toute adaptation en ligne peut être codée dans une demande de permutation étendue de bits. Toutefois, étant donné qu'une sous-porteuse à un seul bit n'est pas permise, une demande de permutation étendue de bits contenant six champs doit être utilisée lors d'une décroissance de 2 à 0 ou lors d'une croissance de 0 à 2 du nombre de bits d'une sous-porteuse. Le format de cette demande de permutation étendue de bits est analogue à celui de la demande de permutation de bits mais le nombre de champs de message est augmenté à six et un en-tête de message différent est utilisé. Le format de la demande est indiqué dans le Tableau 22.

Tableau 22/G.992.2 – Format du message de demande de permutation étendue de bits

En-tête de message	Champs de message 1 à 6	
11111100 _b (1 octet)	Commande (1 octet)	Indice de sous-porteuse (1 octet)

Le récepteur doit lancer une permutation étendue de bits en envoyant à l'émetteur un message de demande de permutation étendue de bits. Cette demande s'adresse à l'émetteur dont les sous-porteuses doivent être modifiées. Le message de demande de permutation étendue de bits doit se composer de 13 octets comme suit:

- un en-tête de huit bits (11111100_b);
- six champs de message, de 1 à 6, chacun étant défini dans le Tableau 22.

Le récepteur doit utiliser deux champs de message identiques pour demander une augmentation de zéro à deux ou une diminution de deux à zéro du nombre de bits dans une sous-porteuse, conformément aux commandes de permutation binaire admissible, définies dans le Tableau 21.

9.2.6 Codage du message d'acquiescement de permutation de bits

Le message d'acquiescement de permutation de bits (Tableau 23) doit contenir ce qui suit:

- un en-tête de huit bits, codé 11111111_b;
- un seul champ de message, composé d'une commande d'acquiescement de permutation binaire de huit bits, suivie d'un nombre de compteur de supertrames de huit bits. La commande d'acquiescement doit être codée 11111111_b. Le nombre de compteur de supertrames indique le moment où la permutation binaire doit avoir lieu. Ce nombre doit être supérieur d'au moins 47 au nombre indiqué par le compteur lors de la réception de la demande (ce qui correspond à un temps d'attente minimal de 800 ms).

La ou les nouvelles tables de bits et de puissance d'émission doivent ensuite être activées à partir de la première trame (trame 0) d'une supertrame ADSL, une fois que le nombre spécifié du compteur de supertrames a été atteint. En d'autres termes, si n est le nombre indiqué par le compteur de supertrames de permutation de bits, contenu dans le message d'acquiescement de permutation de bits, la (les) nouvelle(s) table(s) doit (doivent) être activée(s) à partir de la trame 0 de la $(n + 1)$ ième supertrame ADSL.

Tableau 23/G.992.2 – Format du message d'acquiescement de permutation de bits

En-tête de message	Champs de message	
11111111 _b (1 octet)	Commande d'acquiescement 11111111 _b (1 octet)	Nombre du compteur de supertrames de permutation de bits <i>n</i> (1 octet)

9.3 Fonctionnement de la permutation de bits

L'un ou l'autre des ATU peut lancer une permutation de bits en envoyant le message de demande correspondant. Les procédures de permutation de bits sont indépendantes dans les voies amont et aval et peuvent exister simultanément.

Un récepteur d'ATU est l'initiateur d'une procédure de permutation des bits. Il peut transmettre un message de demande de permutation (étendue ou simple) de bits. Il reçoit le message d'acquiescement de permutation de bits. L'émetteur de l'ATU homologue répond à la réception d'un message de demande de permutation de bits par l'envoi du message d'acquiescement de permutation de bits ou de conformité impossible.

9.3.1 Permutation de bits – Récepteur

Le récepteur doit lancer une temporisation de 500 ± 20 ms à partir du moment où il envoie un message de demande de permutation de bits. Si, dans cet intervalle de temporisation, on n'a détecté ni acquiescement ni message UTC, le récepteur doit renvoyer un message de demande de permutation de bits (qui doit avoir les mêmes paramètres) et relancer la temporisation. Ce n'est que lorsqu'un acquiescement a été détecté dans l'intervalle de temporisation que le récepteur doit se préparer à une permutation de bits à l'instant spécifié dans le message d'acquiescement.

Le récepteur doit ensuite attendre que le compteur de supertrames soit égal à la valeur spécifiée dans le message d'acquiescement de permutation de bits. Alors, à partir de la trame 0 de la prochaine supertrame ADSL, le récepteur doit modifier l'attribution des bits des sous-porteuses appropriées et effectuer un reséquenceur des fréquences sur la base de la nouvelle attribution des bits de sous-porteuse, puis mettre à jour les paramètres de récepteur applicables des sous-porteuses appropriées afin de tenir compte d'une variation de leur énergie d'émission.

A l'expiration de la temporisation, le message de permutation de bits doit être réémis. Cependant, après un nombre fini (en fonction de l'implémentation) de réessais infructueux, le récepteur doit prendre des mesures de récupération pour rétablir le canal de commande aoc.

Une nouvelle demande de permutation de bits ne doit être envoyée qu'une fois que la précédente permutation de bits a été effectuée ou a été rejetée par un message UTC ou lorsque la temporisation de 500 ± 20 ms s'est écoulée en attendant un acquiescement de permutation de bits.

9.3.2 Permutation de bits – Emetteur

Dans les 400 ms qui suivent la réception de la demande de permutation de bits, l'émetteur doit envoyer soit un message d'acquiescement de permutation de bits soit un message UTC (conformité impossible). Il est recommandé que l'émetteur envoie le message d'acquiescement de permutation de bits si le protocole de commande aoc fonctionne dans un environnement fiable, par exemple avec un filtre conforme au modèle de référence de la présente Recommandation ou avec un séparateur conforme au modèle de référence de la Recommandation G.992.1. Dans les autres cas, l'émetteur peut envoyer un message UTC. La commande d'envoi par l'émetteur d'un message d'acquiescement de permutation de bits fera l'objet d'un complément d'étude.

Après avoir émis l'acquiescement de permutation de bits, l'émetteur doit attendre que le compteur de supertrames soit égal à la valeur spécifiée dans le message d'acquiescement de permutation de bits.

Ensuite, à partir de la trame DF 0 de la prochaine supertrame ADSL, l'émetteur doit modifier l'attribution des bits des sous-porteuses appropriées et effectuer le reséquenceur des fréquences sur la base de la nouvelle attribution des bits de sous-porteuse et modifier à partir du facteur désiré l'énergie d'émission dans les sous-porteuses appropriées.

Si l'émetteur reçoit un nouveau message de demande de permutation de bits alors qu'il attend que le compteur de supertrames soit égal à la valeur spécifiée dans le dernier message d'acquiescement de permutation de bits, cet émetteur doit immédiatement mettre fin à cette attente et mettre à jour le compteur de supertrames pour permutation de bits en fonction du nouveau message. Il doit recommencer le processus pour le message de demande de permutation de bits qui vient d'arriver, en admettant que ce nouveau message est égal au précédent.

9.4 Protocole de commande aoc

Lorsque le canal de commande aoc est au repos, c'est-à-dire lorsqu'il n'y a pas de messages aoc à transporter, la commande aoc doit insérer la séquence de bourrage 00000000_b dans les octets de synchronisation aoc. Un message aoc commencera donc par un octet différent de zéro.

Les messages de commande aoc doivent être émis cinq fois de suite (c'est-à-dire cinq messages concaténés et identiques sans séquences de bourrage aoc intercalées) pour assurer une fiabilité supplémentaire. Au moins 20 séquences de bourrage aoc doivent être insérées entre deux groupes consécutifs de cinq messages concaténés et identiques.

Un ATU recevant un message de commande aoc ne doit y donner suite que s'il a reçu trois messages identiques dans une période de temps couvrant cinq de ces messages particuliers. Lorsqu'un ATU reçoit une commande non identifiable, il ne doit pas y donner suite.

Si une fonction est requise mais ne peut être appliquée par l'ATU-C ou par l'ATU-R pour une raison quelconque (par exemple pour sauvegarder un profil ayant un numéro supérieur à celui qui est pris en charge), un message de conformité impossible ("11110000_b") doit être émis.

A un moment donné, il ne peut y avoir qu'un message aoc aval et qu'un message aoc amont en suspens, au plus.

10 Contrôle et surveillance de la qualité de fonctionnement en service

La terminologie suivante est utilisée dans le présent paragraphe pour décrire les fonctions de contrôle et de surveillance en service (voir Figure 21):

- *(qualité de fonctionnement) locale*: qualité du signal reçu du côté du raccordement, à l'entrée de l'ATU;
- *(qualité de fonctionnement) distante*: qualité du signal reçu du côté du raccordement aval, à l'entrée de l'ATU-R, lorsque cette qualité est signalée à l'ATU-C par les bits indicateurs amont; ou qualité du signal reçu du côté du raccordement amont, à l'entrée de l'ATU-C, lorsque cette qualité est signalée à l'ATU-R par les bits indicateurs de surdébit aval, ce dernier cas étant symétrique du premier;
- *primitives*: mesures fondamentales de qualité de fonctionnement, habituellement obtenues à partir de codes en ligne et de formats de trame pour signaux numériques ou telles que signalées par les bits indicateurs de surdébit issus de l'extrémité distante. Les primitives de qualité de fonctionnement sont classées en événements, anomalies et défauts. Les primitives peuvent également être des mesures fondamentales d'autres grandeurs (par exemple d'énergie en courant alternatif ou continu), habituellement obtenues à partir d'équipements indicateurs;
- *anomalies*: divergence entre les caractéristiques réelles et les caractéristiques recherchées d'un élément. Les caractéristiques recherchées peuvent être exprimées sous la forme d'une

spécification. Une anomalie peut affecter ou ne pas affecter l'aptitude d'un élément à remplir une fonction requise. Les anomalies de qualité de fonctionnement sont définies dans le 10.1;

- *défauts*: interruption limitée de l'aptitude d'un élément à remplir une fonction requise, pouvant éventuellement conduire à une action de maintenance selon les résultats d'une analyse additionnelle. Est considérée comme un défaut une succession d'anomalies se traduisant par une diminution de l'aptitude d'un élément à remplir une fonction requise;
- *seuils*: voir paragraphe 8/G.997.1;
- *alerte de débordement de seuil*: voir Recommandation G.997.1;
- *indicateur*: message ou bits transmis par l'ATU-R pour signaler une anomalie ou un défaut de primitive distante.

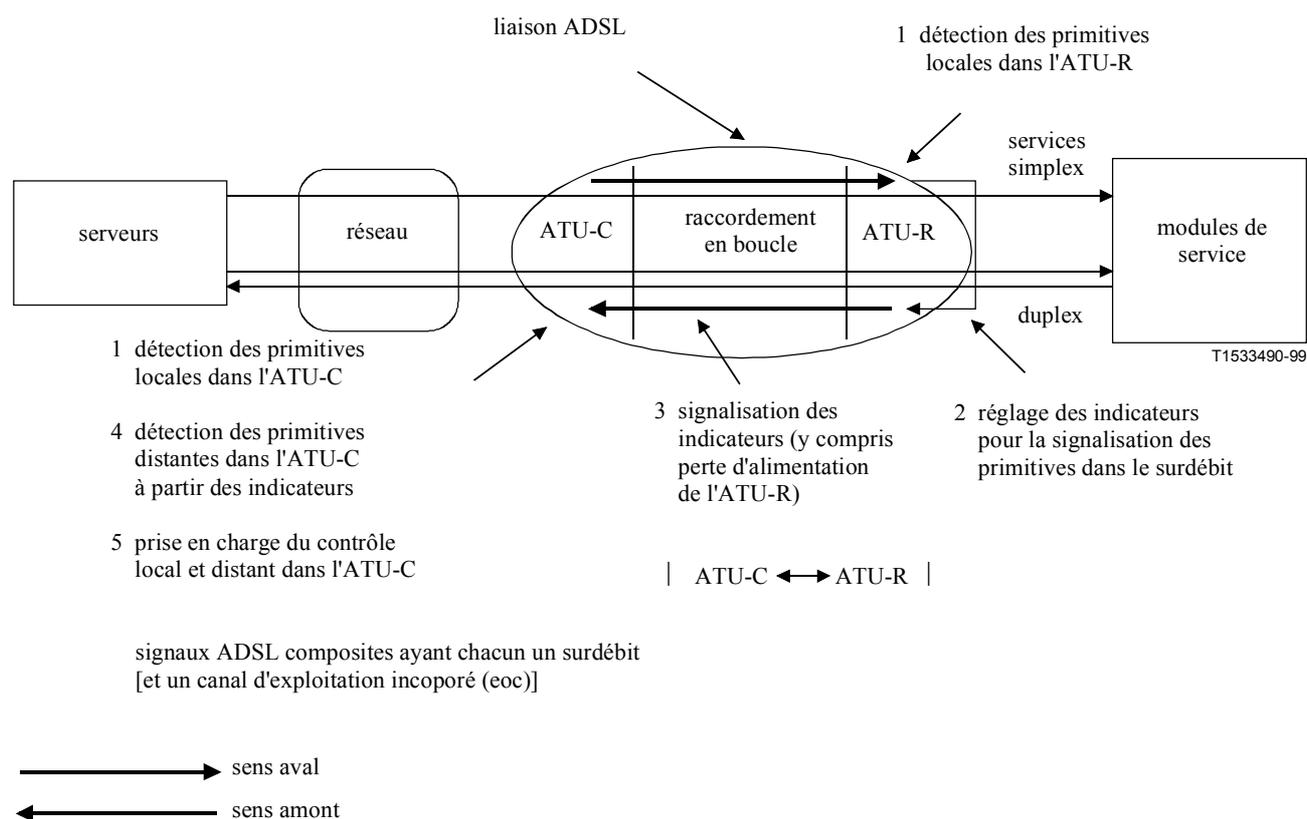


Figure 21/G.992.2 – Surveillance en service de la liaison ADSL vue sous l'angle de l'ATU-C

Les systèmes ADSL ont été conçus pour acheminer des capacités utiles constituées de paquets ou de cellules. Les capacités de contrôle de la qualité de fonctionnement requises pour entretenir ces systèmes sont incorporées dans les systèmes à paquets ou à cellules. Le système ADSL doit prendre en charge les exigences de contrôle du conduit de données en fonction de la technique particulière de capacité utile.

10.1 Primitives associées à la ligne ADSL

10.1.1 Anomalies locales associées à la ligne ADSL

Deux anomalies locales sont définies:

- *correction d'erreur directe (fec)-i*: une anomalie de type fec-i se produit lorsqu'un mot de code FEC, reçu pour le train de données, indique que des erreurs ont été corrigées;

- *contrôle de redondance cyclique (crc)-i*: une anomalie de type crc-i se produit lorsqu'un octet CRC-8, reçu pour une supertrame, n'est pas identique au code correspondant qui a été construit localement.

10.1.2 Anomalies distantes associées à la ligne ADSL

Deux anomalies distantes sont définies:

- *correction d'erreur directe à l'extrémité distante (ffec)-i*: une anomalie de type ffec-i est une anomalie fec-i qui a été détectée à l'extrémité distante et qui a été signalée une seule fois par supertrame au moyen du bit indicateur fecc-i. Le bit indicateur fecc-i doit être mis à 1_b pour indiquer qu'aucune anomalie fec-i n'était présente dans la supertrame précédente. Il doit être mis à 0_b pour indiquer qu'au moins une anomalie fec-i était présente dans la supertrame précédente. Une anomalie ffec-i se produit lorsqu'un bit indicateur fecc-i reçu est codé à 0_b . Une anomalie ffec-i se termine lorsqu'un bit indicateur d'anomalie fecc-i est codé à 1_b ;
- *erreur (de bloc à l'extrémité) distante (febe-i)*: anomalie de type crc-i qui est détectée à l'extrémité distante et qui est signalée une seule fois par supertrame au moyen du bit indicateur febe-i. L'indicateur febe-i doit être mis à 1_b pour indiquer qu'aucune anomalie crc-i n'était présente dans la supertrame précédente. Il doit être mis à 0_b pour indiquer qu'une anomalie crc-i était présente dans la supertrame précédente. Une anomalie febe-i se produit lorsqu'un indicateur febe-i est reçu codé à 0_b . Une anomalie febe-i se termine lorsqu'un indicateur febe-i est reçu codé à 1_b .

10.1.3 Défauts locaux associés à la ligne ADSL

Deux défauts locaux sont définis:

- *perte de signal (los)*: une puissance nominale est calculée par intégration de la puissance ADSL sur un intervalle de 0,1 s et sur un sous-ensemble de fréquences après le début de la transmission stable de données (c'est-à-dire après initialisation) et un seuil doit être fixé à 6 dB au-dessous de cette référence. Un défaut de type los se produit lorsque le niveau de la puissance ADSL reçue, intégrée sur un intervalle de 0,1 s et sur le même sous-ensemble de fréquences, est inférieur au seuil fixé. Ce défaut se termine lorsque, mesuré de la même façon, le niveau de puissance est égal ou supérieur au seuil. Le sous-ensemble de fréquences sur lequel la puissance de ligne ADSL est intégrée dépend de l'implémentation et peut être restreint, dans l'ATU-R, à la seule porteuse pilote dans le sens aval;
- *trame gravement erronée (sef)*: un défaut de type sef se produit lorsque le contenu de deux symboles de synchronisation, reçus consécutivement, ne correspond pas au contenu attendu sur un sous-ensemble des fréquences. Un défaut de type sef se termine lorsque le contenu attendu de deux symboles de synchronisation reçus correspond au contenu attendu sur le même sous-ensemble. La méthode de corrélation des contenus, le sous-ensemble choisi de fréquences et le seuil de déclaration de ces conditions de défaut dépendent de l'implémentation.

10.1.4 Défauts distants associés à la ligne ADSL

Deux défauts distants sont définis:

- *perte de signal à l'extrémité distante (los)*: défaut de type los qui est détecté à l'extrémité distante et qui est signalé par le bit indicateur los. Ce bit est mis à 1_b pour indiquer qu'aucun défaut de type los n'est signalé et est mis à 0_b dans six supertrames consécutives pour indiquer qu'un défaut de type los est en cours de signalisation. Un défaut los à l'extrémité distante se produit lorsque au moins quatre sur six indicateurs los contigus sont reçus avec le codage 0_b . Un défaut los distant se termine lorsque au moins quatre sur six indicateurs los contigus sont reçus avec le codage 1_b ;

- *indication de défaut à l'extrémité distante (rdi)*: défaut de type sef qui est détecté à l'extrémité distante et qui est signalé une seule fois par supertrame au moyen du bit indicateur rdi. Ce bit est mis à 1_b pour indiquer qu'aucun défaut de type sef n'était présent dans la supertrame précédente et est mis à 0_b pour indiquer qu'un défaut sef était présent dans la supertrame précédente. Un défaut rdi se produit lorsqu'un indicateur rdi est reçu avec le codage 0_b. Un défaut rdi se termine lorsqu'un indicateur rdi est reçu avec le codage 1_b.

10.2 Primitives associées au conduit de données en mode ATM

10.2.1 Anomalies locales associées au conduit de données en mode ATM

Trois anomalies locales sont définies:

- *absence de cadrage de cellule (ncd-i)*: une anomalie de type ncd-i se produit immédiatement après le démarrage d'une conversion de transmission par cellules ATM, lorsque des données ATM sont attribuées au tampon de données et aussi longtemps que le processus de cadrage de cellule fonctionnant sur ces données est dans l'état HUNT ou PRESYNC. Une fois que le cadrage de cellule est acquis, les pertes subséquentes de cadrage de cellule doivent être considérées comme des anomalies de type ocd-i;
- *décadrage de cellule (ocd-i)*: une anomalie de type ocd-i se produit lorsque le processus de cadrage de cellule fonctionnant sur ces données passe de l'état SYNC à l'état HUNT. Une anomalie de type ocd-i se termine lorsque le processus de cadrage de cellule passe de l'état PRESYNC à l'état SYNC ou lorsque l'état de maintenance après défaut lcd-i est activé;
- *contrôle d'erreur d'en-tête (hec-i)*: une anomalie de type hec-i se produit lorsqu'un contrôle d'erreur d'en-tête de cellule ATM échoue sur les données entrelacées.

10.2.2 Anomalies distantes associées au conduit de données en mode ATM

Trois anomalies distantes sont définies:

- *absence de cadrage de cellule à l'extrémité distante (fncd-i)*: anomalie ncd-i qui est détectée à l'extrémité distante et qui est signalée une seule fois par supertrame au moyen du bit indicateur ncd-i. Ce bit est mis à 1_b pour indiquer l'absence d'anomalie ncd-i ou ocd-i ou de défaut lcd-i dans la supertrame précédente. Il est mis à 0_b pour indiquer qu'au moins une anomalie ncd-i ou ocd-i ou qu'au moins un défaut lcd-i était présent dans la supertrame précédente. Une anomalie de type fncd-i se produit immédiatement après le démarrage d'un ATU et se termine si un indicateur ncd-i est reçu avec le codage 1_b;
- *décadrage de cellule à l'extrémité distante (focd-i)*: anomalie de type ocd-i qui est détectée à l'extrémité distante et qui est signalée une seule fois par supertrame au moyen du bit indicateur ncd-i. Une anomalie de type focd-i se produit si aucune anomalie de type fncd-i n'est présente et qu'un bit indicateur ncd-i est reçu avec le codage 0_b. Une anomalie de type focd-i se termine si un indicateur ncd-i est reçu avec le codage 1_b;
- *contrôle d'erreur d'en-tête à l'extrémité distante (fhec-i)*: anomalie de type hec-i qui est détectée à l'extrémité distante et qui est signalée une seule fois par supertrame au moyen du bit indicateur hec-i. Ce bit est mis à 1_b pour indiquer l'absence d'anomalie hec-i dans la supertrame précédente. Il est mis à 0_b pour indiquer qu'au moins une anomalie hec-i était présente dans la supertrame précédente. Une anomalie de type fhec-i se produit lorsqu'un bit indicateur hec-i est reçu avec le codage 0_b et elle se termine lorsqu'un indicateur hec-i est reçu avec le codage 1_b.

NOTE – Les anomalies de type hec-i sont signalées une seule fois par supertrame. Il en résulte une faible granularité des anomalies hec signalées car des centaines de cellules ATM peuvent être reçues au cours d'une même période de supertrame.

10.2.3 Défauts locaux associés au conduit de données en mode ATM

Un seul défaut local est défini:

- *perte de cadrage de cellule (lcd-i)*: un défaut de type lcd-i se produit lorsque au moins une anomalie ocd-i est présente dans chacune de quatre supertrames consécutives et qu'aucun défaut de type sef n'est présent. Un défaut de type lcd-i se termine lorsque aucune anomalie ocd-i n'est présente dans quatre supertrames consécutives.

10.2.4 Défauts distants associés au conduit de données en mode ATM

Un défaut distant est défini:

- *perte de cadrage de cellule à l'extrémité distante (flcd-i)*: défaut de type lcd-i qui est détecté à l'extrémité distante et qui est signalé par le bit indicateur ncd-i. Un défaut de type flcd-i se produit lorsqu'une anomalie de type focd-i est présente et que quatre indicateurs ncd-i sont reçus avec le codage 0_b et qu'aucun défaut rdi n'est présent. Un défaut de type flcd-i se termine lorsque quatre indicateurs ncd-i sont reçus consécutivement avec le codage 1_b .

10.3 Autres indicateurs, paramètres et signaux ADSL

10.3.1 Autres primitives locales

Une seule primitive locale est définie:

- *perte d'alimentation (lpr)*: une primitive de type lpr se produit lorsque l'énergie d'alimentation électrique (par le réseau de distribution) d'un ATU tombe à un niveau égal ou inférieur au niveau minimal fixé par le constructeur pour assurer un fonctionnement correct de ce ATU. Une primitive de type lpr se termine lorsque le niveau d'alimentation dépasse le seuil déterminé par le constructeur.

10.3.2 Autres primitives distantes

Une seule primitive distante est définie:

- *perte d'alimentation distante (lpr)*: primitive de type lpr qui est détectée à l'extrémité distante et qui est signalée par l'indicateur lpr. Celui-ci doit être codé avec la priorité d'urgence dans les six prochains messages disponibles en sortie dans le canal eoc (voir le protocole eoc relatif à "l'expiration"). Une primitive lpr à l'extrémité distante se produit lorsqu'un indicateur lpr est reçu. Elle se termine si, pendant un intervalle de 0,5 s, aucun indicateur lpr n'est reçu et aucun défaut local n'est présent. La condition de réception d'un indicateur lpr est définie dans le protocole eoc relatif à "l'expiration".

10.3.3 Paramètres de comptage de défaillances

L'ATU-C doit comporter des compteurs de défaillances locales et distantes pour chaque défaillance locale ou distante qui est définie dans la Recommandation G.997.1. L'ATU-R peut, facultativement, comporter des compteurs de défaillances locales et distantes. Voir Recommandation G.997.1.

Un décompte de défaillance particulière est le nombre d'apparitions d'un événement de défaillance particulier. Un événement de défaillance apparaît lorsque la défaillance est déclarée. Il se termine lorsqu'elle est relevée.

10.4 Paramètres d'essai

Les paramètres d'essai d'affaiblissement (ATN, *attenuation*) et de marge de rapport signal sur bruit (SNR, *signal-to-noise ratio*) s'appliquent aux demandes ponctuelles d'essai, par exemple pour vérifier que la marge de qualité d'un support physique est adéquate lors de l'acceptation et après réparation ou à tout autre moment après l'exécution des séquences d'initialisation et de conditionnement du système ADSL. Les paramètres ATN et SNR, mesurés par les récepteurs dans

les deux ATU-C et ATU-R, doivent être accessibles de l'extérieur de l'ATU-C mais ils ne sont pas appelés à être contrôlés en permanence. Ils sont communiqués sur demande, comme indiqué dans 8.3.

10.4.1 Paramètres d'essai locaux

Les paramètres d'essai locaux ci-après doivent être mesurables dans les ATU-C et ATU-R:

- **affaiblissement (ATN):** l'affaiblissement est la différence, exprimée en décibels, entre la puissance reçue à l'extrémité locale et celle qui est émise par l'extrémité distante. La puissance du signal reçu, exprimée en dBm, est la somme de toutes les puissances des sous-porteuses DMT acheminant des données (c'est-à-dire $b_i > 0$), intégrées sur une période de 1 s. La puissance du signal émis, est égale à $-3,65 - 2n + 10\log(\sum g_i^2)$ dBm, la somme étant calculée sur toutes les sous-porteuses acheminant des données. L'affaiblissement s'étend de 0 à 63,5 dB par échelons de 0,5 dB;
- **marge de rapport signal sur bruit (SNR):** la marge de rapport signal sur bruit représente (en dB) le bruit reçu en excès par rapport à la puissance de bruit pour lequel le système est conçu sans pour autant que le BER cible de 10^{-7} ait été dépassé compte tenu de tous les gains de codage (par exemple codage convolutif, FEC Reed-Solomon) inclus dans ce système. La marge SNR s'étend de $-64,0$ dB à $+63,5$ dB par échelons de 0,5 dB.

10.4.2 Paramètres d'essai distants

Les paramètres d'essai distants ci-après doivent être mesurables dans l'ATU-C:

- **affaiblissement distant (ATN):** affaiblissement mesuré à l'extrémité distante. Ce paramètre peut être lu dans le registre ATN du canal EOC au moyen du jeu de commandes EOC (voir 8.3.5). Ce registre doit être codé sous la forme d'un entier non signé, compris entre 0 et 127, ce qui correspond à un affaiblissement de 0 à 63,5 dB (par échelons de 0,5 dB);
- **marge de rapport signal sur bruit (SNR) distante:** marge de rapport signal sur bruit mesurée à l'extrémité distante. Ce paramètre peut être lu dans le registre SNR du canal EOC au moyen du jeu de commandes EOC (voir 8.3.5). Ce registre doit être codé sous la forme d'un entier signé en complément à deux, compris entre -128 et $+127$, ce qui correspond à une marge SNR de -64 à $+63,5$ dB (par échelons de 0,5 dB).

10.5 Autres défaillances et autres paramètres

La Recommandation G.997.1 définit les autres défaillances, les autres fonctions de contrôle de qualité et les autres paramètres de configuration, d'essai, de diagnostic et de statut d'élément de réseau.

11 Initialisation

11.1 Aperçu général

11.1.1 Fonctions de base de l'initialisation

L'initialisation d'un émetteur-récepteur ADSL est nécessaire pour qu'une paire de ATU-R et ATU-C, physiquement connectés, puisse établir une liaison de communication. La chronologie de la Figure 22 donne un aperçu général de la procédure. La première partie de l'initialisation est la procédure de prise de contact qui est spécifiée dans la Recommandation G.994.1.

ATU-C

Prise de contact (voir Rec. G.994.1)	Conditionnement de l'émetteur-récepteur (voir 11.7)	Analyse de canal (voir 11.9)	Echange (voir 11.11)
---	---	---------------------------------	-------------------------

ATU-R

Prise de contact (voir Rec. G.994.1)	Conditionnement de l'émetteur-récepteur (voir 11.8)	Analyse de canal (voir 11.10)	Echange (voir 11.11)
---	---	----------------------------------	-------------------------

temps →

Figure 22/G.992.2 – Aperçu général du processus d'initialisation

Dans les parties suivantes de l'initialisation, les émetteurs-récepteurs ADSL doivent, pour maximiser le débit utile et la fiabilité de cette liaison, déterminer certains attributs relatifs au canal de connexion puis établir des caractéristiques de transmission et de traitement convenant à ce canal. Au cours de l'initialisation, chaque récepteur peut déterminer les attributs relatifs au canal au moyen des procédures de conditionnement de l'émetteur-récepteur et d'analyse du canal. Certaines caractéristiques de traitement et de transmission peuvent aussi être établies dans chaque récepteur pendant cette phase. Au cours du processus d'échange, chaque récepteur partage avec son émetteur distant correspondant certains réglages de transmission dont il prévoit l'existence. Précisément, chaque récepteur communique à son émetteur distant le nombre de bits et les niveaux relatifs de puissance à utiliser dans chaque sous-porteuse DMT, ainsi que tous messages éventuels et toutes informations éventuelles sur les débits de transmission finale. Pour obtenir la meilleure qualité de fonctionnement, ces réglages devront être fondés sur les résultats des procédures de conditionnement d'émetteur-récepteur et d'analyse de canal.

La détermination des valeurs d'attribut de canal et d'établissement des caractéristiques de transmission nécessite que chaque émetteur-récepteur produise un ensemble spécifique de signaux précisément temporisés et qu'il y réponde de manière appropriée. Le présent sous-paragraphe décrit ces signaux d'initialisation ainsi que les règles déterminant l'instant exact de début et de fin pour chaque signal. Cette description se fonde sur la définition des états de signalisation dans lesquels chaque émetteur-récepteur se trouvera pendant l'initialisation ainsi que sur la définition des signaux d'initialisation que chaque émetteur-récepteur produira. Un état et le signal produit pendant cet état auront le même nom. Celui-ci pourra parfois être précédé, pour plus de clarté, du préfixe "état" ou "signal".

La séquence des états/signaux aval et amont produits lors d'une procédure d'initialisation normale est représentée par les chronologies des Figures 24 à 26. Les détails de temporisation des états sont représentés sur la Figure 27. Les flèches tiretées indiquent que la transition d'état dans l'ATU désigné par la flèche est due à une réception correcte du dernier signal indiqué dans le cadre situé à la base de cette flèche. Par exemple, dans la Figure 25, l'ATU-R reste dans l'état R-REVERB3 jusqu'à ce qu'il ait fini de recevoir le signal C-CRC2, à partir de quoi il passe à l'état R-SEGUE2 après un délai approprié (voir 11.10.2).

NOTE – Les figures montrent la séquence des événements lors d'une initialisation correcte.

La description d'un signal se composera de trois parties:

- 1) la première partie est une description de la forme d'onde de tension que l'émetteur doit produire à sa sortie lorsqu'il est dans l'état correspondant. La forme d'onde de la tension de sortie d'un signal d'initialisation donné est décrite au moyen du modèle de référence d'émetteur de tonalités DMT qui est représenté sur la Figure 2;

- 2) la deuxième partie est une déclaration de la durée requise du signal, exprimée en intervalles unitaires de tonalité DMT. Cette durée de signal peut être constante ou peut varier selon l'état de signalisation détecté dans l'émetteur-récepteur distant. La durée d'un seul intervalle unitaire DMT dépend de l'utilisation ou de la non-utilisation du préfixe cyclique. Certains signaux d'initialisation contiennent un préfixe cyclique et d'autres n'en contiennent pas. Les signaux d'ATU-C sont, jusqu'au signal C-SEGUE1 inclus, émis sans préfixe cyclique; les signaux C-RATES1 et suivants sont émis avec un préfixe. De même, les signaux d'ATU-R jusqu'à R-SEGUE1 inclus n'utilisent pas de préfixe, contrairement aux signaux R-REVERB3 et suivants. La durée en secondes d'un signal quelconque est donc le nombre défini d'intervalles unitaires DMT multiplié par la durée du symbole DMT en cours d'utilisation;
- 3) la troisième partie d'une description de signal est une déclaration de la règle spécifiant l'état suivant.

11.1.2 Transparence aux méthodes de séparation des signaux amont et aval

Les constructeurs peuvent choisir d'implémenter la présente Recommandation en utilisant soit le mode spectral sans superposition (Annexe A) soit le mode spectral avec superposition (Annexe B). La procédure d'initialisation qui est décrite ici assure la compatibilité entre ces différentes implémentations en spécifiant que tous les signaux de commande amont et aval doivent être dans les bandes de fréquences appropriées, mais plus étroites, qui seraient utilisées par un émetteur-récepteur sans superposition spectrale et en définissant une période pendant laquelle un émetteur-récepteur avec superposition spectrale peut conditionner son annuleur d'écho.

11.1.3 Procédure de réinitialisation

Si des erreurs ou des dysfonctionnements sont détectés, ou si des limites de temporisation sont dépassées en divers points de la séquence d'initialisation, une procédure de réinitialisation doit être exécutée. Un ATU exécute une procédure de réinitialisation en effectuant une transition vers les signaux de la Recommandation G.994.1. Un ATU-R invoquant la procédure de réinitialisation doit effectuer une transition vers le signal R-SILENT0. Un ATU-C invoquant la procédure de réinitialisation doit effectuer une transition vers le signal C-SILENT1.

Si des erreurs se produisent au cours de la phase SHOWTIME, une procédure de réinitialisation peut également être invoquée.

11.2 Dialogue initial dans l'ATU-C

Les procédures détaillées de dialogue initial dans l'ATU-C sont définies dans la Recommandation G.994.1. Un ATU-C doit entrer dans l'état initial C-SILENT1 de la Recommandation G.994.1 après mise sous tension, perte de signal, reprise sur erreurs au cours de la procédure d'initialisation, abandon de demande de reconditionnement rapide, troncature de reconditionnement rapide, profil inconnu, événements déclenchant des transitions de gestion de puissance nécessitant la procédure d'initialisation ou l'autotest facultatif. Sur instruction du réseau, l'ATU-C peut effectuer une transition vers la procédure de réinitialisation. Quel que soit l'état de départ, le fonctionnement doit se dérouler conformément aux procédures définies dans la Recommandation G.994.1.

Si les procédures de la Recommandation G.994.1 sélectionnent le modèle de la présente Recommandation comme mode de fonctionnement, l'ATU-C doit passer à l'état C-QUIET2 à la fin du fonctionnement selon la Recommandation G.994.1.

Si les procédures de la Recommandation G.994.1 sélectionnent "Echappement vers reconditionnement rapide" comme mode de fonctionnement, l'ATU-C doit passer à l'état C-QUIET-EF1 à la fin du fonctionnement selon la Recommandation G.994.1.

Un ATU-C souhaitant indiquer les capacités de la présente Recommandation dans un message CL selon la Recommandation 994.1 doit pour cela mettre au moins un des bits de niveau 1 {SPar(1)} à 1_b pour la présente Recommandation comme indiqué dans le Tableau 11/G.994.1. Pour chaque bit de niveau 1 {SPar(1)} mis à 1_b pour la présente Recommandation, un champ correspondant {NPar(2)} doit également être présent. Ce champ {NPar(2)}, qui correspond au bit de niveau 1 "G.992.2 – A/B", est défini dans le Tableau 11-g/G.994.1. Le champ {NPar(2)} qui correspond au bit de niveau 1 "G.992.2 – Annexe C" est défini dans le Tableau 11-i/G.994.1. Les bits de niveau 2 ont les définitions suivantes dans un message CL:

R-ACK1	Bit toujours mis à 1 _b dans un message CL, ce qui signifie que l'ATU-C a la capacité d'envoyer les signaux C-PILOT1A, C-QUIET-3A, C-PILOT2 et C-QUIET5 au cours du conditionnement d'émetteur-récepteur.
R-ACK2	Ce bit est toujours mis à 1 _b dans un message CL. Il signifie que l'ATU-C a la capacité d'envoyer le signal C-PILOT1, C-PILOT2 et C-PILOT3 au cours du conditionnement de l'émetteur-récepteur.
RS16	Ce bit est mis à 1 _b si l'émetteur et le récepteur de l'ATU-C ont la capacité d'utiliser les paramètres Reed-Solomon R = 16 et S = 16.
Fast Retrain	Ce bit est toujours mis à 1 _b dans un message CL.
EOC Clear OAM	S'il est mis à 1 _b , ce bit signifie que l'ATU-C prend en charge l'émission et la réception de trames OAM selon la Recommandation G.997.1.
DBM	S'il est mis à 0 _b , ce bit indique que les fonctions Bitmap-NR et Bitmap-NC (mode de double codage d'équivalence binaire) sont activées et utilisées pour transmettre des données. S'il est mis à 1 _b , ce bit indique que les fonctions Bitmap-NR et Bitmap-NC sont désactivées (mode de simple équivalence binaire FEXT), c'est-à-dire que seules les fonctions Bitmap-FR et Bitmap-FC sont respectivement utilisées par les ATU-C et ATU-R pour transmettre des données. Cette sélection de mode ne doit être effectuée que par l'ATU-C. Si ce bit est mis à 1 _b dans un message CL, il doit être mis également à 1 _b dans les messages MS subséquents en provenance de l'ATU-C ou ATU-R.

Un ATU-C qui sélectionne un mode de fonctionnement conforme à la présente Recommandation dans un message MS selon la Recommandation G.994.1 doit à cette fin mettre à 1_b pour la présente Recommandation le bit approprié de niveau 1 {SPar(1)} comme défini dans le Tableau 11/G.994.1. Pour chaque bit de niveau 1 {SPar(1)} mis à 1_b pour la présente Recommandation, un champ {NPar(2)} correspondant doit également être présent. Le champ {NPar(2)} correspondant à ce bit, comme défini dans le Tableau 11-h/G.994.1 ou 11-i/G.994.1, doit également être présent dans le message. Les bits de niveau 2 ont les définitions suivantes dans un message MS issu de l'ATU-C:

R-ACK1	Ce bit signifie que l'ATU-C doit envoyer les signaux C-PILOT1A, C-QUIET3A, C-PILOT2 et C-QUIET5 au cours du conditionnement de l'émetteur-récepteur.
R-ACK2	Ce bit signifie que l'ATU-C doit envoyer les signaux C-PILOT1, C-PILOT2 et C-PILOT3 au cours du conditionnement de l'émetteur-récepteur.

RS16	Ce bit est mis à 1 _b si et seulement s'il était mis à 1 _b à la fois dans le dernier message CL précédent et dans le dernier message CLR précédent. Il signifie que la capacité d'utiliser les paramètres Reed-Solomon R = 16 et S = 16 existe dans les deux sens, amont et aval.
Fast Retrain	Ce bit signifie que l'ATU-C a besoin que l'ATU-R engage une procédure d'échappement vers le reconditionnement rapide.
EOC Clear OAM	Ce bit est mis à 1 _b si et seulement s'il était déjà à 1 _b à la fois dans le dernier message CL et dans le dernier message CLR. Il signifie que les deux ATU-C et ATU-R peuvent émettre et recevoir des trames OAM de type G.997.1.
DBM	S'il est mis à 0 _b , ce bit indique que les fonctions Bitmap-NR et Bitmap-NC (mode de double codage d'équivalence binaire) sont activées et utilisées pour transmettre des données. S'il est mis à 1 _b , ce bit indique que les fonctions Bitmap-NR et Bitmap-NC sont désactivées (mode d'équivalence binaire FEXT), c'est-à-dire que seules les fonctions Bitmap-FR et Bitmap-FC sont respectivement utilisées par les ATU-C et ATU-R pour transmettre des données. Cette sélection de mode ne doit être effectuée que par l'ATU-C. Ce bit doit être mis à 1 _b s'il était mis à 1 _b dans un message CL précédent.

Un et un seul des bits R-ACK1 ou R-ACK2 doit être mis à 1_b dans un message MS envoyé par l'ATU-C. Si ces deux bits sont activés dans les messages CL et CLR, la sélection du bit R-ACK1 ou R-ACK2 est au gré de l'ATU-C.

11.3 Dialogue initial dans l'ATU-R

Les procédures détaillées de dialogue initial dans l'ATU-R sont définies dans la Recommandation G.994.1. Un ATU-R doit entrer dans l'état initial R-SILENT0 de la Recommandation G.994.1 après mise sous tension, perte de signal, erreurs au cours de la procédure d'initialisation, abandon de demande de reconditionnement rapide, troncature de reconditionnement rapide, profil inconnu de reconditionnement rapide, événements déclenchant des transitions de gestion de puissance nécessitant la procédure d'initialisation ou l'autotest facultatif. Sur instruction du contrôleur serveur, l'ATU-R doit lancer un dialogue initial par invocation de la procédure de réinitialisation. Le fonctionnement doit ensuite se dérouler conformément aux procédures définies dans la Recommandation G.994.1.

Si les procédures de la Recommandation G.994.1 sélectionnent le modèle de la présente Recommandation comme mode de fonctionnement, l'ATU-R doit passer à l'état R-QUIET2 à la fin du fonctionnement selon la Recommandation G.994.1.

Si les procédures G.994.1 choisissent comme mode de fonctionnement "l'échappement vers le reconditionnement rapide", l'ATU-R transitera vers l'état R-QUIET-EF1 à la fin de l'opération G.994.1.

Un ATU-R souhaitant indiquer les capacités de la présente Recommandation dans un message CLR selon la Recommandation 994.1 doit pour cela mettre au moins un des bits de niveau 1 {SPar(1)} à 1_b pour la présente Recommandation comme indiqué dans le Tableau 11/G.994.1. Pour chaque bit de niveau 1 {SPar(1)} mis à UN pour la présente Recommandation, un champ correspondant {NPar(2)} doit également être présent. Ce champ {NPar(2)}, qui correspond au bit de niveau 1 "G.992.2 – A/C", est défini dans le Tableau 11-g/G.994.1. Le champ {NPar(2)} qui correspond au

bit de niveau 1 "G.992.2 – Annexe C" est défini dans le Tableau 11-i/G.994.1. Les bits de niveau 2 ont les définitions suivantes dans un message CLR:

R-ACK1	Ce bit signifie que l'ATU-R a la capacité d'interfonctionner avec les ATU-C qui envoient les signaux C-PILOT1A, C-QUIET3A, C-PILOT2 et C-QUIET5 au cours du conditionnement d'émetteur-récepteur (voir 11.7.3, 11.7.4, 11.7.6 et 11.7.9).
R-ACK2	Ce bit signifie que l'ATU-R a la capacité d'interfonctionner avec les ATU-C qui envoient les signaux C-PILOT1, C-PILOT2 et C-PILOT3 au cours du conditionnement de l'émetteur-récepteur (voir 11.7.2, 11.7.6 et 11.7.10).
RS16	Ce bit est mis à 1 _b si l'émetteur et le récepteur de l'ATU-R ont la capacité d'utiliser les paramètres Reed-Solomon R = 16 et S = 16.
Fast Retrain	Ce bit est toujours mis à 1 _b dans un message CLR.
EOC Clear OAM	S'il est mis à 1 _b , ce bit signifie que l'ATU-R prend en charge l'émission et la réception de trames OAM selon la Recommandation G.997.1.
DBM	Ce bit doit faire écho au réglage du message CL ou doit être ignoré.

Le bit R-ACK2 ou R-ACK1 ou les deux doivent être mis à 1_b dans un message CLR.

Un ATU-R qui sélectionne un mode de fonctionnement conforme à la présente Recommandation dans un message MS selon la Recommandation G.994.1 doit à cette fin mettre à 1_b le bit approprié de niveau 1 {SPar(1)} comme défini dans le Tableau 11/G.994.1. Pour chaque bit de niveau 1 {SPar(1)} mis à 1_b pour la présente Recommandation, un champ {NPar(2)} correspondant doit également être présent. Le champ {NPar(2)} correspondant à ce bit, comme défini dans le Tableau 11-g/G.994.1 ou 11-i/G.994.1, doit également être présent dans le message. Les bits de niveau 2 ont les définitions suivantes dans un message MS issu de l'ATU-R:

R-ACK1	Ce bit signifie que l'ATU-R a besoin que l'ATU-C envoie les signaux C-PILOT1A, C-QUIET3A, C-PILOT2 et C-QUIET5 au cours du conditionnement de l'émetteur-récepteur (voir 11.7.3, 11.7.1, 11.7.6 et 11.7.9).
R-ACK2	Ce bit signifie que l'ATU-R a besoin que l'ATU-C envoie les signaux C-PILOT1, C-PILOT2 et C-PILOT3 au cours du conditionnement de l'émetteur-récepteur (voir 11.7.2, 11.7.6 et 11.7.10).
RS16	Ce bit est mis à 1 _b si et seulement s'il était mis à 1 _b à la fois dans le dernier message CL précédent et dans le dernier message CLR précédent. Il signifie que la capacité d'utiliser les paramètres Reed-Solomon R = 16 et S = 16 existe dans les deux sens, amont et aval.
Fast Retrain	Ce bit signifie que l'ATU-R a besoin que l'ATU-C engage une procédure d'échappement vers le reconditionnement rapide.
EOC Clear OAM	Ce bit est mis à 1 _b si et seulement s'il était déjà à 1 _b à la fois dans le dernier message CL précédent et dans le dernier message CLR précédent. Il signifie que les deux ATU-C et ATU-R peuvent émettre et recevoir des trames OAM de type G.997.1.

DBM

S'il est mis à 0_b, ce bit indique que les fonctions Bitmap-NR et Bitmap-NC (mode de double codage d'équivalence binaire) sont activées et utilisées pour transmettre des données. S'il est mis à 1_b, ce bit indique que les fonctions Bitmap-NR et Bitmap-NC sont désactivées (mode d'équivalence binaire FEXT), c'est-à-dire que seules les fonctions Bitmap-FR et Bitmap-FC sont respectivement utilisées par les ATU-C et ATU-R pour transmettre des données. Cette sélection de mode ne doit être effectuée que par l'ATU-C. Ce bit doit être mis à 1_b s'il était mis à 1_b dans un message CL précédent.

Un et un seul des bits R-ACK1 ou R-ACK2 doit être mis à 1_b dans un message MS envoyé par l'ATU-R. Si ces deux bits sont activés dans les messages CL et CLR, la sélection du bit R-ACK1 ou R-ACK2 est au gré de l'ATU-R.

11.4 Niveaux de puissance de dialogue initial

Lorsque la Recommandation G.994.1 est invoquée en dehors d'une session selon la présente Recommandation ou pour modifier des modes de fonctionnement, les niveaux de densité PSD dans les ATU-R et ATU-C doivent être conformes aux spécifications de la Recommandation G.994.1. Lorsque le dialogue initial est invoqué au moyen des procédures décrites dans la présente Recommandation, les niveaux de puissance doivent être conformes au Tableau 24.

Tableau 24/G.992.2 – Niveaux de puissance de dialogue initial

Etat précédent selon la présente Recommandation	Niveau de puissance de l'ATU-C (dBm/Hz)	Niveau de puissance de l'ATU-R (dBm/Hz)
Abandon de demande de reconditionnement rapide	Nominal	Nominal
Troncature de reconditionnement rapide	-40 – Baisse de puissance absolue par reconditionnement rapide en aval	-38 – Baisse de puissance absolue par reconditionnement rapide en amont
Profil inconnu de reconditionnement rapide	-40 – Baisse de puissance absolue par reconditionnement rapide en aval	-38 – Baisse de puissance absolue par reconditionnement rapide en amont
Procédure de réinitialisation sur erreurs, dysfonctionnements ou expirations	Nominal	Nominal
Transition T3a de gestion de puissance L3 à L0	Nominal	Nominal
Transition T0a ou t0c de gestion de puissance L0 à L0	Nominal	Nominal
Transition T1a ou T1c de puissance L1 à L0	Nominal	Nominal

11.5 Echappement du dialogue initial au reconditionnement rapide

Si l'échappement vers le mode de reconditionnement rapide est sélectionné au cours de la procédure de la Recommandation G.994.1, les ATU doivent effectuer un reconditionnement rapide au lieu d'entrer dans la phase de conditionnement d'émetteur-récepteur.

Il est recommandé que la procédure de dialogue initial demande un échappement vers le reconditionnement rapide, sauf lorsque cette procédure de dialogue initial a été lancée à partir d'un état de troncature de reconditionnement rapide ou de profil inconnu de reconditionnement rapide (voir Figure 23).

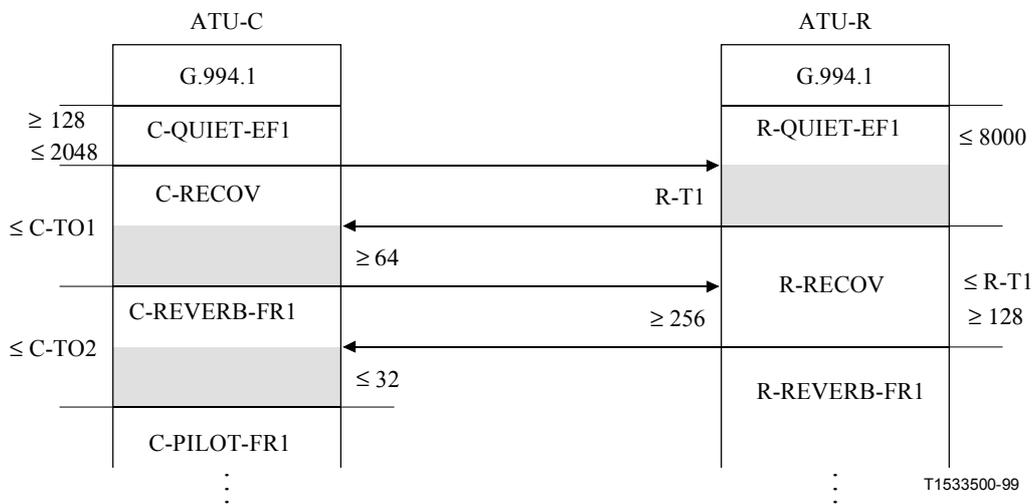


Figure 23/G.992.2 – Chronogramme de l'échappement vers le reconditionnement rapide

11.5.1 C-QUIET-EF1

Le signal C-QUIET-EF1 débute à la fin des procédures de la Recommandation G.994.1. Sa durée minimale est de 128 symboles et sa durée maximale est de 2048 symboles.

11.5.2 R-QUIET-EF1

Le signal R-QUIET-EF1 débute à la fin des procédures de la Recommandation G.994.1. Sa durée minimale est de 128 symboles DMT après la détection du signal C-RECOV. L'ATU-R ne doit passer au signal R-RECOV qu'après avoir détecté une partie quelconque du signal C-RECOV qui est nécessaire pour une détection fiable. La durée maximale du signal R-QUIET-EF1 est de 8000 symboles.

11.6 Niveaux de puissance lors du conditionnement d'émetteur-récepteur, de l'analyse de canal et de l'échange

Tous les signaux d'ATU-R qui sont définis pour le conditionnement d'émetteur-récepteur, l'analyse de canal et l'échange doivent (sauf R-ECT) être émis avec le niveau de densité PSD de la précédente session conforme à la Recommandation G.994.1, à la seule exception que si la Recommandation G.994.1 a été invoquée en dehors d'une session conforme à la présente Recommandation ou afin de modifier des modes de fonctionnement, tous les signaux d'ATU-R définis pour le conditionnement d'émetteur-récepteur, l'analyse de canal et l'échange doivent (sauf R-ECT) être émis au niveau nominal de densité PSD.

Les signaux C-PILOT1 et C-PILOT1A doivent être émis au niveau de densité PSD de la précédente session conforme à la Recommandation G.994.1, à la seule exception que si la Recommandation G.994.1 a été invoquée en dehors d'une session conforme à la présente Recommandation ou afin de modifier des modes de fonctionnement, les signaux C-PILOT1 et C-PILOT1A doivent être émis au niveau nominal de densité PSD. Le signal C-REVERB1 et les signaux d'ATU-C subséquents, définis pour le conditionnement d'émetteur-récepteur, l'analyse de

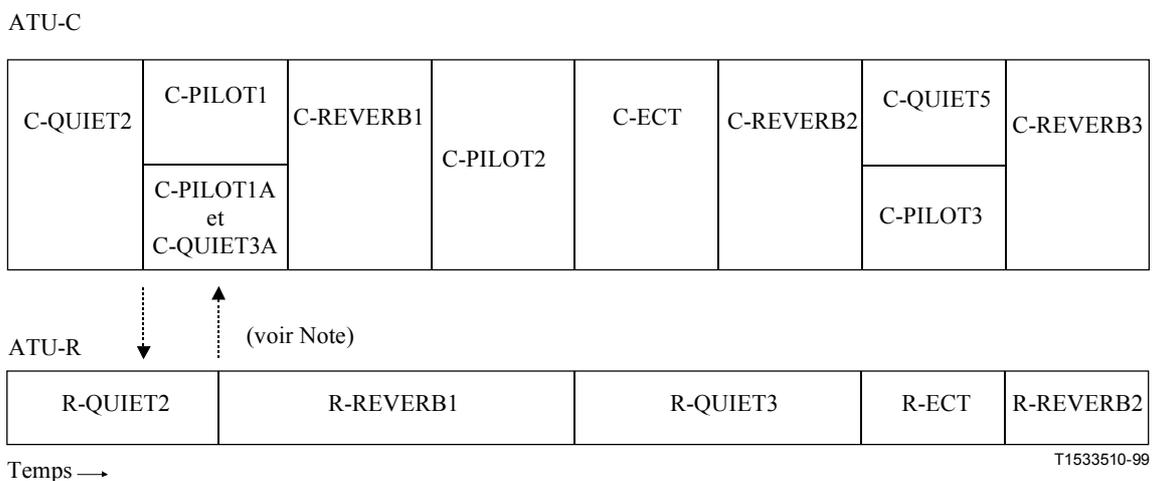
canal et l'échange doivent être émis, sauf indication contraire, au niveau de densité PSD calculé comme indiqué dans le 11.7.5.

Les signaux C/R-QUIET sont définis comme une tension égale à zéro à la sortie du convertisseur DAC de la Figure 2.

Comme C-ECT et R-ECT sont des signaux définis par le vendeur, la spécification PSD ci-dessus ne doit être interprétée que comme un maximum.

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

Le présent sous-paragraphe et le sous-paragraphe 11.8 décrivent les signaux émis respectivement par les ATU-C et ATU-R pendant le conditionnement d'émetteur-récepteur (voir Figure 24). La synchronisation des conditionnements réciproques commence par l'émission du signal R-REVERB1 (voir 11.8.2) et est maintenue pendant tout le conditionnement par le comptage, effectué par les deux émetteurs-récepteurs, du nombre de symboles à partir de ce point.



NOTE – Etant donné que les états des ATU-C et ATU-R sont synchronisés à partir de ce point, aucune flèche de cause à effet n'est plus indiquée.

Figure 24/G.992.2 – Chronogramme du conditionnement d'émetteur-récepteur (voir 11.7-11.8)

11.7.1 C-QUIET2

Le signal C-QUIET2 débute à la fin des procédures de la Recommandation G.994.1. Sa durée minimale est de 128 symboles et sa durée maximale est de 2048 symboles.

L'état dans lequel l'ATU-C entre après C-QUIET2 dépend des paramètres négociés par la procédure de la Recommandation G.994.1.

11.7.2 C-PILOT1

Pendant C-PILOT1 ou C-PILOT1A, selon le cas, l'ATU-C doit mesurer la puissance composite amont qui est reçue dans les sous-porteuses 7 à 18 du signal R-REVERB1. Il calcule ainsi une densité PSD aval.

Dans l'intervalle de 16 symboles après détection du premier symbole du signal R-REVERB1, l'ATU-C doit lancer un temporisateur, qui établit la synchronisation des transitions d'état subséquentes dans les ATU-C et ATU-R. Après un intervalle de 512 symboles, mesuré par ce temporisateur, l'ATU-C passe à C-REVERB1. La durée minimale de C-PILOT1 est donc de

512 symboles mais il dépassera cette durée en raison du temps de propagation aller-retour et du temps de traitement de signal, plus la durée requise par l'ATU-R pour détecter C-PILOT1 et y répondre en envoyant R-REVERB1 (voir 11.8.2).

Le signal C-REVERB1 fait suite au signal C-PILOT1.

C-PILOT1 est une porteuse sinusoïdale de fréquence unique 276 kHz, définie comme suit:

$$X_k = \begin{cases} 0 & \text{pour } k \neq 64, 0 \leq k \leq 127 \\ A_{C\text{-PILOT1}} & \text{pour } k = 64 \end{cases}$$

Le terme $A_{C\text{-PILOT1}}$ doit être tel que le niveau de densité PSD soit conforme au 11.6. La durée du signal C-PILOT1 peut atteindre 4436 symboles.

Le signal C-REVERB1 fait suite au signal C-PILOT1.

11.7.3 C-PILOT1A

Le signal C-PILOT1A est le même signal émis que C-PILOT1. Sa durée peut atteindre 4000 symboles. La durée exacte de C-PILOT1A dépend de celle de R-QUIET2.

Dans l'intervalle de 16 symboles après détection du premier symbole de R-REVERB1, l'ATU-C doit lancer un temporisateur (qui établit la synchronisation des transitions d'état subséquentes dans les ATU-C et ATU-R) puis passer à C-QUIET3A.

Le signal C-QUIET3A fait suite au signal C-PILOT1A.

11.7.4 C-QUIET3A

Dans l'intervalle de 512 à 516 symboles après détection du premier symbole de R-REVERB1, l'ATU-C doit passer à C-REVERB1. La durée minimale de C-QUIET3A est donc de $512-16 = 496$ symboles et la durée maximale est de 516 symboles. La durée totale de C-QUIET3A et de C-PILOT1A est au moins de 512 mais cette durée sera dépassée (jusqu'à un maximum de 4436 symboles) par le temps de propagation aller-retour et par le temps de traitement de signal plus la durée requise par l'ATU-R pour détecter C-PILOT1A et y répondre en émettant R-REVERB1.

Le signal C-REVERB1 fait suite au signal C-QUIET3A.

11.7.5 C-REVERB1

C-REVERB1 est un signal qui permet au récepteur d'ATU-C ou d'ATU-R de régler sa commande automatique de gain (AGC) sur un niveau approprié.

Le signal C-REVERB1 doit moduler une série de n à m sous-porteuses contiguës, où $n \leq 37$ et $m \geq 68$. Les signaux C-REVERB et C-SEGUE subséquents doivent utiliser la même série de sous-porteuses que C-REVERB1. Les valeurs de n et de m sont au gré du vendeur du centre de commutation. Tous les récepteurs d'ATU-R doivent tolérer, pendant l'initialisation, le nombre maximal de sous-porteuses autorisé par le masque de superposition spectrale défini dans l'Annexe B.

La séquence de données utilisée dans C-REVERB1 doit être la séquence de données pseudo-aléatoires aval (DPRD), d_n pour $n = 1$ à $2 \times N_{SC-DN}$ avec la méthode de codage définie au 7.10.3.

Les bits doivent être utilisés comme suit: la première paire de bits (d_1 et d_2) est utilisée pour les sous-porteuses aperiodique et à la fréquence de Nyquist (dont la puissance assignée est évidemment nulle, de sorte que ces bits seront négligés en pratique). L'on utilise ensuite le premier et le deuxième bit de paires subséquentes afin de définir les X_i et les Y_i pour $i = 1$ à $N_{SC-DN} - 1$ comme défini dans le Tableau 9.

La période de la séquence PRD est de 511 bit. Les bits d_1 à d_9 doivent être réinitialisés pour chaque symbole, de sorte que tous les symboles de C-REVERB1 sont identiques. Les bits 129 et 130, qui modulent la porteuse pilote, doivent être remplacés par la constante $\{0,0\}$ afin de produire la constellation de points $\{+,+\}$.

La densité PSD pour le signal C-REVERB1 doit être le niveau de PSD nominal égal à $(-40 - 2n)$ dBm/Hz, où $2n =$ valeur maximale soit de la baisse de puissance absolue par reconditionnement rapide en aval soit de la baisse de puissance de courtoisie par initialisation. La baisse de puissance de courtoisie par initialisation est obtenue au moyen du Tableau 25, sur la base de l'affaiblissement moyen de boucle amont, mesuré au cours du signal R-REVERB1. Ce niveau nominal de densité PSD doit devenir le niveau nominal pour tous les calculs de gain subséquents. L'affaiblissement moyen de boucle amont est défini comme la différence entre la puissance nominale amont en dBm et la puissance amont totale mesurée sur les sous-porteuses 7 à 18 pendant R-REVERB1. La puissance nominale amont est définie comme étant la puissance d'émission totale des porteuses 7 à 18, au moyen du niveau de densité PSD d'émission de référence du signal R-REVERB1.

Tableau 25/G.992.2 – Baisse de puissance de courtoisie par initialisation – Densité PSD en aval en fonction de l'affaiblissement moyen de la boucle amont

Affaiblissement moyen de boucle amont (dB)	>6	>5	>4	>3	>2	>1	>0
Baisse de puissance de courtoisie par initialisation (dB)	0	2	4	6	8	10	12

La durée de C-REVERB1 est de 512 symboles (répétitifs) sans préfixe cyclique. Le signal C-PILOT2 fait suite au signal C-REVERB1.

Le signal C-REVERB1 doit avoir une largeur de bande suffisante pour sonder le canal de transmission de manière que ce signal ne rallonge pas trop la réponse estimée à l'impulsion dans le canal, qui est mesurée au moyen du signal C-REVERB1.

11.7.6 C-PILOT2

Le signal C-PILOT2 est le même que C-PILOT1. Sa durée est de 3072 symboles. Le signal C-ECT suit le signal C-PILOT2.

11.7.7 C-ECT

Le signal C-ECT est défini par le vendeur. Il sert à conditionner l'annuleur d'écho d'un ATU-C pour les implémentations d'annulation d'écho (EC). Les vendeurs de versions FDM et EC ont toute latitude compte tenu des contraintes de puissance définies dans les Annexes A et B. Sa durée est toutefois fixée à 512 symboles. Le récepteur d'ATU-R doit négliger ce signal. C-REVERB2 suit C-ECT.

11.7.8 C-REVERB2

C-REVERB2 est un signal qui permet au récepteur d'ATU-R d'effectuer une synchronisation et de conditionner tout égaliseur de réception. C-REVERB2 est identique à C-REVERB1 (voir 11.7.5). Sa durée est de 1536 symboles (répétitifs) sans préfixe cyclique. L'état qui suit C-REVERB2 dépend des paramètres négociés dans la procédure G.994.1.

11.7.9 C-QUIET5

La durée de C-QUIET5 est de 512 symboles. C-REVERB3 suit C-QUIET5.

11.7.10 C-PILOT3

Le signal C-PILOT3 est identique à C-PILOT1 (voir 11.7.2). Sa durée est de 512 symboles. C-REVERB3 suit C-PILOT3.

11.7.11 C-REVERB3

C-REVERB3 est un deuxième signal de conditionnement qui permet au récepteur d'ATU-R d'effectuer une synchronisation ou de la conserver puis de reconditionner tout égaliseur de réception éventuel. C-REVERB3 est identique à C-REVERB2 (voir 11.7.8). Sa durée est de 1024 symboles (répétitifs) sans préfixe cyclique. C'est le dernier segment de conditionnement d'émetteur-récepteur. Le signal C-SEGUE1 le suit immédiatement.

11.8 Conditionnement de l'émetteur-récepteur – ATU-R

11.8.1 R-QUIET2

Le signal R-QUIET2 débute après la fin des procédures de la Recommandation G.994.1. Sa durée minimale est de 128 symboles DMT après la détection du signal C-PILOT1/1A. L'ATU-R ne doit passer à R-REVERB1 qu'après avoir détecté une partie quelconque des signaux C-QUIET3A ou C-PILOT1/1A suivants, qui est nécessaire pour une détection fiable. La durée maximale du signal R-QUIET2 est de 8000 symboles.

La synchronisation en boucle est définie comme la combinaison de l'asservissement d'une horloge de conversion ADC au signal reçu (c'est-à-dire à l'horloge de conversion DAC de l'autre émetteur-récepteur) et du verrouillage mutuel des horloges DAC et ADC locales. La synchronisation en boucle doit toujours être effectuée dans l'ATU-R. Elle doit être détectée pendant l'émission du signal R-QUIET2 et avant les 512 derniers symboles du signal R-REVERB1. Un ATU-C peut conditionner son égaliseur pendant les 512 derniers symboles du signal R-REVERB1. Un tel conditionnement d'égaliseur dans l'ATU-C nécessite une stabilité suffisante de la fréquence d'échantillonnage dans l'émetteur d'ATU-R. Une fois que celui-ci a détecté la synchronisation en boucle, il doit la redétecter après une période de temporisation non asservie (c'est-à-dire sans signal C-PILOT pendant une durée maximale de 512 symboles) de 512 symboles après la réapparition du signal C-PILOT. Cela s'applique à C-QUIET5 et peut également s'appliquer à C-QUIET3A et à C-ECT.

NOTE – Le délai dans l'ATU-R dû au passage de C-QUIET2 à R-REVERB1 permet à ce bloc de synchroniser complètement sa base de temps avant d'envoyer R-REVERB1.

11.8.2 R-REVERB1

Le signal R-REVERB1 sert à permettre à l'ATU-C:

- 1) de mesurer la puissance amont en bande large pour régler le niveau de puissance d'émission de l'ATU-C;
- 2) de régler la commande de gain de son récepteur;
- 3) de synchroniser son récepteur et de conditionner son égaliseur.

La séquence de données utilisée dans le signal C-REVERB1 est la séquence de données UPRD qui est définie au 7.10.4.

R-REVERB1 est un signal périodique, sans préfixe cyclique, qui est émis pendant 4096 symboles consécutifs. Les 512 premiers symboles coïncident dans le temps avec le signal C-QUIET3A ou C-PILOT1. Les 512 symboles suivants coïncident avec C-REVERB1 et les 3072 derniers symboles coïncident avec le signal C-PILOT2. Le signal R-QUIET3 suit immédiatement R-REVERB1.

11.8.3 R-QUIET3

La durée de R-QUIET3 est de 2048 symboles, dont les 512 premiers coïncident dans le temps avec le signal C-ECT et dont les 1536 symboles suivants coïncident avec C-REVERB2. Le symbole final de R-QUIET3 peut être amputé d'un nombre quelconque d'échantillons afin d'adapter le verrouillage de trames de l'émetteur à celui du récepteur. R-ECT suit immédiatement R-QUIET3.

11.8.4 R-ECT

Défini par le vendeur comme le signal C-ECT, le signal R-ECT peut être utilisé pour conditionner un annuleur d'écho dans l'ATU-R. Les vendeurs de versions FDM et EC ont toute latitude pour définir le signal R-ECT, compte tenu des contraintes définies dans les Annexes A et B. Sa durée est toutefois fixée à 512 symboles DMT. Le récepteur de l'ATU-C ne tient pas compte de ce signal, qui est suivi de R-REVERB2.

11.8.5 R-REVERB2

Le signal R-REVERB2 est identique au signal R-REVERB1 (voir 11.8.2). Il peut être utilisé par l'ATU-C pour effectuer une récupération du rythme et un conditionnement de l'égaliseur de réception. La durée de R-REVERB2 est comprise entre 1024 et 1056 symboles. Ce signal est le dernier segment du conditionnement d'émetteur-récepteur. L'ATU-R commence ensuite l'analyse de canal et commence à émettre R-SEGUE1.

11.9 Analyse de canal (ATU-C)

Voir Figure 25.

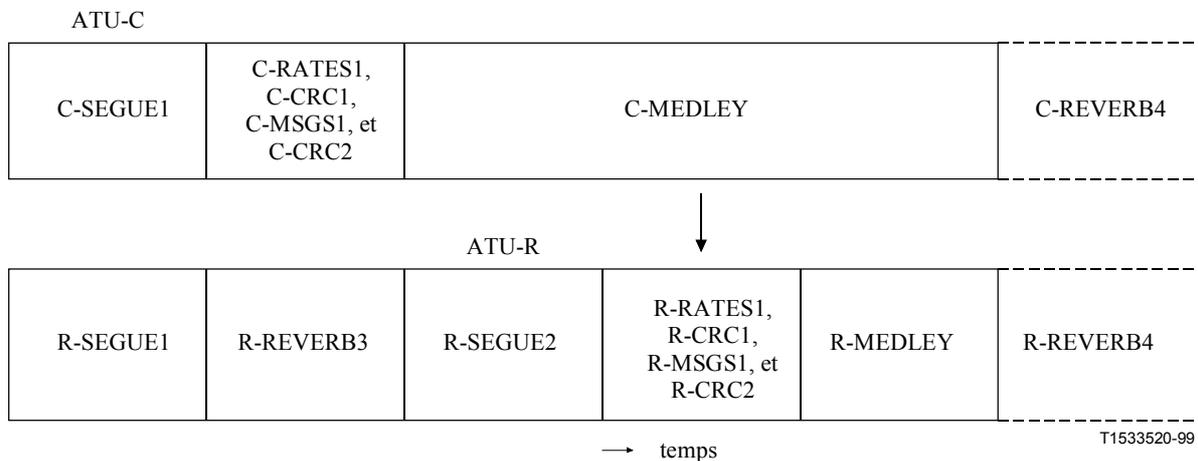


Figure 25/G.992.2 – Chronogramme de l'analyse de canal (voir 11.7 et 11.8)

Pendant l'état R-REVERB3 (qui peut avoir une durée indéfinie) de l'analyse de canal, la synchronisation entre les ATU-C et ATU-R peut être rompue. Cette possibilité d'expiration est décrite au 11.10.2. Par ailleurs, si au cours de l'analyse de canal une somme de contrôle crc indique une erreur dans certaines données de contrôle, cet événement doit invoquer la procédure de réinitialisation.

11.9.1 C-SEGUE1

Sauf pour la tonalité pilote, le signal C-SEGUE1 doit être produit par inversion de phase de 180°, tonalité par tonalité, du signal C-REVERB1 (c'est-à-dire que + mappe à – et – mappe à +, pour chacune des constellations de signaux en QAM4). La durée de C-SEGUE1 est de dix intervalles unitaires (répétitifs). Après C-SEGUE1, l'ATU-C entre dans l'état C-RATES1.

11.9.2 C-RATES1

Le signal C-RATES1 est le premier signal d'ATU-C pour lequel un préfixe cyclique (défini au 7.11) est utilisé. La fonction de C-RATES1 est de transmettre à l'ATU-R quatre options relatives aux formats et aux débits des données. Chaque option se compose de trois champs comme suit:

- le champ B_F n'est pas applicable à la présente Recommandation. Il contient un total de 80 bits organisés en 10 entrées de 8 bits chacune. Tous les bits doivent être mis à 0_b ;
- le champ B_I contient le nombre d'octets d'une trame de données attribuée à la voie AS0 (aval) et à la voie LS0 (amont). Le champ B_I contient un total de 80 bits organisés en 10 entrées de 8 bits chacune. La première entrée de B_I contient le nombre d'octets d'une trame de données attribuée à la voie AS0. La huitième entrée de B_I contient le nombre d'octets d'une trame de données attribuée à la voie LS0. Tous les autres bits du champ B_I doivent être mis à 0_b ;
- Le champ RRSI contient les paramètres de correction FEC Reed-Solomon et d'entrelaceur. Il contient un total de 80 bits organisés en 10 entrées de 8 bits chacune. La deuxième entrée du champ RRSI contient le paramètre RS_I , qui est le nombre d'octets de parité par symbole dans le sens de transmission aval, RS_I étant égal à R/S . La troisième entrée du champ RRSI contient le paramètre S qui représente le nombre de trames de données par mot de code Reed-Solomon dans le sens de transmission aval. La quatrième entrée contient le paramètre I qui représente la profondeur d'entrelacement amont dans les mots de code. La septième entrée du champ RRSI contient le paramètre RS_I qui représente le nombre d'octets de parité par symbole dans la direction de transmission aval, RS_I étant égal à R/S . La huitième entrée du champ RRSI contient le paramètre S qui représente le nombre de trames de données par mot de code Reed-Solomon dans la direction amont. La neuvième entrée contient le paramètre I qui représente la profondeur d'entrelacement dans la direction de transmission amont exprimée en mots de code. Tous les autres bits du champ RRSI doivent être mis à 0_b .

Ces quatre options sont transmises dans l'ordre de décroissance des préférences. Le signal C-RATES1 est précédé d'un préfixe de 4 octets comme suit: $\{55\ 55\ 55\ 55\}_{16}$. Le Tableau 26 résume le signal C-RATES1 et le Tableau 27 résume les champs RRSI du signal C-RATES1.

Tableau 26/G.992.2 – Message C-RATES1

		Option 1			Option 2			Option 3			Option 4		
Préfixe		B_F	B_I	RRSI									
Nombre d'octets	4	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10

Tableau 27/G.992.2 – Champs RRSI du message C-RATES1

Entrée n°	Champ	← bits →							
		7	6	5	4	3	2	1	0
1	RS _F	Non applicable à la présente Recommandation – Champ mis à {00000000 _b }							
2	R	0 _b	0 _b	valeur de R [MSB ↔ LSB]					
3	S	0 _b	0 _b	valeur de S [MSB ↔ LSB]					
4	I	I ₇	I ₆	I ₅	I ₄	I ₃	I ₂	I ₁	I ₀
5	FS(LS2)	Non applicable à la présente Recommandation – Champ mis à {00000000 _b }							
6	RS _F	Non applicable à la présente Recommandation – Champ mis à {00000000 _b }							
7	R	0 _b	0 _b	Valeur de R [MSB ↔ LSB]					
8	S	0 _b	0 _b	Valeur de S [MSB ↔ LSB]					
9	I	I ₇	I ₆	I ₅	I ₄	I ₃	I ₂	I ₁	I ₀
10	FS(LS2)	Non applicable à la présente Recommandation – Champ mis à {00000000 _b }							

Un seul bit d'information est transmis dans chaque symbole du signal C-RATES1: un bit zéro est codé vers un symbole particulier du signal C-REVERB1 et un bit un est codé vers un symbole particulier du signal C-SEGUE1. Comme il y a au total 992 bits d'informations C-RATES1, la durée de ce signal est de 992 symboles. Ces 992 bits sont transmis dans l'ordre indiqué dans le Tableau 26 avec le bit le moins significatif en premier. Autrement dit, le bit le moins significatif de l'option 1, B_F, doit être transmis pendant le 33^e symbole du signal C-RATES1, après le préfixe. Après C-RATES1, l'ATU-C doit passer à l'état C-CRC1.

11.9.3 C-CRC1

Le signal C-CRC1 est un contrôle de redondance cyclique pour la détection d'erreurs lors de la réception du signal C-RATES1 dans l'ATU-R. Les bits crc sont calculés à partir des bits de C-RATES1 au moyen de l'équation suivante:

$$c(D) = a(D) D^{16} \text{ modulo } g(D),$$

où:

$$a(D) = a_0 D^{959} + a_1 D^{958} \dots + a^{959}$$

est le polynôme de message formé à partir des 960 bit de C-RATES1 avec a_0 comme bit le moins significatif dans le premier octet de C-RATES1 (c'est-à-dire l'option 1 B_F);

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

est le polynôme générateur crc, et

$$c(D) = c_0 D^{15} + c_1 D^{14} \dots + c_{14} D + c_{15}$$

est le polynôme de contrôle crc.

Les 16 bits de c_0 à c_{15} sont transmis (c_0 en premier et c_{15} en dernier) dans 16 intervalles unitaires par la méthode décrite au 11.9.2. Après le signal C-CRC1, l'ATU-C doit passer à l'état C-MSG1.

11.9.4 C-MSG1

Le signal C-MSG1 transmet un message de 48 bits à l'ATU-R. Ce message comporte le niveau de puissance d'émission utilisé, l'option d'annuleur d'écho, etc. Ce message, m , est défini par les bits suivants:

$$m = \{m_{47}, m_{46}, \dots, m_1, m_0\}$$

où m_0 est transmis en premier. Les éléments constitutants de ce message sont définis dans les sous-paragraphes suivants et leurs positions assignées dans le message composite, m , sont définies dans le Tableau 28. Un total de 48 intervalles unitaires sont utilisés pour communiquer ce message de 48 bits, par la méthode de codage décrite dans le 11.9.2. Après le signal C-MSG1, l'ATU-C doit passer à l'état de signalisation C-CRC2.

Tableau 28/G.992.2 – Affectation des 48 bits du signal C-MSG1

Suffixe(s) de m_i (Note 1)	Paramètre (Note 3)
47-44	Valeur cible de la marge de bruit ATU (Note 2)
43-17	Champ réservé par l'UIT-T
16	Option d'annulation d'écho
15	Champ non utilisé (qui doit être mis à 1_b)
14-12	Champ réservé par l'UIT-T
11	Référence NTR
10, 9	Mode de verrouillage de trames
8-6	Baisse de puissance de courtoisie par initialisation
5, 4	Champ réservé par l'UIT-T
3, 2, 1, 0	Nombre maximal de bits pris en charge par sous-porteuse
NOTE 1 – Dans les champs distincts, les bits les moins significatifs ont les plus faibles indices inférieurs.	
NOTE 2 – Un nombre positif de décibels codé en binaires de 0 à 15 dB.	
NOTE 3 – Tous les bits réservés doivent être mis à 0_b .	

11.9.4.1 Marge minimale de rapport SNR requise (bits 47 à 44)

Champ codé en binaire de 0 à 15 dB.

11.9.4.2 Option d'annulation d'écho (bit 16)

Le fanion $m_{16} = 0_b$ indique l'absence d'annulation d'écho; le fanion $m_{16} = 1_b$ indique l'annulation d'écho.

11.9.4.3 Champ non utilisé (bit 15)

Le fanion m_{15} doit être mis à 1_b .

11.9.4.4 Référence NTR (bit 11)

Le fanion $m_{11} = 1_b$ indique que l'ATU-C utilisera les bits indicateurs IB23 à IB20 tels que définis dans le Tableau 4 pour le transport de la référence NTR.

11.9.4.5 Mode de verrouillage de trames (bits 10 et 9)

Les bits m_{10} et m_9 doivent tous les deux être mis à 1_b .

11.9.4.6 Baisse de puissance de courtoisie par initialisation (bits 8, 7, 6)

L'ATU-C doit signaler le niveau de baisse de puissance de courtoisie par initialisation à la suite du calcul décrit pour C-REVERB1 au 11.7.5. Les règles de codage des bits m_8 , m_7 et m_6 sont indiquées dans le Tableau 29.

Tableau 29/G.992.2 – Règles de codage du signal C-MSG1 pour la baisse de puissance de courtoisie par initialisation

m_8	m_7	m_6	Baisse de puissance de courtoisie par initialisation
1 _b	1 _b	1 _b	0
1 _b	1 _b	0 _b	2
1 _b	0 _b	1 _b	4
1 _b	0 _b	0 _b	6
0 _b	1 _b	1 _b	8
0 _b	1 _b	0 _b	10
0 _b	0 _b	1 _b	12

11.9.4.7 Nombre maximal de bits pris en charge par sous-porteuse (bits 3 à 0)

La capacité (d'émission) N_{downmax} doit être codée en binaire sur les bits $\{m_3 \dots m_0\}$ (par exemple $1101_b = 13_{10}$). Le nombre maximal de bits pour les données amont, N_{upmax} , que le récepteur de l'ATU-C peut prendre en charge, n'a pas besoin d'être signalé à l'ATU-R: il sera implicite dans le message de bits et de gains, C-B&G, qui sera émis après l'analyse du canal.

11.9.5 C-CRC2

Le signal C-CRC2 est un contrôle de redondance cyclique pour la détection d'erreurs lors de la réception du signal C-MSG1 dans l'ATU-R. Le polynôme générateur crc est défini au 11.9.3. Le polynôme de message crc est construit comme indiqué au 11.9.3, le bit m_0 correspondant au bit a_0 et le bit m_{47} correspondant au bit a_{47} . Le polynôme de contrôle crc est produit comme indiqué au 11.9.3. Ces 16 bits sont émis dans 16 intervalles unitaires par la méthode décrite au 11.9.3. Après le signal C-CRC2, l'ATU-C doit entrer dans l'état de signalisation C-MEDLEY.

11.9.6 C-MEDLEY

C-MEDLEY est un signal pseudo-aléatoire à large bande qui est utilisé pour l'estimation dans l'ATU-R du rapport SNR en aval. Les données à transmettre sont extraites de la séquence pseudo-aléatoire PRD et sont modulées comme indiqué au 11.7.5 pour C-REVERB1. Contrairement à ce dernier signal, le préfixe cyclique est cependant utilisé et la séquence de données passe d'un symbole au suivant (c'est-à-dire que les bits d_1 à d_9 ne sont pas réinitialisés pour chaque symbole). Comme la séquence PRD a une longueur de 511 intervalles, le vecteur de sous-porteuse pour C-MEDLEY passe donc d'un intervalle unitaire au suivant. La sous-porteuse pilote est remplacée par la constellation de signaux (+,+). Le signal C-MEDLEY est émis pendant 16 384 intervalles unitaires. Après C-MEDLEY, l'ATU-C doit entrer dans l'état C-REVERB4.

11.10 Analyse de canal (ATU-R)

Au cours de l'analyse de canal, il y a deux cas où l'ATU-R doit invoquer la procédure de réinitialisation: une expiration de temporisation et une détection d'erreur dans les données de

commande reçues. Une expiration de temporisation se produit si la durée du signal R-REVERB3 dépasse la limite de 4000 symboles. De même, si une quelconque somme de contrôle C-CRC indique qu'il y a une erreur dans les données de commande reçues, il faut invoquer la procédure de réinitialisation.

11.10.1 R-SEGUE1

Le signal R-SEGUE1 est produit par une inversion de phase à 180°, tonalité par tonalité, du signal R-REVERB1 (c'est-à-dire que + mappe à – et – mappe à +, pour chacune des constellations de signaux en QAM-4). La durée de R-SEGUE1 est de dix intervalles unitaires. Après R-SEGUE1, l'ATU-R entre dans l'état R-REVERB3.

11.10.2 R-REVERB3

Le signal R-REVERB3 est semblable au signal R-REVERB1 (voir 11.8.2). La seule différence est que R-REVERB3 est le premier signal de l'ATU-R où un préfixe cyclique est ajouté à chaque symbole (défini au 7.11). La durée de R-REVERB3 n'est pas fixe mais sa valeur maximale est de 4000 symboles. Si le signal C-CRC2 n'est pas détecté au bout de 4000 symboles, l'ATU-R doit invoquer la procédure de réinitialisation. Après détection de C-RATES1-C-CRC2, l'ATU-R doit continuer à envoyer R-REVERB3 pendant 20 symboles supplémentaires avant de passer à l'état R-SEGUE2.

11.10.3 R-SEGUE2

Le signal R-SEGUE2 est semblable au signal R-SEGUE1 (voir 11.10.1). La seule différence est l'adjonction du préfixe cyclique. Après R-SEGUE2, l'ATU-R doit entrer dans l'état R-RATES1.

11.10.4 R-RATES1

Voir Tableau 30.

Tableau 30/G.992.2 – Message 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

La fonction de R-RATES1 pour la voie amont est la même que celle du signal C-RATES1 pour la voie aval (voir 11.9.2). Chaque option se compose de trois champs comme suit:

- le champ B_F n'est pas applicable à la présente Recommandation. Il contient un total de 24 bits organisés en 3 entrées de 8 bits chacune. Tous les bits doivent être mis à 0_b;
- le champ B_I contient le nombre d'octets d'une trame de données attribuée à la voie LS0 (amont). Le champ B_I contient un total de 24 bits organisés en 3 entrées de 8 bits chacune. La première entrée de B_I contient le nombre d'octets d'une trame de données attribuée à la voie LS0. Tous les autres bits du champ B_I doivent être mis à 0_b;
- le champ RRSI contient les paramètres de correction FEC Reed-Solomon et d'entrelaceur. Il contient un total de 40 bits organisés en 5 entrées de 8 bits chacune (voir Tableau 31). La deuxième entrée du champ RRSI contient le paramètre RS_I, qui est le nombre d'octets de parité par symbole dans le sens de transmission amont avec RS_I égal à R/S. La troisième entrée du champ RRSI contient le paramètre S. Le paramètre S est le nombre de trames de données par mot de code Reed-Solomon dans le sens de transmission amont. La quatrième entrée contient le paramètre I avec les 8 bits les moins significatifs de la profondeur

d'entrelacement amont dans les mots de code. Tous les autres bits du champ RRSI doivent être mis à 0_b .

Tableau 31/G.992.2 – Champs RRSI du message R-RATES1

Entrée n°	Champ	← bits →								
		7	6	5	4	3	2	1	0	
1	RS _F	Non applicable à la présente Recommandation – Champ mis à {00000000 _b }								
2	R	Amont	0 _b	0 _b	Valeur de R [MSB ↔ LSB]					
3	S		0 _b	0 _b	Valeur de S [MSB ↔ LSB]					
4	I		I ₇	I ₆	I ₅	I ₄	I ₃	I ₂	I ₁	I ₀
5	FS(LS2)		Non applicable à la présente Recommandation – Champ mis à {00000000 _b }							

Ces quatre options sont transmises dans l'ordre de décroissance des préférences. L'ATU-C possède le contrôle de tous les débits binaires, de sorte que le signal R-RATES1 est copié à partir des champs appropriés du signal C-RATES1.

Un seul bit d'information est transmis dans chaque symbole du signal R-RATES1: un bit zéro est codé vers un symbole particulier du signal R-REVERB1 et un bit un est codé vers un symbole particulier du signal R-SEGUE1(avec adjonction d'un préfixe cyclique). Comme il y a au total 384 bits d'informations R-RATES1, la durée de ce signal est de 384 symboles. Ces 384 bits sont transmis dans l'ordre indiqué dans le Tableau 30 avec le bit le moins significatif en premier. Autrement dit, le bit le moins significatif de l'option 1, B_F (voir Tableau 30), doit être transmis pendant le 33^e symbole du signal R-RATES1, après le préfixe. Après R-RATES1, l'ATU-R doit passer à l'état R-CRC1.

11.10.5 R-CRC1

Le signal R-CRC1 est un contrôle de redondance cyclique pour la détection d'erreurs lors de la réception du signal R-RATES1 dans l'ATU-C. Le polynôme crc, $c(D)$, et le polynôme générateur, $g(D)$, sont les mêmes que pour le signal C-CRC1 (voir 11.9.3). Les 16 bits de c_0 à c_{15} sont transmis (c_0 en premier et c_{15} en dernier) dans 16 intervalles unitaires par la même méthode que le signal R-RATES1 (voir 11.10.4). Après le signal R-CRC1, l'ATU-R doit passer à l'état R-MSG1.

11.10.6 R-MSG1

Le signal R-MSG1 transmet un message de 48 bits à l'ATU-C. Ce message comporte l'option d'annuleur d'écho, etc. Ce message, m , est défini par les bits suivants:

$$m = \{m_{47}, m_{46}, \dots, m_1, m_0\}$$

où m_0 (bit le moins significatif) est transmis en premier. Les éléments constitutants de ce message sont définis dans les sous-paragraphes suivants et leurs positions assignées dans le message composite, m , sont définies dans le Tableau 32.

Un total de 48 intervalles unitaires sont utilisés pour communiquer ce message de 32 bits, par la méthode de codage décrite dans le 11.10.4. Après le signal R-MSG1, l'ATU-R doit passer à l'état de signalisation R-CRC2.

Tableau 32/G.992.2 – Affectation des 48 bits du signal R-MSG1

Suffixe(s) de m_i (Note 1)	Paramètre (Note 2)
47-17	Champ réservé par l'UIT-T
16	Option d'annulation d'écho
15	Champ non utilisé (qui doit être mis à 1 _b)
14-12	Champ réservé par l'UIT-T
11	Référence d'horloge réseau
10, 9	Mode de verrouillage de trames
8-4	Champ réservé par l'UIT-T
4	Référence temporelle réseau
3-0	Nombre maximal de bits pris en charge par sous-porteuse
NOTE 1 – Dans les champs distincts, les bits les moins significatifs ont les plus faibles indices inférieurs.	
NOTE 2 – Tous les bits réservés doivent être mis à 0 _b .	

11.10.6.1 Option d'annulation d'écho (bit 16)

Le fanion $m_{16} = 0_b$ indique l'absence d'annulation d'écho; le fanion $m_{16} = 1_b$ indique l'annulation d'écho.

11.10.6.2 Champ non utilisé (bit 15)

Le fanion m_{15} doit être mis à 1_b.

11.10.6.3 Mode de verrouillage de trames (bits 10 et 9)

Les bits m_{10} et m_9 doivent tous les deux être mis à 1_b.

11.10.6.4 Référence NTR (bit 11)

Le fanion $m_{11} = 1_b$ indique que l'ATU-R prend en charge la reconstruction de la référence temporelle réseau (NTR) à partir des bits indicateurs aval 23-20.

11.10.6.5 Nombre maximal de bits pris en charge par sous-porteuse (bits 3 à 0)

La capacité (d'émission) N_{upmax} est codée sur les bits $\{m_3 \dots m_0\}$ en représentation binaire conventionnelle (par exemple $1101_b = 13_{10}$).

NOTE – Le nombre maximal de bits pour les données aval, $N_{downmax}$, que le récepteur ATU-R peut prendre en charge, n'a pas besoin d'être signalé à l'ATU-C. Il sera implicite dans le message de bits et de gains, R-B&G, qui sera émis après l'analyse du canal.

11.10.7 R-CRC2

Le signal R-CRC2 est un contrôle de redondance cyclique pour la détection d'erreurs lors de la réception du signal R-MSG1 dans l'ATU-C. Le polynôme générateur crc est défini dans le 11.10.5. Le polynôme de message crc est construit comme indiqué au 11.10.5, le bit m_0 correspondant au bit a_0 et le bit m_{47} correspondant au bit a_{47} . Le polynôme de contrôle crc est produit comme indiqué au 11.10.5. Ces 16 bits sont émis dans 16 intervalles unitaires par la méthode décrite dans le 11.10.5. Après le signal C-CRC2, l'ATU-R doit entrer dans l'état de signalisation R-MEDLEY.

11.10.8 C-MEDLEY

R-MEDLEY est un signal pseudo-aléatoire à large bande qui est utilisé pour l'estimation dans l'ATU-C du rapport SNR en amont. Les données à transmettre sont extraites de la séquence pseudo-aléatoire UPRD définie au 7.10.4. Contrairement au signal R-REVERB1, le préfixe cyclique est cependant utilisé et la séquence de données passe d'un symbole au suivant (c'est-à-dire que les bits d_1 à d_6 ne sont pas réinitialisés pour chaque symbole). Comme la séquence PRD a une longueur de 63 intervalles et que 64 bits sont utilisés pour chaque symbole, le vecteur de sous-porteuse pour R-MEDLEY passe donc d'un intervalle unitaire au suivant. Le signal R-MEDLEY est émis pendant 16 384 intervalles unitaires. Après R-MEDLEY, l'ATU-R doit entrer dans l'état de signalisation C-REVERB4.

11.10.9 R-REVERB4

Le signal R-REVERB4 est le même que R-REVERB3 (voir 11.10.2). Sa durée est de 128 symboles. Ce signal marque la fin de l'analyse de canal. Il est immédiatement suivi du signal R-SEGUE3.

11.11 Echange de signaux dans l'ATU-C

La Figure 26 donne le chronogramme de l'échange de signaux dans l'ATU-C.

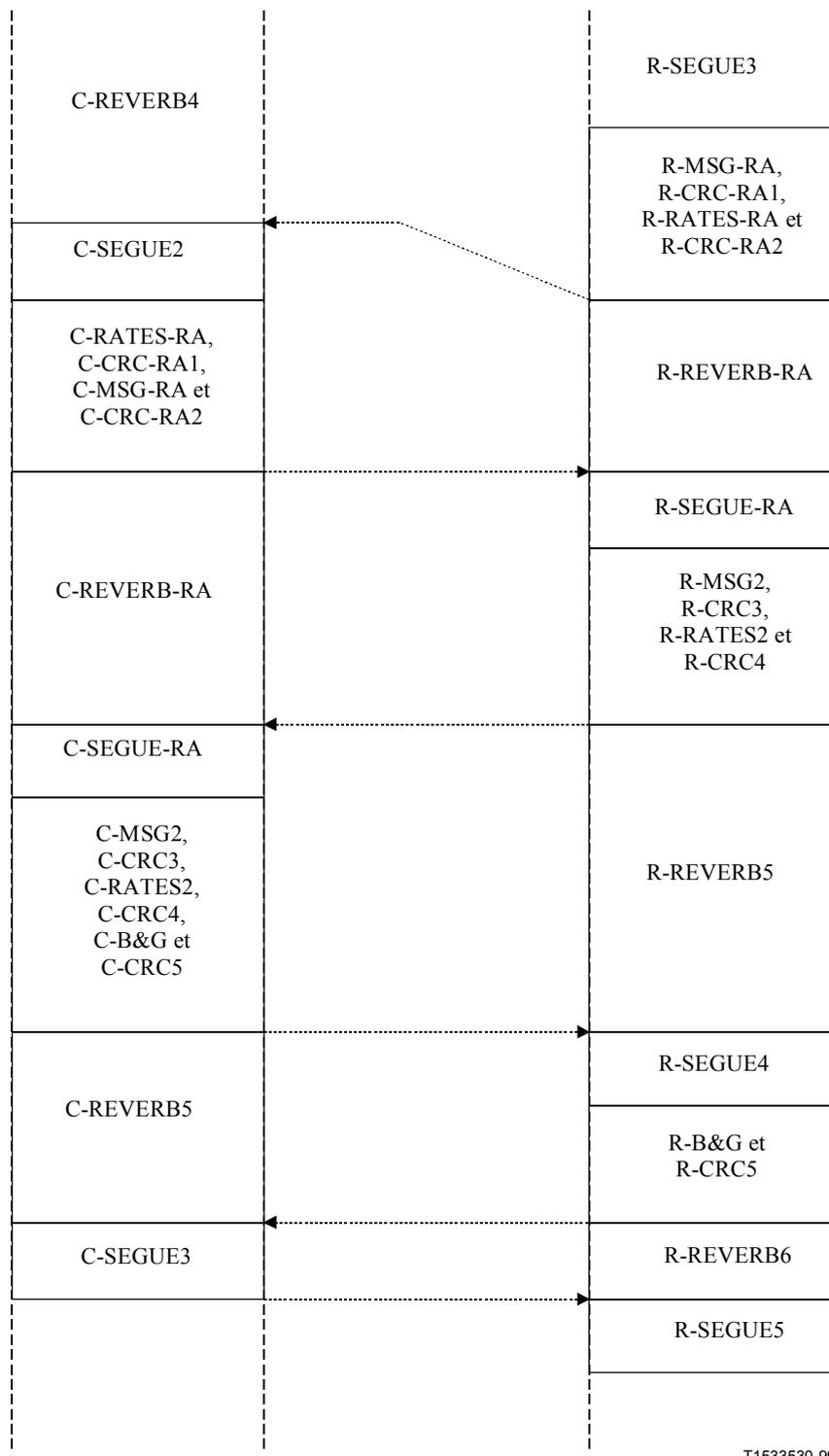


Figure 26/G.992.2 – Chronogramme de l'échange de signaux

Au cours de l'échange de signaux, trois événements doivent provoquer l'invocation, par l'ATU-C, de la procédure de réinitialisation: les expirations de temporisation, les options non acceptables dans un message C-RATES2 et les détections d'erreur par somme de contrôle crc. La procédure d'échange est partiellement synchronisée entre les ATU-C et ATU-R ainsi que partiellement interactive. Au cours de la phase interactive (C-REVERB4, C-REVERB5, C-REVERB-RA) une expiration de temporisation doit se produire lorsque la durée de l'état C-REVERB4 dépasse 6000 symboles ou lorsque la durée de l'état C-REVERB-RA ou C-REVERB5 dépasse 4000 symboles.

11.11.1 C-REVERB4

Ce signal est semblable à C-REVERB2 (voir 11.7.8), la seule différence étant l'addition d'un préfixe cyclique à chaque symbole et une durée maximale de 6000 symboles. C-REVERB4 se prolonge dans la procédure d'échange et sa durée n'est pas fixe. Ses caractéristiques d'expiration sont définies dans le présent sous-paragraphe.

Si l'ATU-C ne détecte pas R-CRC-RA2 dans l'intervalle de 6000 symboles, il doit arrêter la temporisation et revenir au signal C-QUIET1. Après détection de R-SEGUE3 jusqu'à R-CRC-RA2, l'ATU-C doit continuer à émettre C-REVERB4 pendant un intervalle supplémentaire de 80 symboles avant de passer à l'état C-SEGUE2.

11.11.2 C-SEGUE2

Ce signal est le même que C-SEGUE1 (voir 11.9.1), la seule différence étant l'addition d'un préfixe cyclique. Sa durée est de dix intervalles unitaires. Après C-SEGUE2, l'ATU-C doit entrer dans l'état C-RATES-RA pour commencer un deuxième échange de débits.

11.11.3 C-RATES-RA

Ce signal sert à envoyer quatre nouvelles options de configuration de transport en amont comme en aval. Ces options seront généralement plus proches du débit optimal pour le canal que celles du signal C-RATES1. Elles devront être fondées sur les informations de canal reçues dans le signal R-MSG-RA. Le contenu d'un message C-RATES-RA n'est pas contraint par les messages précédents, comme C-RATES1 et R-MSG-RA.

Le format du signal C-RATES-RA est le même que celui du signal C-RATES1, sauf que le préfixe de quatre octets ($55\ 55\ 55\ 55_{16}$) n'est pas transmis et que ce signal est émis avec 8 bits par symbole, comme défini pour C-MSG2 (voir 11.11.9). La durée du signal C-RATES-RA est de 120 symboles.

Les champs $\{RS_F, R, S, I, FS(LS2)\}$ doivent avoir une syntaxe suivante. Ils forment une séquence de 10 octets (1 octet par champ) dont la composition est la suivante:

- le champ RRSI contient les paramètres de correction FEC Reed-Solomon et d'entrelaceur. Il contient un total de 80 bits organisés en 10 entrées de 8 bits chacune. La deuxième entrée du champ RRSI contient le paramètre RS_I , qui est le nombre d'octets de parité par symbole dans le sens de transmission aval et qui occupe les bits 5 (MSB) à 0 (LSB). La troisième entrée du champ RRSI contient le paramètre S. Le paramètre S est le nombre de trames de données par mot de code Reed-Solomon dans le sens de transmission aval. Il occupe les bits 5 (MSB) à 0 (LSB). La quatrième entrée contient le paramètre I qui représente la profondeur d'entrelacement aval dans les mots de code. La septième entrée du champ RRSI contient le paramètre RS_I , qui est le nombre d'octets de parité par symbole dans le sens de transmission amont, RS_I étant égal à R/S et qui occupe les bits 5 (MSB) à 0 (LSB). La huitième entrée du champ RRSI contient le paramètre S. Le paramètre S est le nombre de trames de données par mot de code Reed-Solomon dans le sens de transmission amont. Il occupe les bits 5 (MSB) à 0 (LSB). La neuvième entrée contient le paramètre I qui représente la profondeur d'entrelacement amont dans les mots de code. Tous les autres bits du champ RRSI doivent être mis à 0_b .

Ces quatre options sont transmises dans l'ordre de décroissance des préférences. Le Tableau 33 résume le signal C-RATES-RA et le Tableau 34 résume les champs RRSI du signal C-RATES-RA.

Tableau 33/G.992.2 – Message 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 34/G.992.2 – Champs RRSI du message C-RATES-RA

Entrée n°	Champ		← bits →							
			7	6	5	4	3	2	1	0
1	RS _F	Aval	Non applicable à la présente Recommandation – Champ mis à {00000000 _b }							
2	R		0 _b	0 _b	Valeur de R [MSB ↔ LSB]					
3	S		0 _b	0 _b	Valeur de S [MSB ↔ LSB]					
4	I		I ₇	I ₆	I ₅	I ₄	I ₃	I ₂	I ₁	I ₀
5	FS(LS2)		Non applicable à la présente Recommandation – Champ mis à {00000000 _b }							
6	RS _F	Amont	Non applicable à la présente Recommandation – Champ mis à {00000000 _b }							
7	R		0 _b	0 _b	Valeur de R [MSB ↔ LSB]					
8	S		0 _b	0 _b	Valeur de S [MSB ↔ LSB]					
9	I		I ₇	I ₆	I ₅	I ₄	I ₃	I ₂	I ₁	I ₀
10	FS(LS2)		Non applicable à la présente Recommandation – Champ mis à {00000000 _b }							

11.11.4 C-CRC-RA1

Ce signal est un contrôle de redondance cyclique pour la détection d'erreurs lors de la réception du signal C-RATES-RA1 dans l'ATU-R. Sa relation avec le signal C-RATES-RA1 est la même que celle de C-CRC3 avec C-MSG2 (voir 11.11.10). Ses 16 bits sont transmis dans deux symboles (voir 11.11.9). Après C-CRC-RA1, l'ATU-C entre dans l'état C-MSG-RA.

11.11.5 C-MSG-RA

Ce signal a le même format que C-MSG1. L'attribution des bits est indiquée dans le Tableau 35.

Tableau 35/G.992.2 – Affectation des 48 bits du signal C-MSG-RA

Suffixe(s) de m_i (Note 1)	Paramètre (Note 2)
47-44	Nouvelle valeur cible de la marge de bruit de l'ATU-R
43-38	Marge de bruit minimale de l'ATU-R (-32 à +31 dB)
37-32	Marge de bruit maximale de l'ATU-R (-32 à +31 dB)
31-0	Champ réservé par l'UIT-T
<p>NOTE 1 – Dans les champs distincts, les bits les moins significatifs ont les plus faibles indices inférieurs.</p> <p>NOTE 2 – Tous les bits réservés doivent être mis à 0_b.</p> <p>NOTE 3 – Les valeurs minimales et maximales sont définies dans la Recommandation G.997.1.</p> <p>NOTE 4 – Seules les marges de bruit minimales et maximales de l'ATU-R sont communiquées à l'ATU-R. Ces informations sont nécessaires pour le calcul de la table B&G aval au niveau de l'ATU-R. Les marges de bruit minimales et maximales de l'ATU-C sont utilisées localement par cette dernière pour le calcul de la table B&G amont.</p>	

Les 48 bits sont transmis dans 6 symboles (voir 11.11.9). Après le signal C-MSG-RA, l'ATU-C doit entrer dans l'état C-CRC-RA2.

11.11.6 C-CRC-RA2

C-CRC-RA2 est un contrôle de redondance cyclique pour la détection d'erreurs lors de la réception du signal C-MSG-RA dans l'ATU-R. Sa relation avec C-MSG-RA est la même que celle de C-CRC3 avec C-MSG2 (voir 11.11.10). Ses 16 bits doivent être transmis dans deux symboles. Après C-CRC-RA2, l'ATU-C doit entrer dans l'état C-REVERB-RA.

11.11.7 C-REVERB-RA

Ce signal est semblable à C-REVERB4. Après détection de R-CRC4, l'ATU-C doit continuer à émettre C-REVERB-RA pendant un intervalle supplémentaire de 80 symboles avant de passer à l'état C-SEGUE-RA.

11.11.8 C-SEGUE-RA

Ce signal est le même que C-SEGUE2. Après C-SEGUE-RA, l'ATU-C doit entrer dans l'état C-MSG2.

11.11.9 C-MSG2

Ce signal envoie un message de 32 bits à l'ATU-R. Ce message contient le nombre total de bits par symbole qui est pris en charge, l'affaiblissement de boucle amont estimé et la marge de qualité avec l'option de débit choisie. Ce message, m , est défini par les bits suivants:

$$m = \{m_{31}, m_{30}, \dots, m_1, m_0\}$$

le bit m_0 étant émis en premier. Les éléments constitutants de ce message sont définis dans les sous-paragraphe suivants et leurs positions assignées dans le message composite, m , sont définies dans le Tableau 36.

Tableau 36/G.992.2 – Affectation des 32 bits du signal C-MSG2

Suffixe(s) de m_i (Note 1)	Paramètre (Note 2)
31-26	Estimation de l'affaiblissement de boucle moyen
25-22	Champ réservé par l'UIT-T
21	Effacement de tous les profils mémorisés
20-16	Marge de qualité avec option de débit choisie
15-9	Champ réservé par l'UIT-T
8-0	Nombre total de bits pris en charge
NOTE 1 – Dans les champs distincts, les bits les moins significatifs ont les plus faibles indices inférieurs.	
NOTE 2 – Tous les bits réservés doivent être mis à 0 _b .	

Un total de quatre intervalles unitaires est utilisé pour communiquer le message de 32 bits, avec 8 bits transmis dans chaque symbole. Deux bits sont codés dans chacune des sous-porteuses numérotées de 43 à 46 au moyen de l'étiquetage de constellation QAM-4 indiqué dans le 7.10.3 (pour le symbole de synchronisation) et dans le 11.7.5 (pour le signal C-REVERB1). Ces deux mêmes bits sont également codés de la même façon dans un ensemble de porteuses de réserve, à savoir les sous-porteuses 91 à 94. L'octet le moins significatif du message est transmis dans le premier symbole de C-MSG2, les deux bits les moins significatifs de chaque octet étant codés sur les porteuses 43 et 91. Par ailleurs, la tonalité pilote (sous-porteuse 64) doit être modulée en points (+,+). A la suite du signal C-MSG2, l'ATU-C doit entrer dans l'état de signalisation C-CRC3.

11.11.9.1 Estimation de l'affaiblissement de boucle moyen en amont

Au cours de l'analyse de canal, le récepteur de l'ATU-C estime le gain de canal amont de chaque sous-porteuse afin de préparer le calcul du rapport SNR pour chaque tonalité. Il doit également calculer l'affaiblissement de boucle moyen. Cet affaiblissement est défini comme la différence entre la puissance composite d'émission maximale de 12,5 dB moins toute baisse de puissance se trouvant activée et la puissance totale reçue, arrondie à 0,5 dB près.

L'affaiblissement est codé par les bits 31 à 26 du signal C-MSG2 en tant que représentation binaire d'un entier égal à deux fois l'affaiblissement (par exemple, si l'affaiblissement moyen est de 21,5 dB, on aura $\{m_{31}, \dots, m_{26}\} = 101011_b$).

11.11.9.2 Effacement de tous les profils mémorisés

Si l'ATU-C met ce bit à 1_b, tous les profils définis au 12.1.1 doivent être effacés dans l'ATU-R.

11.11.9.3 Marge de qualité avec option de débit choisie

Le récepteur d'ATU-C doit sélectionner une des options de débit envoyées par l'ATU-C au cours de l'état C-RATES-RA avec une marge satisfaisante de qualité amont. Cette option choisie est codée dans le message C-RATES2. Cette marge (arrondie au décibel) est codée par les bits 20 à 16 de C-MSG2 avec une représentation binaire conventionnelle (par exemple, si la marge est de 9 dB, on aura $\{m_{20}, \dots, m_{16}\} = 01001_b$).

11.11.9.4 Nombre total de bits pris en charge par symbole

Le récepteur d'ATU-C doit également calculer le nombre maximal de bits par symbole que la voie amont peut prendre en charge avec la marge de qualité définie dans le signal C-MSG-RA à un taux d'erreur de 10^{-7} . Ce nombre est codé par les bits 8 à 0 avec une représentation binaire conventionnelle (par exemple, si le nombre maximal de bits pouvant être pris en charge est de 127 (débit = 508 kbit/s), on aura $\{m_8, \dots, m_0\} = 00111111_b$).

11.11.10 C-CRC3

Ce signal est un contrôle de redondance cyclique pour la détection d'erreurs lors de la réception de C-MSG2 dans l'ATU-R. Le polynôme $c(D)$ et le polynôme générateur $g(D)$ sont les mêmes que pour le signal C-CRC1, comme défini au 11.9.3. Ces 16 bits sont transmis en deux temps de signalisation selon la méthode décrite en 11.11.9. Après C-CRC3, l'ATU-C doit entrer dans l'état C-RATES2.

11.11.11 C-RATES2

C-RATES2 est la réponse à R-RATES-RA. Ce signal combine l'option aval choisie avec l'option amont choisie. Il transmet donc la décision finale au sujet des débits qui seront utilisés dans les deux sens.

L'ATU-C ne doit pas modifier l'option aval par rapport à la valeur choisie dans R-RATES2.

La longueur de C-RATES2 est de 8 bits, dont la séquence est représentée dans le Tableau 37. D'autres séquences binaires, non spécifiées dans ce tableau, sont réservées pour usage futur. Si aucune des options demandées au cours de C-RATES1 ou de C-RATES-RA ne peut être implémentée, l'ATU-C invoque la procédure de réinitialisation pour effectuer un reconditionnement. Un seul intervalle unitaire est utilisé pour transmettre ces huit bits par la méthode décrite au 11.11.9. Après le signal C-RATES2, l'ATU-C doit entrer dans l'état de signalisation C-CRC4.

Tableau 37/G.992.2 – Séquences binaires pour C-RATES2

(En aval ou en amont)	Séquence binaire pour C-RATES2 (MSB en premier) (Note 1)
(option 1, option 1)	00010001 _b
(option 1, option 2)	00010010 _b
(option 1, option 3)	00010100 _b
(option 1, option 4)	00011000 _b
(option 2, option 1)	00100001 _b
(option 2, option 2)	00100010 _b
(option 2, option 3)	00100100 _b
(option 2, option 4)	00101000 _b
(option 3, option 1)	01000001 _b
(option 3, option 2)	01000010 _b
(option 3, option 3)	01000100 _b
(option 3, option 4)	01001000 _b
(option 4, option 1)	10000001 _b
(option 4, option 2)	10000010 _b
(option 4, option 3)	10000100 _b
(option 4, option 4)	10001000 _b
échec de toutes les options	00000000 _b

NOTE – Toutes les autres séquences binaires non représentées sont réservées pour usage futur par l'UIT-T.

S'il est déterminé qu'aucune des quatre options ne peut être implémentée avec la connexion, l'ATU-C doit invoquer la procédure de réinitialisation pour effectuer un reconditionnement.

11.11.12 C-CRC4

C-CRC4 est un contrôle de redondance cyclique pour la détection d'erreurs lors de la réception de C-RATES2 dans l'ATU-R. Sa relation avec C-RATES2 est la même que celle de C-CRC3 avec C-MSG2. Ses 16 bits sont transmis dans deux symboles (voir 11.11.11). Après C-CRC4, l'ATU-C doit entrer dans l'état C-B&G.

11.11.13 C-B&G

Ce signal doit être utilisé pour transmettre à l'ATU-R les informations sur les bits et sur les gains, $\{b_1, g_1, b_2, g_2, \dots, b_{31}, g_{31}\}$ qui doivent être utilisées dans les porteuses amont. Le paramètre b_i indique le nombre de bits qui doivent être codés par l'émetteur d'ATU-R dans la i ème porteuse amont; g_i indique le facteur d'échelle, applicable au gain qui a été utilisé pour cette porteuse pendant la transmission de R-MEDLEY. Ce facteur doit être appliqué à la i ème porteuse amont. Comme il n'y aura pas de transmission d'énergie ou de bits au niveau aperiodique ou à la moitié de la fréquence d'échantillonnage, les paramètres b_0, g_0, b_{32} et g_{32} sont tous supposés égaux à zéro et ne sont pas transmis.

Chaque b_i doit être représenté par un entier non signé de 4 bits. L'étendue de validité des b_i va de zéro à N_{upmax} (nombre maximal de bits que l'ATU-R est prêt à moduler sur une sous-porteuse quelconque, communiqué dans le signal R-MSG1).

Chaque g_i doit être représenté par une grandeur non signée à virgule fixe de 12 bits, la virgule binaire étant censée être placée immédiatement à droite du troisième bit le plus significatif. Par exemple, un g_i ayant la représentation binaire $001_b.01000000_b$ ordonnera à l'ATU-R d'échelonner d'un facteur de gain de 1,25 la constellation pour la porteuse i , de façon que la puissance dans cette porteuse soit supérieure de 1,94 dB à ce qu'elle était dans l'état R-MEDLEY.

Dans le cas de sous-porteuses ne devant pas transmettre de données, le récepteur ne leur attribuant jamais d'éléments binaires (par exemple sous-porteuses hors bande), les deux paramètres b_i et g_i doivent être mis à zéro (0000_b et 00000000.0000_b respectivement). Dans le cas de sous-porteuses ne devant provisoirement pas transmettre de données mais auxquelles le récepteur peut attribuer des bits ultérieurement (par exemple à la suite d'une amélioration du rapport SNR), les b_i doivent être mis à zéro et les g_i à une valeur comprise dans l'étendue de 0,19 à 1,33 (de 000.001100000_b à 001.010101011_b).

Les informations du signal C-B&G doivent être mappées à un message m de 496 bits (62 octets) défini comme suit:

$$m = \{m_{495}, m_{494}, \dots, m_1, m_0\} = \{g_{31}, b_{31}, \dots, g_1, b_1\},$$

avec le bit MSB de b_i et de g_i dans l'indice supérieur de m et le bit m_0 étant émis en premier. Le message m doit être émis dans 62 symboles, au moyen de la méthode de transmission décrite dans le 11.11.9.

Après C-B&G, l'ATU-C doit entrer dans l'état C-CRC5.

11.11.14 C-CRC5

Ce signal est un contrôle de redondance cyclique pour la détection d'erreurs dans la réception de C-B&G dans l'ATU-R. Sa relation avec C-B&G est la même que celle de C-CRC3 avec C-MSG2. Ses 16 bits doivent être transmis dans deux symboles (voir 11.11.9). Après C-CRC5, l'ATU-C doit entrer dans l'état C-REVERB5.

11.11.15 C-REVERB5

Ce signal est le même que C-REVERB4 (voir 11.11.1). La seule différence est la durée maximale de 4000 symboles. La durée de C-REVERB5 dépend de l'état de l'ATU-R et du traitement interne de l'ATU-C. Celui-ci doit transmettre C-REVERB5 jusqu'à ce qu'il ait reçu les informations contenues dans le signal R-B&G sur les bits et gains aval, qu'il en ait contrôlé la fiabilité et les ait établies dans l'émetteur d'ATU-C. Si les informations de bits et gains ne sont pas reçues, vérifiées et établies dans l'intervalle de 4000 symboles, l'ATU-C doit arrêter la temporisation et invoquer la procédure de réinitialisation. L'ATU-C doit entrer dans l'état C-SEGUE3 dès qu'il est prêt à émettre conformément aux conditions spécifiées dans le signal R-B&G.

11.11.16 C-SEGUE3

Ce signal sert à notifier à l'ATU-R que l'ATU-C va entrer dans l'état de signalisation en régime établi C-SHOWTIME. Le signal C-SEGUE3 est le même que C-SEGUE2 (voir 11.11.2). Sa durée est de dix intervalles unitaires. Après C-SEGUE3, l'ATU-C a terminé l'initialisation et doit entrer dans l'état C-SHOWTIME.

11.12 Echange de signaux dans l'ATU-R

Au cours de l'échange de signaux, il y a trois cas où l'ATU-R doit se réinitialiser: les expirations de temporisation, aucune des options d'un message R-RATES2 n'est acceptable et les détections d'erreur par somme de contrôle crc. Ces deux événements invoquent la procédure de réinitialisation. La procédure d'échange est partiellement synchronisée entre les ATU-C et ATU-R ainsi que partiellement interactive. Au cours de la phase interactive (R-REVERB-RA, R-REVERB5, R-REVERB6) une expiration de temporisation doit se produire lorsque la durée d'un de ces états dépasse 4000 symboles.

11.12.1 R-SEGUE3

Ce signal est le même que R-SEGUE2 (voir 11.10.3). Sa durée est de 10 intervalles unitaires. Après R-SEGUE3, l'ATU-R doit entrer dans l'état R-MSG-RA pour commencer un deuxième échange de débits.

11.12.2 R-MSG-RA

Ce signal est semblable à R-MSG2 mais augmenté de 48 bits. L'attribution des bits est conforme au Tableau 38.

Tableau 38/G.992.2 – Affectation des 80 bits du signal R-MSG-RA

Suffixe(s) de m_i (Note 1)	Paramètre (Note 2)
79-56	Champ réservé par l'UIT-T
55-49	Nombre d'octets de surdébit RS (R)
48-40	Nombre d'octets de capacité utile RS (K)
39-32	Nombre de tonalités transportant des données (ncloaded)
31-25	Estimation de l'affaiblissement de boucle moyen
24-21	Gain de codage
20-16	Marge de qualité avec option de débit choisie

Tableau 38/G.992.2 – Affectation des 80 bits du signal R-MSG-RA (fin)

Suffixe(s) de m_i (Note 1)	Paramètre (Note 2)
15-14	Champ réservé par l'UIT-T
13-12	Champ réservé par l'UIT-T
11-0	Nombre total de bits par symbole DMT, B_{\max}
NOTE 1 – Dans les champs distincts, les bits les moins significatifs ont les plus faibles indices inférieurs. NOTE 2 – Tous les bits réservés doivent être mis à 0 _b .	

11.12.2.1 Nombre d'octets de surdébit RS (R)

Il s'agit du paramètre R (défini au 7.5) qui sert à calculer B_{\max} . Ce paramètre est calculé avec $S = 1$.

11.12.2.2 Nombre d'octets de surdébit RS (K)

Il s'agit du paramètre K (défini au 7.3.3) qui sert à calculer B_{\max} . Ce paramètre est calculé avec $S = 1$.

11.12.2.3 Nombre de tonalités transportant des données (nloaded)

Il s'agit du nombre de sous-porteuses avec $b_i > 0$ qui sont utilisées pour calculer B_{\max} .

11.11.2.4 Estimation de l'affaiblissement de boucle moyen

Ce paramètre doit être défini comme dans le signal R-MSG2 (voir 11.12.8).

11.11.2.5 Gain de codage

Le gain de codage de correction FEC RS sert à calculer B_{\max} . Le gain de codage est exprimé par échelons de 0,5 dB dans l'étendue de 0 dB à 7,5 dB.

11.12.2.6 Marge de qualité avec option de débit choisie

Ce paramètre doit être défini comme dans le signal R-MSG2 (voir 11.12.8). Si R-RATES-RA indique "pas d'option choisie", ce paramètre doit être mis à zéro ou doit refléter la marge de qualité en décibels correspondant à B_{\max} (qui peut être de 0 à 3 dB supérieur à la marge minimale de rapport SNR requise). Ce champ est codé conformément au 11.12.8.3.

11.12.2.7 Nombre total de bits pris en charge (B_{\max})

Ce paramètre est défini comme pour le signal R-MSG2 (voir 11.12.8).

11.12.3 R-CRC-RA1

Ce signal est un contrôle de redondance cyclique pour la détection d'erreurs lors de la réception du signal R-MSG-RA. Sa relation avec celui-ci est la même que celle de R-CRC3 avec R-MSG2. Après R-CRC-RA1, l'ATU-R doit entrer dans l'état R-RATES-RA.

11.12.4 R-RATES-RA

Ce signal est la réponse à C-RATES1 sur la base des résultats de l'analyse de voie aval. Il est semblable à R-RATES2. Au lieu d'énumérer les débits et les formats comme dans C-RATES1, l'ATU-R effectue l'une des opérations suivantes:

- il ne renvoie que le numéro d'option du débit le plus élevé qui puisse être pris en charge sur la base du rapport SNR mesuré dans la voie aval (compte non tenu de la tolérance au bruit impulsif);

- il indique qu'aucune sélection d'option n'a été effectuée pour cette fois, mais qu'elle sera faite ultérieurement, sur la base des informations de C-RATES-RA;
- il indique qu'aucune des options demandées au cours de C-RATES1 ne peut être implémentée.

Comme dans R-RATES2, 4 bits sont utilisés pour le numéro d'option. Un total de 8 bits est utilisé pour R-RATES-RA et les séquences binaires sont conformes au Tableau 39. D'autres séquences binaires, non spécifiées dans ce tableau, sont réservées pour utilisation future. Un seul intervalle unitaire est utilisé pour transmettre ces 8 bits par la méthode décrite au 11.12.8. Après R-RATES-RA, l'ATU-R doit entrer dans l'état R-CRC-RA2.

Le format du signal R-RATES-RA est le même que celui de R-RATES2, sauf pour la séquence binaire additionnelle qui sert à indiquer "pas d'option choisie".

Tableau 39/G.992.2 – Séquences binaires pour R-RATES-RA

En aval	Séquence binaire pour R-RATES-RA (MSB en premier)
Option 1	00010001 _b
Option 2	00100010 _b
Option 3	01000100 _b
Option 4	10001000 _b
Pas d'option choisie	00000001 _b
Echec de toutes les options	00000000 _b
NOTE – Toutes les autres séquences binaires non représentées sont réservées pour usage futur par l'UIT-T.	

11.12.5 R-CRC-RA2

Ce signal est un contrôle de redondance cyclique pour la détection d'erreurs lors de la réception de R-RATES-RA. Sa relation avec R-RATES-RA est la même que celle de R-CRC3 avec R-MSG2. Après R-CRC-RA2, l'ATU-R doit entrer dans l'état R-REVERB-RA.

11.12.6 R-REVERB-RA

Ce signal est le même que R-REVERB3 (voir 11.10.2). Sa durée dépend de l'état de signalisation de l'ATU-C et du traitement interne de l'ATU-R, mais sa valeur maximale est de 4000 symboles. L'ATU-R doit émettre R-REVERB-RA jusqu'à ce qu'il ait reçu les informations de gains et bits amont contenues dans C-RATES-RA et qu'il en ait vérifié la fiabilité. Une fois que l'ATU-R a reçu C-CRC-RA2, il doit continuer à transmettre R-REVERB-RA pendant 64 symboles supplémentaires. Puis il doit entrer dans l'état R-SEGUE-RA.

S'il n'a pas détecté correctement tous les signaux de commande dans l'intervalle de 4000 symboles, l'ATU-R doit arrêter la temporisation et invoquer la procédure de réinitialisation.

11.12.7 R-SEGUE-RA

Le signal R-SEGUE-RA est le même que R-SEGUE-4. Après R-SEGUE-RA, l'ATU-R doit entrer dans l'état R-MSG2.

11.12.8 R-MSG2

Ce signal transmet à l'ATU-C un signal de message de 32 bits indiquant le nombre total de bits par symbole pris en charge, l'estimation de l'affaiblissement de boucle aval et la marge de qualité avec l'option de débit choisie. Ce message, m , est défini par:

$$m = \{m_{31}, m_{30}, \dots, m_1, m_0\}$$

le bit m_0 étant transmis en premier. Les éléments constitutants de ce message sont définis dans les sous-paragraphe suivants et leurs positions assignées dans le message composite, m , sont définies dans le Tableau 40.

Tableau 40/G.992.2 – Affectation des 32 bits du signal R-MSG2

Suffixe(s) de m_i (Note 1)	Paramètre (Note 2)
31-25	Estimation de l'affaiblissement de boucle moyen
24-22	Champ réservé par l'UIT-T
21	Effacement de tous les profils mémorisés
20-16	Marge de qualité avec option de débit choisie
15-12	Champ réservé par l'UIT-T
11-0	Nombre total de bits pris en charge

NOTE 1 – Dans les champs distincts, les bits les moins significatifs ont les plus faibles indices inférieurs.
NOTE 2 – Tous les bits réservés doivent être mis à 0_b.

Un total de 4 intervalles unitaires sont utilisés pour communiquer ce message de 32 bits, chaque symbole contenant 8 bits. Deux bits sont codés dans chacune des sous-porteuses numérotées de 10 à 13 au moyen de l'étiquetage de constellation QAM-4 indiqué au 7.10.3 (pour le symbole de synchronisation) et au 11.7.5 (pour le signal C-REVERB1). Ces deux mêmes bits sont également codés de la même façon dans un ensemble de porteuses de réserve, à savoir les sous-porteuses 20 à 23. L'octet le moins significatif du message est transmis dans le premier symbole de R-MSG2, les deux bits les moins significatifs de chaque octet étant codés sur les porteuses 10 et 20. A la suite du signal R-MSG2, l'ATU-R doit entrer dans l'état de signalisation R-CRC3.

11.12.8.1 Estimation de l'affaiblissement de boucle moyen en aval

Au cours de l'analyse de canal, le récepteur de l'ATU-R estime le gain de canal aval de chaque sous-porteuse afin de préparer le calcul du rapport SNR pour chaque tonalité. Il doit également calculer l'affaiblissement de boucle moyen. Cet affaiblissement est défini comme la différence entre la puissance composite d'émission maximale par l'ATU-C de 17,2 dBm moins toute baisse de puissance se trouvant activée et la puissance totale reçue, arrondie à 0,5 dB près.

L'affaiblissement est codé par les bits 31 à 25 du signal R-MSG2 en tant que représentation binaire d'un entier égal à deux fois l'affaiblissement (par exemple, si l'affaiblissement moyen est de 21,5 dB, on aura $\{m_{31}, \dots, m_{25}\} = 0101011_b$).

11.12.8.2 Effacement de tous les profils mémorisés

Si l'ATU-R met ce bit à 1_b, tous les profils définis au 12.1.1 doivent être effacés dans l'ATU-C.

11.12.8.3 Marge de qualité avec option de débit choisie

Le récepteur d'ATU-R doit sélectionner une des options de débit envoyées par l'ATU-C au cours de l'état C-RATES-RA avec une marge satisfaisante de qualité amont. Cette option choisie est codée dans le message R-RATES2. Cette marge (arrondie au décibel) est codée par les bits 20 à 16 de

R-MSG2 avec une représentation binaire conventionnelle (par exemple, si la marge est de 9 dB, on aura $\{m_{20}, \dots, m_{16}\} = 01001_b$).

11.12.8.4 Nombre total de bits pris en charge par symbole

Le récepteur d'ATU-R doit également calculer le nombre maximal de bits par symbole que la voie aval peut prendre en charge avec la marge de qualité définie dans le signal C-MSG-RA à un taux d'erreur de 10^{-7} . Ce nombre est codé par les bits 11 à 0 avec une représentation binaire conventionnelle (par exemple, si le nombre maximal de bits pouvant être pris en charge est de 1724 (débit = 6896 kbit/s), on aura $\{m_{11}, \dots, m_0\} = 11010111100_b$).

11.12.9 R-CRC3

Ce signal est un contrôle de redondance cyclique pour la détection d'erreurs lors de la réception de R-MSG2 dans l'ATU-C. Le polynôme $c(D)$ et le polynôme générateur $g(D)$ sont conformes au 11.9.3. Ces bits sont transmis dans deux intervalles unitaires par la méthode décrite au 11.12.8. Après R-CRC3, l'ATU-R doit entrer dans l'état R-RATES2.

11.12.10 R-RATES2

R-RATES2 est la réponse à C-RATES-RA sur la base des résultats de l'analyse de voie aval. Au lieu d'énumérer les débits et les formats comme dans C-RATES1, l'ATU-R ne renvoie que le numéro d'option du débit choisi qui peut être pris en charge sur la base du rapport SNR mesuré dans la voie aval (compte non tenu de la tolérance au bruit impulsif). Comme dans C-RATES2, quatre bits sont utilisés pour le numéro d'option. Un total de huit bits est utilisé pour R-RATES-2 et les séquences binaires sont conformes au Tableau 41. Si aucune des options demandées au cours de l'état C-RATES1 ne peut être implémentée, l'ATU-R doit invoquer la procédure de réinitialisation. Un seul intervalle unitaire est utilisé pour transmettre ces huit bits par la méthode décrite au 11.12.8. Après R-RATES-2, l'ATU-R doit entrer dans l'état R-CRC4.

Tableau 41/G.992.2 – Séquences binaires pour R-RATES2

En aval	Séquence binaire pour R-RATES2 (MSB en premier)
Option 1	00010001 _b
Option 2	00100010 _b
Option 3	01000100 _b
Option 4	10001000 _b
Echec de toutes les options	00000000 _b
NOTE – Toutes les autres séquences binaires non représentées sont réservées pour usage futur par l'UIT-T.	

S'il est déterminé qu'aucune des quatre options ne peut être implémentée avec la connexion, l'ATU-R doit invoquer la procédure de réinitialisation pour effectuer un reconditionnement.

11.12.11 R-CRC4

R-CRC4 est un contrôle de redondance cyclique pour la détection d'erreurs lors de la réception de R-RATES2 dans l'ATU-C. Sa relation avec R-RATES2 est la même que celle de R-CRC3 avec R-MSG2. Après R-CRC4, l'ATU-R doit entrer dans l'état R-REVERB5.

11.12.12 R-REVERB5

Ce signal est le même que R-REVERB3 (voir 11.10.2). Sa durée dépend de l'état de signalisation de l'ATU-C et du traitement interne de l'ATU-R mais sa valeur maximale est de 4000 symboles. L'ATU-R doit transmettre R-REVERB5 jusqu'à ce qu'il ait reçu les informations contenues dans le signal C-B&G sur les bits et gains amont et qu'il en ait contrôlé la fiabilité. Une fois que l'ATU-R a reçu le signal C-CRC5, il doit continuer à émettre R-REVERB5 pendant 64 symboles supplémentaires. Puis il doit entrer dans l'état R-SEGUE4. S'il n'a pas correctement détecté tous les signaux de commande dans l'intervalle de 4000 symboles, il doit arrêter la temporisation et invoquer la procédure de réinitialisation.

11.12.13 R-SEGUE4

Ce signal sert à notifier à l'ATU-C que l'ATU-R va entrer dans l'état R-B&G. Ce signal est le même que R-SEGUE3 (voir 11.12.1). Sa durée est de dix intervalles unitaires. Après R-SEGUE4, l'ATU-R doit entrer dans l'état R-B&G.

11.12.14 R-B&G

Ce signal a pour fonction de transmettre à l'ATU-C les informations sur les bits et sur les gains, $\{b_1, g_1, b_2, g_2, \dots, b_{127}, g_{127}\}$ qui doivent être utilisées dans les porteuses aval. Le paramètre b_i indique le nombre de bits qui doivent être codés par l'émetteur d'ATU-C dans la i ème sous-porteuse aval; g_i indique le facteur d'échelle applicable au gain qui a été utilisé pour cette porteuse pendant la transmission de C-MEDLEY. Comme il n'y aura pas de transmission d'énergie ou de bits au niveau apériodique ou à la moitié de la fréquence d'échantillonnage, les paramètres b_0, g_0, b_{128} et g_{128} sont tous supposés égaux à zéro et ne sont pas transmis. Etant donné que la sous-porteuse est réservée comme tonalité pilote, le bit b_{64} doit être mis à 0 et g_{64} sera positionné sur g_{sync} . La valeur g_{sync} représente la normalisation du gain appliquée au symbole de synchronisation; elle est définie dans les Annexes A, B et C.

Chaque b_i doit être représenté par un entier non signé de quatre bits. L'étendue de validité des b_i va de zéro à N_{downmax} (nombre maximal de bits que l'ATU-C est prêt à moduler sur une sous-porteuse quelconque, communiqué dans le signal C-MSG1).

Chaque g_i doit être représenté par une grandeur non signée à virgule fixe de 12 bits, la virgule binaire étant censée être placée immédiatement à droite du troisième bit le plus significatif. Par exemple, un g_i ayant la représentation binaire 001.010000000_b ordonnera à l'ATU-C d'échelonner d'un facteur de gain de 1,25 la constellation pour la porteuse i , de façon que la puissance dans cette porteuse soit supérieure de 1,94 dB à ce qu'elle était dans l'état C-MEDLEY.

Dans le cas de sous-porteuses ne devant pas transmettre de données, le récepteur ne leur attribuant jamais d'éléments binaires (par exemple sous-porteuses hors bande), les deux paramètres b_i et g_i doivent être mis à zéro (0000_b et $0000\ 0000.0000_b$ respectivement). Dans le cas de sous-porteuses ne devant provisoirement pas transmettre de données mais auxquelles le récepteur peut attribuer des bits ultérieurement (par exemple à la suite d'une amélioration du rapport SNR), les b_i doivent être mis à zéro et les g_i à une valeur comprise dans l'étendue de 0,19 à 1,33 (de 000.001100000_b à 001.010101011_b).

Les informations du signal R-B&G doivent être mappées à un message m de 4080 bits (510 octets) défini comme suit:

$$m = \{m_{4079}, m_{4078}, \dots, m_1, m_0\} = \{g_{255}, b_{255}, \dots, g_1, b_1\},$$

avec le bit MSB de b_i et de g_i dans l'indice supérieur de m et le bit m_0 étant émis en premier. Le message m doit être émis dans 510 symboles, au moyen de la méthode de transmission décrite au 11.12.8.

Les valeurs de b_i et de g_i seront positionnées sur 0 pour $i \geq 129$ et $i \leq 255$.

Après R-B&G, l'ATU-C doit entrer dans l'état R-CRC5.

11.12.15 R-CRC5

Ce signal est un contrôle de redondance cyclique pour la détection d'erreurs dans la réception de R-B&G dans l'ATU-C. Sa relation avec R-B&G est la même que celle de R-CRC3 avec R-MSG2. Après R-CRC5, l'ATU-R doit entrer dans l'état R-REVERB6.

11.12.16 R-REVERB6

Ce signal est le même que R-REVERB3 (voir 11.10.2). Sa durée dépend de l'état de signalisation de l'ATU-C et du traitement interne de l'ATU-R mais jusqu'à un maximum de 4000 symboles. L'ATU-R doit transmettre R-REVERB6 jusqu'à ce qu'il ait détecté les 10 symboles de C-SEGUE3. Il doit ensuite entrer dans l'état R-SEGUE5. S'il n'a pas correctement détecté le signal C-SEGUE3 dans l'intervalle de 4000 symboles, il doit arrêter la temporisation et invoquer la procédure de réinitialisation.

11.12.17 R-SEGUE5

Ce signal sert à notifier à l'ATU-C que l'ATU-R va entrer dans l'état de signalisation en régime établi R-SHOWTIME. Le signal R-SEGUE5 est le même que R-SEGUE3 (voir 11.12.1). Sa durée est de dix intervalles unitaires. Après R-SEGUE5, l'ATU-R a terminé l'initialisation et doit entrer dans l'état R-SHOWTIME.

11.13 Détails sur la chronologie d'initialisation

Les Figures 27 et 28 décrivent les prescriptions applicables à la séquence d'initialisation (définie du 11.1 au 11.12). La Figure 27 montre la première partie de cette séquence, jusqu'aux signaux C-MEDLEY et R-MEDLEY. La Figure 28 montre le reste de la séquence d'initialisation.

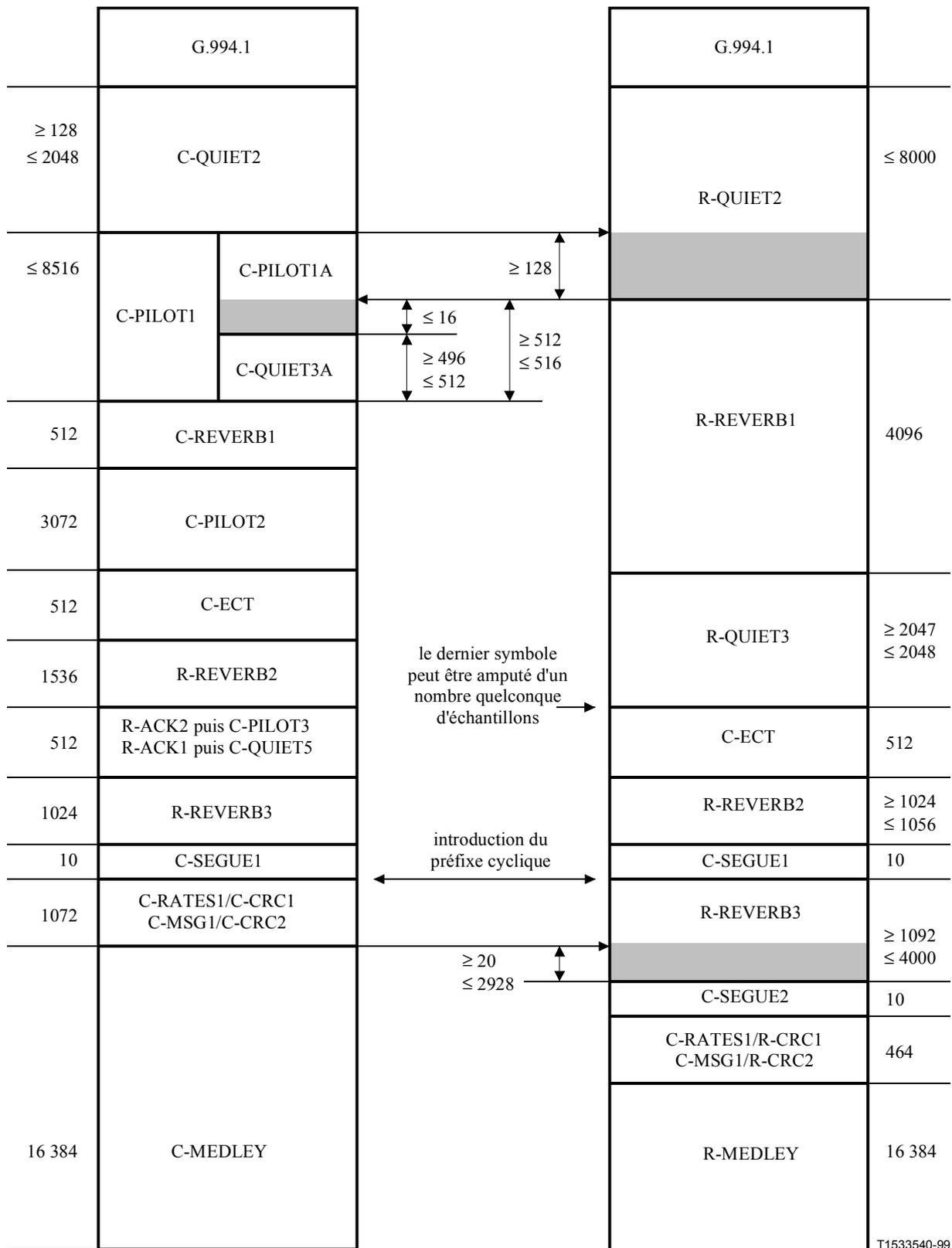


Figure 27/G.992.2 – Chronogramme de la séquence d'initialisation (partie 1)

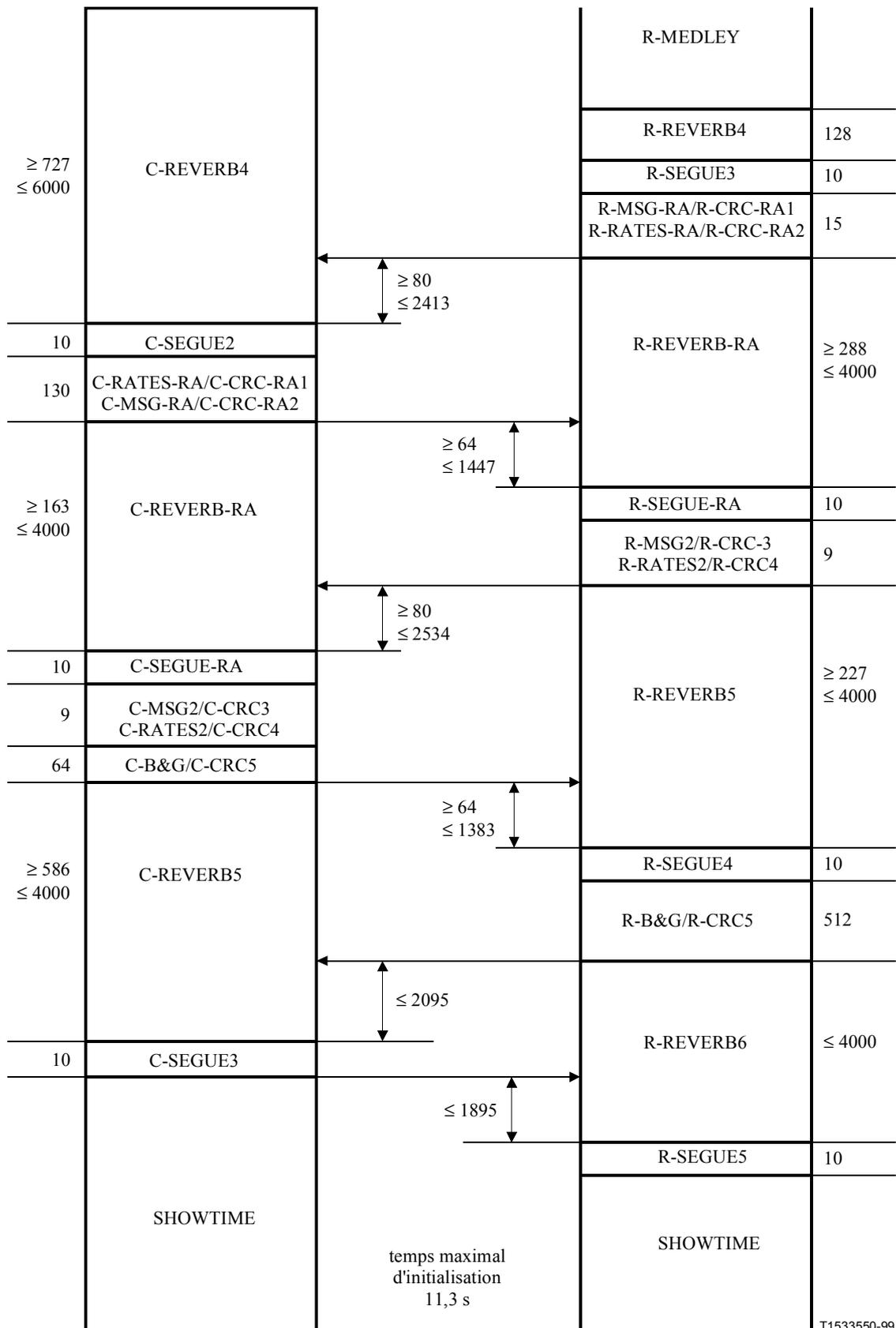


Figure 28/G.992.2 –Chronogramme de la séquence d'initialisation (partie 2)

12 Reconditionnement rapide

12.1 Aperçu général du reconditionnement rapide

Une procédure de reconditionnement rapide est définie afin d'adapter les caractéristiques de transmission aux variations des conditions de ligne provoquées par exemple par des phases de décrochage/raccrochage téléphonique. La procédure de reconditionnement rapide est également utilisée dans un échappement du dialogue initial vers le reconditionnement rapide et dans les transitions de gestion de puissance.

La Figure 29 montre l'organigramme des divers éléments constituant de la procédure de reconditionnement rapide ainsi que les rapports de cette procédure avec celles d'initialisation (paragraphe 11).

Une procédure de reconditionnement rapide peut également être invoquée si des erreurs surviennent durant l'état SHOWTIME.

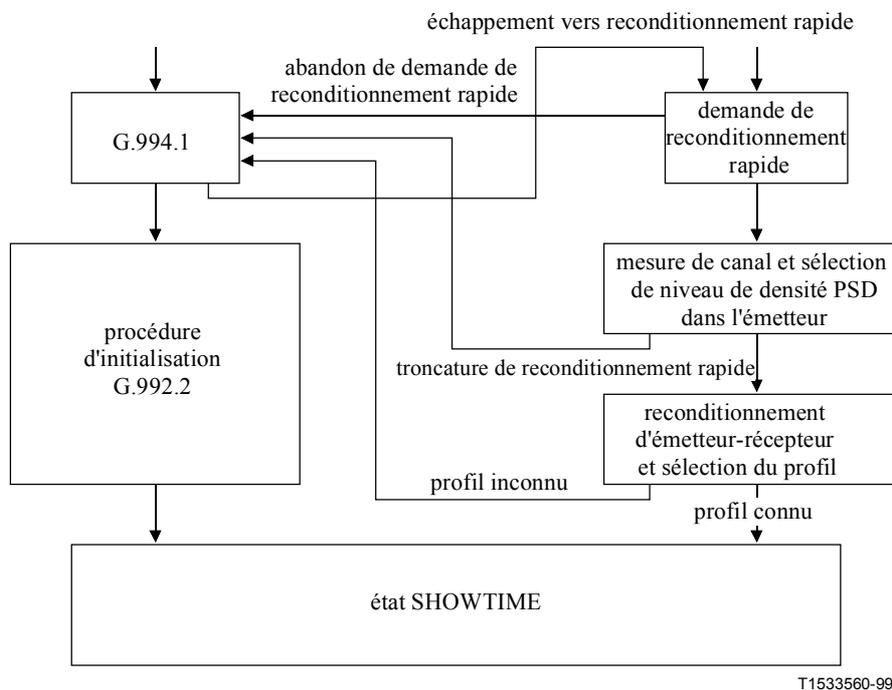


Figure 29/G.992.2 – Organigramme du reconditionnement rapide

12.1.1 Prescriptions relatives aux profils

La procédure de reconditionnement rapide est fondée sur le concept de profils mémorisés.

L'ATU doit prendre en charge un minimum de deux profils: le profil zéro et le profil un. Un maximum de 16 profils peut être pris en charge, le plus grand nombre de profils étant égal à 15.

Les profils doivent contenir au moins les informations suivantes:

- tables d'informations B&G (telles que définies aux 11.11.13 et 11.12.14);
- paramètres R et S de correction FEC (tels que définis au 7.5);
- profondeur d'entrelacement D (telle que définie au 7.6).

12.2 Définition des signaux de reconditionnement rapide

Les signaux suivants sont utilisés dans la procédure de reconditionnement rapide et sont définis comme suit:

- R-RECOV est un signal de tonalité unique correspondant à la sous-porteuse 20 sans préfixe cyclique;
- C-RECOV est un signal de tonalité unique correspondant à la sous-porteuse 68 sans préfixe cyclique, assorti de la sous-porteuse pilote 64;
- C-REVERB-FR1 est semblable au signal C-REVERB1;
- R-MSG-FR1 est un message de 16 bits qui est modulé à raison de 1 bit par symbole, de la même façon que le signal R-MSG1 au 11.10.6.
- Le message R-MSG-FR1, m , est défini comme suit:

$$m = \{u_7, \dots, u_1, u_0, d_7, \dots, d_1, d_0\}$$

Les bits d_4 à d_0 (LSB) indiquent le niveau PSD de baisse de puissance relative par reconditionnement rapide en aval. Ils représentent la baisse de puissance par échelons de 2 dB (avec une baisse maximale de 62 dB). Le bit d_5 correspond à la "troncature de reconditionnement rapide" (voir 1.2.7) et sert à indiquer que l'ATU-R demande à tronquer la séquence de reconditionnement rapide et à s'échapper vers la séquence d'initialisation complète. Les bits d_7 et d_6 sont réservés et mis à 0_b . Le bit le moins significatif d_0 est émis en premier. Le Tableau 42 définit la relation entre le niveau de densité PSD et les valeurs pour $\{d_4, d_3, d_2, d_1, d_0\}$.

Tableau 42/G.992.2 – Baisse de puissance relative par reconditionnement rapide en aval

Valeur décimale de $\{d_4, d_3, d_2, d_1, d_0\}$	Baisse de puissance relative par reconditionnement rapide en aval (dB)
0	0
1	2
...	...
31	62

Les bits u_4 à u_0 (LSB) indiquent le niveau PSD de baisse de puissance absolue par reconditionnement rapide en amont. Ils représentent la baisse de puissance par échelons de 2 dB (jusqu'à un maximum de 62 dB). Les bits u_7 à u_5 sont réservés et mis à 0_b . Le bit le moins significatif, u_0 , est émis en premier. Le Tableau 43 définit la relation entre les niveaux de densité PSD et les valeurs pour $\{u_4, u_3, u_2, u_1, u_0\}$.

Tableau 43/G.992.2 – Baisse de puissance absolue par reconditionnement rapide en amont

Valeur décimale de $\{u_4, u_3, u_2, u_1, u_0\}$	Baisse de puissance absolue par reconditionnement rapide en amont (dB)
0	0
1	2
...	...
31	62

- Le signal R-CRC-FR1 se rapporte à R-MSG-FR1 comme R-CRC2 se rapporte à R-MSG1.
- Le signal C-MSG-FR1 est un message de 16 bits qui est modulé à raison de 1 bit par symbole, de la même façon que C-MSG1 au 11.9.4.

Ce message, m , est défini par:

$$m = \{b_{15}, \dots, b_1, b_0\}$$

Les bits b_4 à b_0 indiquent la baisse de puissance de courtoisie par reconditionnement rapide (dont la valeur maximale est de 62 dB) par rapport au niveau PSD nominal en aval qui a été utilisé par le signal C-REVERB-FR1 précédent. Le bit b_5 correspond à la "troncature de reconditionnement rapide" et sert à indiquer que l'ATU-C demande à tronquer la séquence de reconditionnement rapide et à s'échapper vers la séquence d'initialisation complète. Les autres bits sont réservés et mis à 0_b . Le bit le moins significatif, b_0 , est émis en premier. Le Tableau 44 définit la relation entre le niveau de baisse de puissance de courtoisie par reconditionnement rapide et les valeurs pour $\{b_4, b_3, b_2, b_1, b_0\}$.

Tableau 44/G.992.2 – Baisse de puissance de courtoisie par reconditionnement rapide

Valeur décimale de $\{b_4, b_3, b_2, b_1, b_0\}$	Baisse de puissance de courtoisie par reconditionnement rapide (dB)
0	0
1	2
...	...
31	62

- Le signal C-CRC-FR1 se rapporte à C-MSG-FR1 comme C-CRC2 se rapporte à C-MSG1 (voir 11.10.6).
- Le signal R-MSG-FR2 est un message de 16 bits qui indique le profil de ligne aval sélectionné par l'ATU-R. La méthode de modulation est la même que pour R-MSG-FR1.

Ce message, m , est défini par:

$$m = \{m_{15}, m_{14}, \dots, m_1, m_0\}$$

Les bits m_3 à m_0 représentent l'indice du profil de ligne (jusqu'à 16 profils, m_0 étant le bit LSB de l'indice de profil). Le bit m_4 sert à indiquer un "profil connu" (0_b) ou un "profil inconnu" (1_b). Les autres bits sont réservés et mis à 0_b . Le bit le moins significatif, m_0 , est émis en premier.

- R-CRC-FR2 se rapporte à R-MSG-FR2 comme R-CRC2 se rapporte à R-MSG1.
- C-MSG-FR2 est un message de 16 bits indiquant le profil de ligne amont sélectionné par l'ATU-C. La méthode de modulation est identique à C-MSG-FR1.

Ce message, m , est défini par:

$$m = \{m_{15}, m_{14}, \dots, m_1, m_0\}$$

Le bit m_0 , le moins significatif, est émis en premier. Les bits m_3 à m_0 représentent l'indice du profil de ligne (jusqu'à 16 profils, m_0 étant le bit LSB de l'indice de profil). Le bit m_4 sert à indiquer un "profil connu" (0_b) ou un "profil inconnu" (1_b). Les autres bits sont réservés et mis à 0_b . Le bit le moins significatif, m_0 , est émis en premier.

- C-CRC-FR2 se rapporte à C-MSG-FR2 comme C-CRC2 se rapporte à C-MSG1.

12.2.1 Niveaux de puissance du signal de reconditionnement rapide

12.2.1.1 Niveaux de puissance du signal de reconditionnement rapide dans l'ATU-C

C-RECOV doit être émis au niveau nominal.

C-REVERB-FR1 doit être émis au niveau de (-40 – baisse de puissance de courtoisie par reconditionnement rapide) dBm/Hz. Le niveau de baisse de puissance de courtoisie par reconditionnement rapide est obtenu au moyen du Tableau 25. A cette fin, l'affaiblissement moyen de boucle amont peut être estimé par mesurage de R-REVERB1, R-RECOV et/ou des tonalités de l'ATU-R conformes à la Recommandation G.994.1.

Les signaux C-PILOT-FR1, C-REVERB-FR2, C-SEGUE-FR1, C-MSG-FR1 et C-CRC-FR1 sont envoyés au niveau PSD du signal C-REVERB-FR1.

Tous les signaux à partir de C-REVERB-FR3 jusqu'à C-SEGUE-FR4 sont émis au niveau PSD de (-40 – baisse de puissance absolue par reconditionnement rapide en aval) dBm/Hz. Toutefois, comme C-ECT-FR est un signal défini par le vendeur, la spécification du niveau de densité PSD ne doit être interprété que comme un maximum.

12.2.1.2 Niveaux de puissance du signal de reconditionnement rapide dans l'ATU-R

R-RECOV doit être émis au niveau nominal.

Tous les signaux à partir de R-REVERB-FR1 jusqu'à R-CRC-FR1 sont émis à des niveaux de densité PSD au gré du vendeur, inférieurs ou égaux à -38 dBm/Hz.

Tous les signaux à partir de R-REVERB-FR3 jusqu'à R-SEGUE-FR5 sont émis au niveau PSD de (-38 – baisse de puissance absolue par reconditionnement rapide en amont) dBm/Hz. Toutefois, comme R-ECT-FR est un signal défini par le vendeur, la spécification du niveau de densité PSD ne doit être interprétée que comme un maximum.

12.3 Procédure de reconditionnement rapide

12.3.1 Procédure lancée par l'ATU-C à partir de l'état SHOWTIME

Les Figures 30 et 31 montrent le chronogramme du reconditionnement rapide lorsque c'est l'ATU-C qui lance la procédure. Les temporisations C-TO1, C-TO2, C-TO3 et R-TO1 sont au gré du vendeur. Il est conseillé de rendre ces durées aussi brèves que possible afin de minimiser l'interruption de la couche Physique.

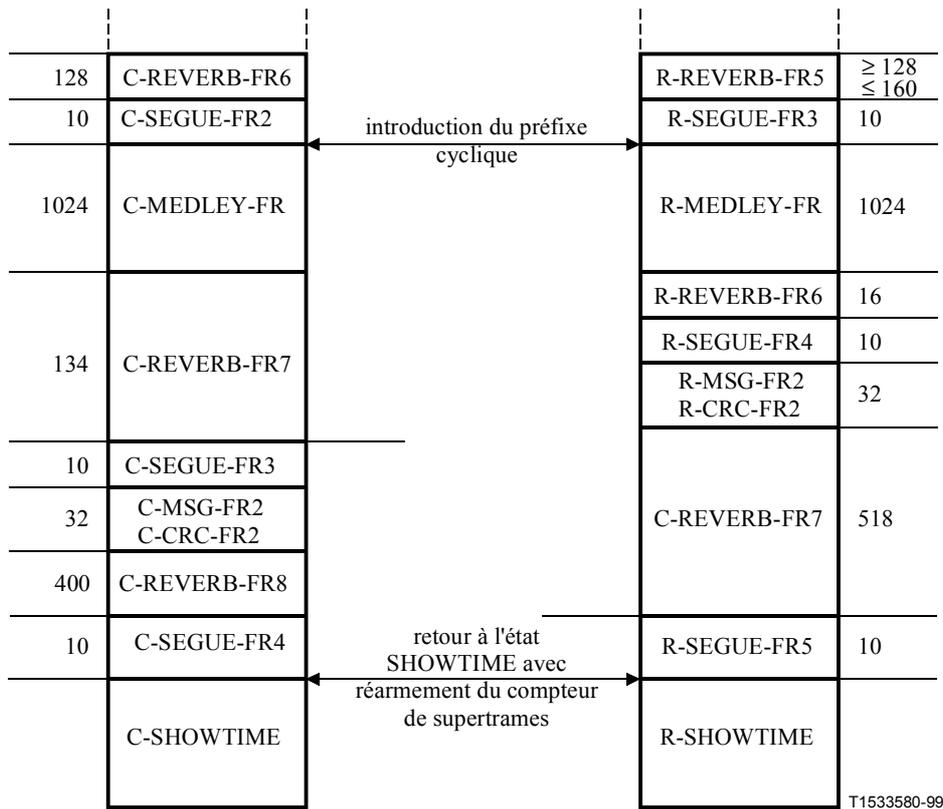


Figure 31/G.992.2 – Chronogramme de la procédure de reconditionnement rapide lancée par l'ATU-C à partir de l'état SHOWTIME (partie 2)

12.3.1.1 Demande de reconditionnement rapide de l'ATU-C

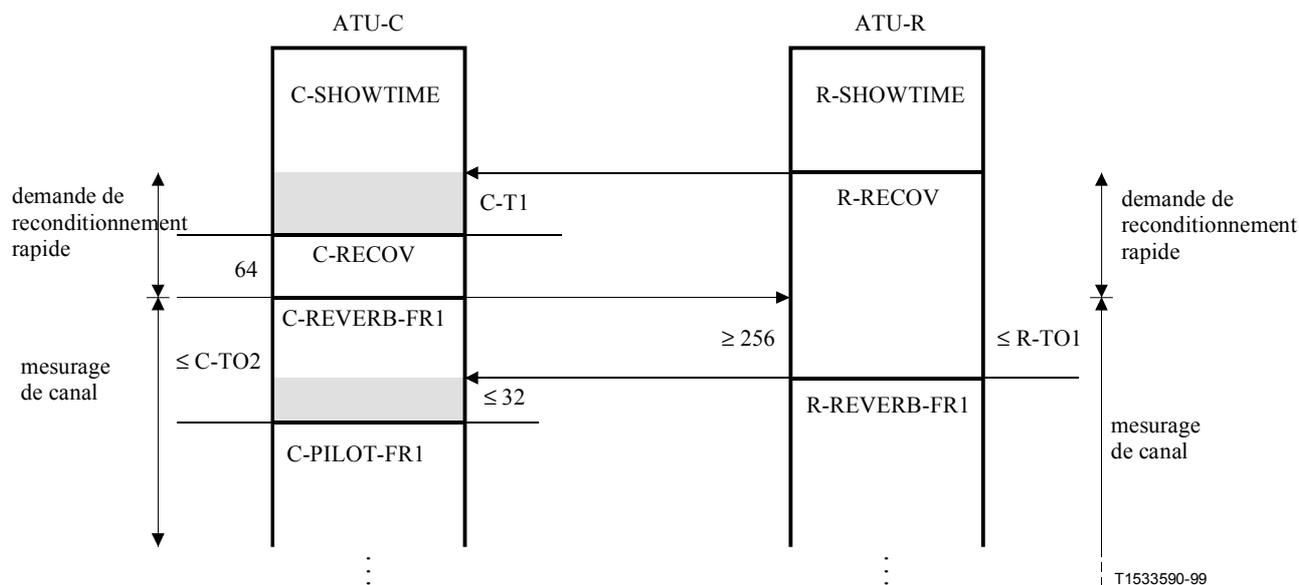
L'ATU-R sort de l'état SHOWTIME sur demande de l'ATU-C dans l'intervalle de R-T1 symboles après réception du signal C-RECOV. Il commence ensuite à émettre R-RECOV.

Dès réception du signal R-RECOV, l'ATU-C envoie C-RECOV pendant une période minimale de 64 symboles, après quoi il commence à émettre C-REVERB-FR1 (sans préfixe cyclique).

La durée du signal R-T1 est au gré du vendeur. Il est conseillé de rendre ces durées aussi brèves que possible parce que, au cours d'un événement de décrochage/raccrochage, le signal R-SHOWTIME est envoyé au poste téléphonique avec un niveau de puissance élevé. Il peut en résulter dans le haut-parleur des niveaux acoustiques inacceptables pour l'utilisateur, surtout dans le cas d'une utilisation au casque.

12.3.2 Procédure lancée par l'ATU-R à partir de l'état SHOWTIME

La Figure 32 montre le chronogramme du mécanisme de reconditionnement rapide lorsque c'est l'ATU-R qui lance la procédure.



T1533590-99

NOTE – Les temporisations C-TO1, C-TO2, C-TO3 et R-TO1 sont au gré du vendeur. Il est conseillé de rendre ces durées aussi brèves que possible afin de minimiser l'interruption de la couche Physique.

Figure 32/G.992.2 – Chronogramme de la procédure de reconditionnement rapide lancée par l'ATU-R à partir de l'état SHOWTIME

12.3.2.1 Demande de reconditionnement rapide de l'ATU-R

La demande de reconditionnement rapide est lancée par l'ATU-R lorsque celui-ci sort de l'état R-SHOWTIME de manière autonome et qu'il commence à émettre le signal R-RECOV.

Dès réception de R-RECOV, l'ATU-C sort de l'état C-SHOWTIME et commence C-RECOV dans l'intervalle de C-T1 symboles après réception de R-RECOV. Le signal C-RECOV est transmis pendant une période de 64 symboles après quoi le signal C-REVERB-FR1 (sans préfixe cyclique) commence à être émis.

L'ATU-R doit détecter un minimum de 256 symboles de C-REVERB-FR1 avant de passer de R-RECOV à R-REVERB-FR1. L'ATU-C passe à C-PILOT-FR1 dans l'intervalle de 32 symboles après réception de la transition de R-RECOV à R-REVERB-FR1. Les autres parties de la procédure de reconditionnement rapide sont analogues au cas du lancement par l'ATU-C.

NOTE – La durée du signal C-T1 est au gré du vendeur. Il est conseillé de rendre ces durées aussi brèves que possible parce que, au cours d'un événement de décrochage/raccrochage, les signaux C-SHOWTIME, C-RECOV et C-REVERB-FR1 sont envoyés au poste téléphonique avec un niveau de puissance élevé. Il peut en résulter dans le haut-parleur des niveaux acoustiques inacceptables pour l'utilisateur, surtout dans le cas d'une utilisation au casque.

12.3.3 Mesurage de canal

La partie suivante de la procédure de reconditionnement rapide consiste à effectuer un mesurage de canal.

L'ATU-R doit détecter un minimum de 256 symboles de C-REVERB-FR1 avant de passer de R-RECOV à R-REVERB-FR1. L'ATU-C passe à C-PILOT-FR1 dans l'intervalle de 32 symboles après réception de la transition de R-RECOV à R-REVERB-FR1. Le signal R-REVERB-FR1 (sans préfixe cyclique) est envoyé pendant 256 symboles et est suivi de 10 symboles de R-SEGUE-FR1.

L'ATU-R fait suivre le signal R-SEGUE-FR1 de 512 symboles du signal R-LINE-PROBE. Ce signal permet à l'ATU-R de mesurer les échos ou les réflexions afin de régler de manière appropriée la puissance amont de l'émetteur.

12.3.4 Sélection des niveaux de puissance d'émetteur

La deuxième partie de la procédure de reconditionnement rapide concerne la sélection des niveaux de puissance d'émission.

Après R-LINE-PROBE, l'ATU-R envoie le message R-MSG-FR1 qui indique les nouveaux niveaux PSD de baisse de puissance absolue par reconditionnement rapide en amont et de baisse de puissance relative par reconditionnement rapide en aval, au moyen de la séquence de 16 symboles du signal R-REVERB-FR2, de 10 symboles de R-SEGUE-FR2 et des 32 symboles de R-MSG-FR1/R-CRC-FR1. Ce message est suivi de R-QUIET-FR1, qui se termine après 750 ± 6 symboles comptés à partir du début de R-SEGUE-FR1. Ensuite, l'émission du signal R-REVERB-FR3 commence.

Dans l'ATU-C, le signal C-PILOT-FR1 se termine 612 symboles après réception de R-SEGUE-FR1, après quoi l'ATU-C envoie un message indiquant un bit de troncature de reconditionnement rapide, au moyen de la séquence de 64 symboles de C-REVERB-FR2, de 10 symboles de C-SEGUE-FR1 et des 32 symboles de C-MSG-FR1/C-CRC-FR1. Ensuite, l'émission du signal C-REVERB-FR3 commence.

12.3.5 Reconditionnement de l'émetteur-récepteur

La troisième partie de la procédure de reconditionnement rapide concerne le reconditionnement de l'émetteur-récepteur.

Dans l'ATU-R, le signal R-REVERB-FR3 est envoyé pendant 1216 symboles et est suivi de 1536 symboles de R-QUIET-FR2 et de 32 symboles de R-REVERB-FR4. Le symbole final de R-QUIET-FR2 peut être amputé d'un nombre quelconque d'échantillons (à la fréquence de 276 kHz) afin d'adapter l'émetteur au verrouillage de trames du récepteur. Le signal R-REVERB-FR4 est immédiatement suivi de 512 symboles de R-ECT-FR, d'un minimum de 128 et d'un maximum de 160 symboles de R-REVERB-FR5 et de 10 symboles de R-SEGUE-FR3.

Dans l'ATU-C, le signal C-REVERB-FR3 est envoyé pendant 192 symboles, suivis de 1024 symboles de C-PILOT-FR2, de 32 symboles de C-REVERB-FR4, de 512 symboles de C-ECT-FR, de 1056 symboles de C-REVERB-FR5, de 512 symboles de C-PILOT-FR3 ou C-QUIET-FR, selon que le signal R-ACK2 ou R-ACK1 a été reçu au cours d'une précédente procédure d'initialisation normale, de 128 symboles de C-REVERB-FR6 et de 10 symboles de C-SEGUE-FR2.

L'ATU-C après C-SEGUE-FR2 et l'ATU-R après R-SEGUE-FR3 introduit le préfixe cyclique et passe à l'émission du signal MEDLEY. Les signaux C-MEDLEY-FR et R-MEDLEY-FR sont émis pendant 1024 symboles. Cette partie du reconditionnement rapide est destinée au mesurage du rapport SNR.

12.3.6 Echange de profils

La dernière partie de la procédure de reconditionnement rapide concerne l'échange de profils.

Après R-MEDLEY-FR, la sélection de profil de ligne pour l'ATU-R est échangée au moyen de 16 symboles de R-REVERB-FR6, suivis de 10 symboles de R-SEGUE-FR4 et des 32 symboles de R-MSG-FR2/R-CRC-FR2.

Après C-MEDLEY-FR, la sélection de profil de ligne pour l'ATU-C est échangée au moyen de 134 symboles de C-REVERB-FR7, suivis de 10 symboles de C-SEGUE-FR3 et des 32 symboles de C-MSG-FR2/C-CRC-FR2. L'ATU-C et l'ATU-R ont tous les deux des sélections de profil indépendantes, à savoir en amont pour l'ATU-C et en aval pour l'ATU-R.

L'ATU-C envoie la séquence finale de 400 symboles de C-REVERB-FR8, suivis de 10 symboles de C-SEGUE-FR4. Puis l'état C-SHOWTIME est repris avec réarmement du compteur de supertrames.

L'ATU-R envoie la séquence finale de 518 symboles de R-REVERB-FR7, suivis de 10 symboles de R-SEGUE-FR5. Puis l'état R-SHOWTIME est repris avec réarmement du compteur de supertrames.

Le niveau de densité PSD utilisé dans l'état SHOWTIME doit être celui qui a été communiqué dans le message R-MSG-FR1, même si le niveau PSD pendant lequel le profil a été établi est différent.

12.4 Procédure de reconditionnement rapide – Transition en cas de profil inconnu

Si un indicateur de "profil inconnu" est échangé dans un message R-MSG-FR2 et/ou C-MSG-FR2, la procédure de reconditionnement rapide est exécutée jusqu'au signal C-SEGUE-FR4/R-SEGUE-FR5 (inclus).

Dès réception d'un bit "profil inconnu", l'ATU-R doit invoquer la procédure de réinitialisation au lieu de revenir à l'état SHOWTIME. Dès réception d'un bit "profil inconnu", l'ATU-C doit invoquer la procédure de réinitialisation.

12.5 Procédure de reconditionnement rapide lancée à partir de l'état L3 ou de la Recommandation G.994.1

Une procédure de reconditionnement rapide, lancée à partir d'un état de liaison au repos (L3) ou au moyen d'un échappement à partir du dialogue initial, doit être effectuée conformément au 13.4.5 ou au 11.5, sauf en cas de durée très longue de la temporisation R-TO1 du signal R-RECOV, qui permettra la récupération de la base de temps du circuit (synchronisation en boucle) dans l'ATU-R (voir Figures 33 et 34).

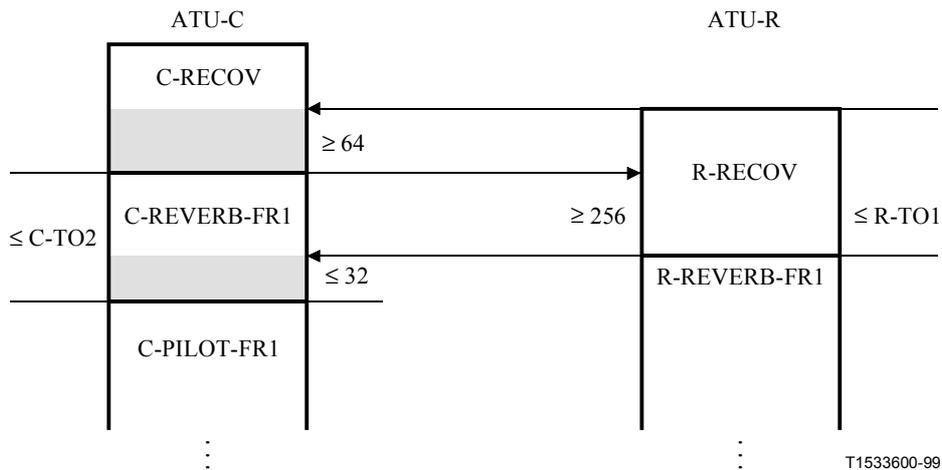


Figure 33/G.992.2 – Chronogramme de la procédure de reconditionnement rapide lancée par l'ATU-C à partir de l'état L3

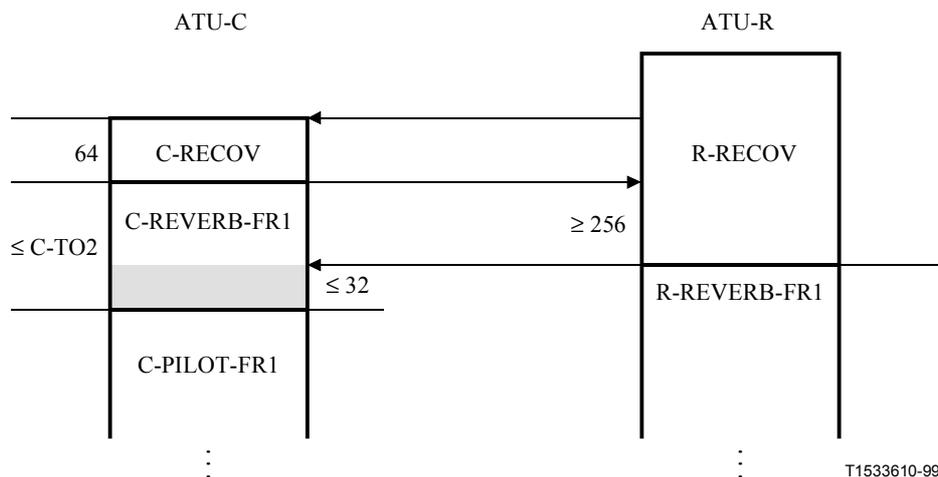


Figure 34/G.992.2 – Chronogramme de la procédure de reconditionnement rapide lancée par l'ATU-R à partir de l'état L3

12.6 Abandon du reconditionnement rapide

12.6.1 Abandon d'une demande de reconditionnement rapide lancée par l'ATU-C

Si, au cours de la transmission du signal C-RECOV d'une demande de reconditionnement rapide lancée par l'ATU-C, celui-ci détecte un signal R-TONES-REQ, l'ATU-C doit abandonner ce signal C-RECOV et répondre au moyen d'une procédure de réinitialisation à partir du signal C-TONES (c'est-à-dire, une procédure de démarrage duplex initiée par l'HSTU-R, telle que définie dans la Recommandation G.994.1).

12.6.2 Abandon d'une demande de reconditionnement rapide lancée par l'ATU-R

Si, au cours de la transmission du signal R-RECOV d'une demande de reconditionnement rapide lancée par l'ATU-R, un signal C-TONES est détecté par l'ATU-R, celui-ci doit abandonner le signal R-RECOV et répondre au moyen d'une procédure de réinitialisation à partir du signal R-TONES-REQ (c'est-à-dire, une procédure de duplex initiée par l'HSTU-C, telle qu'elle est définie dans la Recommandation G.994.1).

12.7 Troncature du reconditionnement rapide

Si un bloc ATU-R ne possède pas de profils valides, il peut tronquer prématurément la procédure de reconditionnement rapide après R-CRC-FR1, en activant le bit de troncature de reconditionnement rapide dans le message R-MSG-FR1.

Si un bloc ATU-C ne possède pas de profils valides, il peut tronquer prématurément la procédure de reconditionnement rapide après C-CRC-FR1, en activant le bit de troncature de reconditionnement rapide dans le message C-MSG-FR1.

Si le bit de troncature de reconditionnement rapide est mis à 1_b dans R-MSG-FR1 ou dans C-MSG-FR1, la procédure de reconditionnement rapide est exécutée jusqu'à C-CRC-FR1 et R-QUIET-FR1 inclus.

Au lieu de continuer à appliquer la procédure de reconditionnement rapide, l'ATU-R ou l'ATU-C doit invoquer la procédure de réinitialisation.

12.8 Procédure de réinitialisation du reconditionnement rapide

Si des erreurs ou des dysfonctionnements sont détectés, ou si des limites de temporisation sont dépassées en divers points de la séquence de reconditionnement rapide, il faut exécuter une procédure de réinitialisation ou de restauration du reconditionnement rapide. Un bloc ATU exécute une procédure de réinitialisation du reconditionnement rapide en passant à l'état de demande de reconditionnement rapide. Un bloc ATU-R qui invoque la procédure de réinitialisation du reconditionnement rapide doit passer à l'état R-RECOV. Un bloc ATU-C qui invoque la procédure de réinitialisation du reconditionnement rapide doit passer à l'état C-RECOV.

13 Gestion de la puissance

13.1 Introduction

La gestion de la puissance définit un ensemble d'états de gestion de puissance pour la liaison ADSL ainsi que l'utilisation du canal eoc pour coordonner la gestion de puissance entre les blocs ATU. Une baisse de puissance peut être obtenue par minimisation de l'énergie émise par l'ATU aux points de référence U-C et U-R ainsi que par une réduction de la puissance absorbée par l'ATU (par exemple en diminuant la fréquence d'horloge ou en déconnectant des pilotes). Le présent sous-paragraphe définit un ensemble d'états stables de liaison ADSL entre l'ATU-R et l'ATU-C en spécifiant les signaux qui sont actifs sur la liaison dans chaque état. Le présent sous-paragraphe définit également les événements et procédures de transition dans la liaison. Les détails de la coordination de l'ATU avec les fonctions de gestion de puissance du système sont hors du domaine d'application de la présente Recommandation.

13.2 Etats de liaison ADSL

Les états de liaison ADSL sont définis afin de permettre à un ATU d'entrer dans un état de basse puissance sans se déconnecter totalement de la liaison. Ces états sont stables et généralement non censés être transitoires. Un ATU doit prendre en charge les états de liaison ADSL qui sont indiqués dans le Tableau 45 comme état obligatoires.

Tableau 45/G.992.2 – Etats de gestion de puissance

Etat	Nom	Prise en charge	Description
L0	Puissance normale	Obligatoire	La liaison ADSL est pleinement fonctionnelle.
L1	Basse puissance	Facultative	L'état L1 maintient la fonctionnalité complète d'état L0 à un débit net inférieur (sauf pour les transitions de gestion de puissance). La baisse de puissance dans l'état L1 peut être obtenue par les méthodes contenues dans la procédure d'engagement d'échange (comme la réduction du débit binaire, la réduction du nombre de tonalités, la réduction de la puissance d'une tonalité particulière). Ces réductions sont propres à l'implémentation.
L2			Etat réservé pour utilisation par l'UIT-T.
L3	Repos	Obligatoire	Aucun signal n'est émis aux points de référence U-C et U-R. Dans cet état, l'ATU peut être alimenté ou non alimenté.

Les états L2 et L4 à L127 sont réservés pour utilisation par l'UIT-T. Les états L128 à L255 sont réservés pour implémentation spécifique par le vendeur.

13.3 Transitions d'état de liaison

Les transitions d'état de liaison sont déclenchées par divers événements. Ceux-ci peuvent émaner des fonctions spécifiées dans la présente Recommandation (comme la perte d'alimentation) ou des fonctions extérieures au domaine d'application de la présente Recommandation (comme des changements des conditions de ligne provoquant la nécessité d'un reconditionnement rapide ou des requêtes de niveau très élevé visant à modifier les états de gestion de puissance).

Les événements suivants sont définis comme pouvant provoquer des transitions d'état de liaison:

- Octroi – Il s'agit d'un événement négocié qui fait suite à un résultat favorable de dialogue initial eoc (voir 13.5). La cause du lancement du dialogue initial eoc (comme une demande d'entrée dans un état de puissance inférieure) est hors du domaine d'application de la présente Recommandation. Un dialogue initial eoc défavorable ne donne pas lieu à un événement d'octroi.
- Commande – Cet événement fait suite à une demande inconditionnelle de changement d'état. La cause de la demande de changement d'état (comme une demande de transition de l'état de repos à l'état de puissance normale) est hors du domaine d'application de la présente Recommandation.
- Changement de condition de ligne – Cet événement fait suite à une détection, par le récepteur, d'un changement suffisant des conditions de ligne pour justifier une procédure d'initialisation ou de reconditionnement rapide. La méthode que le récepteur utilise pour déterminer cela (comme une perte d'égalisation appropriée, une diminution de marge) est hors du domaine d'application de la présente Recommandation.
- Panne – Cet événement fait partie des pannes définies au paragraphe 10 (comme une panne par "perte d'alimentation").

Les transitions d'état autorisées sont énumérées dans le Tableau 46 et sont assorties d'une chaîne d'étiquetage. Les transitions d'état de gestion de puissance étiquetées sont indiquées sur la Figure 35.

Tableau 46/G.992.2 – Transitions de gestion de puissance

Etiquette	Etat de départ	Etat résultant	Événement	Procédure
T0a	L0	L0	Modification des conditions de ligne nécessitant une initialisation dans l'ATU-R ou dans l'ATU-C	Dès la détection de signaux d'initialisation par l'ATU-R ou par l'ATU-C, la procédure d'initialisation commence.
T0b	L0	L0	Modification des conditions de ligne nécessitant une reconditionnement rapide dans l'ATU-R ou dans l'ATU-C	Dès la détection de signaux d'initialisation par l'ATU-R ou par l'ATU-C, la procédure de reconditionnement rapide commence.
T0c	L0	L0	Réception par le bloc ATU-C ou ATU-R de l'instruction de modifier la liaison au moyen de la procédure d'initialisation	Même procédure que pour T0a.
T0d	L0	L1	Événement d'octroi	La procédure d'engagement d'échange est utilisée à la suite d'un dialogue initial eoc favorable, lancé par l'ATU-C ou par l'ATU-R.

Tableau 46/G.992.2 – Transitions de gestion de puissance (*fin*)

Etiquette	Etat de départ	Etat résultant	Événement	Procédure
T0e	L0	L3	Événement d'octroi	Les blocs ATU entrent dans l'état L3 à la suite d'un dialogue initial eoc favorable, lancé par l'ATU-C ou par l'ATU-R.
T0f	L0	L3	Détection par l'ATU-R d'une défaillance par "perte d'alimentation"	A la suite de la détection d'une défaillance par "perte d'alimentation" par l'ATU-R, celui-ci envoie l'indicateur correspondant (conformément aux paragraphes 8 et 10) et entre dans l'état L3. L'ATU-C entre dans l'état L3 dès la détection du bit indicateur de perte d'alimentation.
T1a	L1	L0	Modification des conditions de ligne nécessitant une initialisation dans l'ATU-R ou dans l'ATU-C	Même procédure que pour T0a.
T1b	L1	L0	Modification des conditions de ligne nécessitant un reconditionnement rapide dans l'ATU-R ou dans l'ATU-C	Même procédure que pour T0b.
T1c	L1	L0	Réception par le bloc ATU-C ou ATU-R de l'instruction de modifier la liaison au moyen de la procédure d'initialisation	Même procédure que pour T0a.
T1d	L1	L0	Événement d'octroi	La procédure de reconditionnement rapide est lancée par l'ATU-R à la suite d'un dialogue initial eoc favorable, lancé par l'ATU-C ou par l'ATU-R.
T1e	L1	L3	Événement d'octroi	Même procédure que pour T0e.
T1f	L1	L3	Détection par l'ATU-R d'une défaillance par "perte d'alimentation"	Même procédure que pour T0f.
T3a	L3	L0	Réception par l'ATU-C ou l'ATU-R de l'instruction de passer à l'état L0 au moyen de l'initialisation	Même procédure que pour T0a.
T3b	L3	L0	Réception par l'ATU-C ou par l'ATU-R de l'instruction de passer à l'état L0 au moyen d'un reconditionnement rapide	Dès la détection de signaux de reconditionnement rapide par l'ATU-R ou par l'ATU-C, la procédure de reconditionnement rapide est appliquée conformément au 12.5.

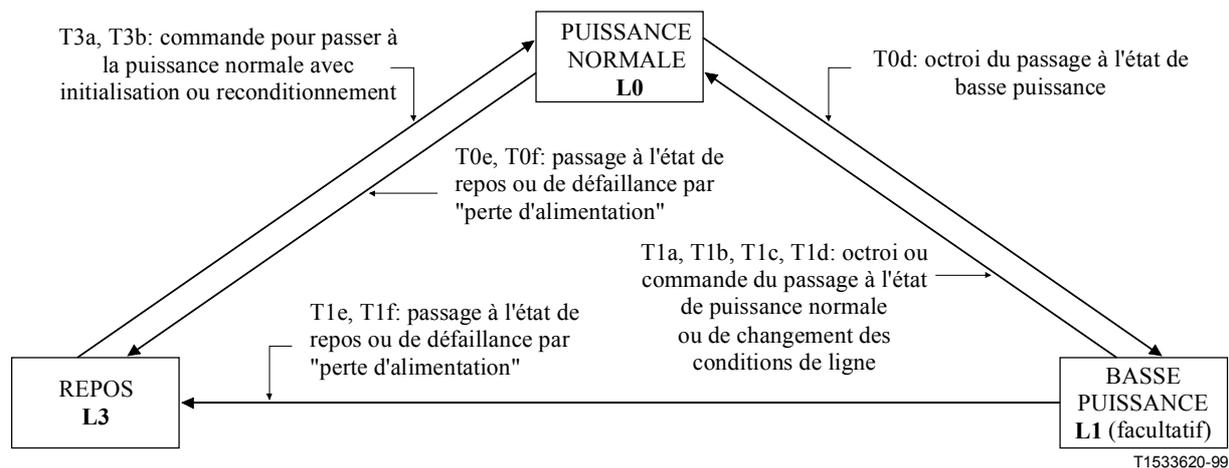


Figure 35/G.992.2 – Etats de gestion de puissance

L'ATU-R et l'ATU-C coordonnent les transitions entre états de puissance au moyen des procédures définies au 13.4 (comme le dialogue initial dans le canal eoc, la procédure d'engagement d'échange, reconditionnement rapide).

13.4 Procédures de transition d'état de liaison

Les transitions indiquées dans le présent sous-paragraphe doivent être utilisées lorsque les événements de gestion de puissance correspondants se produisent. Après achèvement de chacune de ces procédures, l'ATU-R doit mettre à jour le registre de données d'état de liaison si ce registre ne correspond pas à l'état de liaison ADSL actuel.

13.4.1 Transitions de L0 à L0 (T0a, T0b, T0c)

Les transitions T0a, T0b et T0c ne font pas à proprement parler partie de la gestion de la puissance, mais elles ont été incluses dans le présent sous-paragraphe par souci d'exhaustivité et afin d'étudier d'éventuelles transitions à l'état de liaison ADSL L3.

Les transitions étiquetées T0a et T0c impliquent l'exécution de la procédure d'initialisation du paragraphe 11. Une exécution normale de cette procédure d'initialisation se traduira dans l'ATU par l'état SHOWTIME et par l'état de gestion de puissance L0. Si cependant la procédure d'initialisation ne peut pas être exécutée normalement pour une raison ou une autre (par exemple en cas de non-réponse aux signaux d'initialisation, de conditions d'erreurs répétitives), une transition à l'état de gestion de puissance L3 peut être déclenchée sur la base de méthodes qui restent au gré du vendeur.

La transition étiquetée T0b implique l'exécution de la procédure de reconditionnement rapide. Son exécution normale se traduit dans l'ATU par l'état SHOWTIME et par l'état de gestion de puissance L0. En outre, la procédure de reconditionnement rapide peut invoquer la procédure d'initialisation. Si celle-ci ne peut pas être exécutée normalement pour une raison ou une autre (par exemple en cas de non-réponse aux signaux d'initialisation, de conditions d'erreurs répétitives), une transition à l'état de gestion de puissance L3 peut être déclenchée sur la base de méthodes qui restent au gré du vendeur.

13.4.2 Transition de L0 à L1 (T0d)

L'ATU-C ou l'ATU-R peut déclencher la transition de L0 à L1 au moyen du dialogue initial de canal eoc (voir 13.5).

Dès l'achèvement normal du dialogue initial eoc (indiqué par l'événement d'octroi), la procédure d'engagement d'échange doit être appliquée pour ajuster les paramètres fournis dans la partie

Echange de la procédure d'initialisation (par exemple le débit binaire, le nombre de tonalités et la puissance par tonalité).

13.4.2.1 Procédure d'engagement d'échange

Le présent sous-paragraphe définit la procédure d'engagement d'échange. Elle réutilise des états, des signaux et des règles permettant de déterminer l'état suivant, qui figurent au paragraphe 11, comme indiqué dans les étapes suivantes:

- 1) après terminaison normale de la procédure de dialogue initial eoc, l'ATU-R doit émettre le signal R-QUIET-PM, qui est défini comme n'étant pas transmis par l'interface du point U-R. L'ATU-R doit maintenir la synchronisation en boucle et la synchronisation des symboles pendant le signal R-QUIET-PM;
- 2) l'ATU-C doit détecter R-QUIET-PM et y répondre par l'envoi de C-REVERB4 dans l'intervalle de N1 symboles à partir d'une limite de symbole. Le signal C-REVERB4 est défini au 11.11.1;
- 3) l'ATU-R doit détecter C-REVERB4 et y répondre par l'envoi de R-REVERB4 dans l'intervalle de TBD symboles (TBD étant un nombre suffisamment petit pour que le défaut de perte de signal ne se produise pas – La valeur de base est fixée à 40). Le signal R-REVERB4 est défini au 11.10.9. La partie échange de la procédure d'initialisation définie aux 11.11 et 11.12 doit continuer à partir de ce point (c'est-à-dire que l'ATU-R doit envoyer R-SEGUE3 après 128 symboles de R-REVERB4). Au cours du signal R-MSG-RA, l'ATU-R doit utiliser le message "pas d'options choisies".

N1 est un nombre de symboles qui dépend de l'implémentation. Il doit être suffisamment petit pour qu'aucun défaut de perte de signal ne se produise dans l'ATU-C. Sinon, l'implémentation de l'ATU-C doit comporter un moyen pour bloquer le défaut de perte de signal pendant la procédure d'engagement d'échange.

13.4.3 Transitions de L1 à L0 (T1a, T1b, T1c, T1d)

L'ATU-C ou l'ATU-R peut déclencher la transition étiquetée T1d de l'état L1 à l'état L0 en utilisant le dialogue initial de canal eoc.

Dès achèvement normal du dialogue initial de canal eoc (indiqué par l'événement d'octroi), l'ATU-R doit commencer la procédure de reconditionnement rapide qui est définie au paragraphe 12 (c'est-à-dire commencer à émettre le signal R-RECOV).

Par ailleurs, l'un des deux ATU peut déclencher la procédure d'initialisation ou de reconditionnement rapide afin de passer à l'état L0 au moyen des transitions étiquetées T1a, T1b et T1c. Les raisons de produire les événements de commande correspondant à ces transitions sont hors du domaine d'application de la présente Recommandation. Dès achèvement normal de ces procédures, l'état de liaison ADSL est L0. Si cependant les procédures d'initialisation ou de reconditionnement rapide ne peuvent pas être achevées normalement pour une raison ou une autre (par exemple à cause de conditions d'erreur répétitives), une transition à l'état de gestion de puissance L3 peut être déclenchée sur la base de méthodes qui sont au gré du vendeur.

13.4.4 Transitions de L0 à L1 ou à L3 (T0e, T0f, T1e, T1f)

13.4.4.1 Procédure de fermeture programmée

L'ATU-C ou l'ATU-R peut déclencher les transitions à l'état L3, étiquetées T0e et T1e, au moyen du dialogue initial de canal eoc. Il y a lieu d'utiliser ces transitions pour la procédure de baisse de puissance programmée.

Dès achèvement normal du dialogue initial de canal eoc (indiqué par l'événement d'octroi), l'ATU-R doit arrêter d'émettre. Dès qu'il détecte cet événement, l'ATU-C doit également arrêter d'émettre.

13.4.4.2 Procédure de fermeture non programmée

L'ATU-R peut déclencher les transitions à l'état L3, étiquetées T0f et T1f, qu'il n'y a lieu d'utiliser que si l'alimentation de l'ATU-R est brusquement supprimée.

Dès la détection de la défaillance par "perte d'alimentation" par l'ATU-R, celui-ci doit envoyer la commande eoc d'expiration (voir 8.3.3). Dès qu'il détecte l'indication de perte de signal, l'ATU-C doit arrêter d'émettre et entrer dans l'état L3.

13.4.5 Transitions de L3 à L0 (T3a, T3b)

L'un des deux ATU peut lancer la procédure d'initialisation afin de passer à l'état L0 au moyen des transitions étiquetées T3a. En variante, les blocs ATU peuvent déclencher une procédure de reconditionnement rapide comme dans la transition étiquetée T3b. Les raisons de produire les événements de commande correspondant à ces transitions sont hors du domaine d'application de la présente Recommandation.

Pour la transition T3b, les blocs ATU doivent utiliser la procédure de reconditionnement rapide avec la prescription de récupérer le rythme lors du démarrage à partir de l'état de repos, y compris la possibilité d'achever la procédure comme indiqué dans le paragraphe 12 pour une raison quelconque (par exemple parce que les profils n'ont pas été conservés au cours de l'état de coupure d'alimentation lors d'un retour à L3).

Dès achèvement normal des procédures, l'état de liaison ADSL est L0. Si cependant la procédure d'initialisation ou de reconditionnement rapide ne peut pas être achevée normalement pour une raison quelconque (comme la non-réponse à des signaux de conditionnement), l'état de gestion de puissance reste inchangé.

13.5 Dialogue initial de canal eoc

Le dialogue initial de canal eoc est utilisé pour assurer la coordination de gestion de puissance entre les blocs ATU.

Le dialogue initial de canal eoc se termine par un résultat favorable ou défavorable. Le résultat favorable est défini comme un événement d'octroi servant à activer une transition à un état de gestion de puissance. Le résultat défavorable ne déclenche pas de transition d'état et l'état de gestion de puissance reste inchangé.

La procédure de dialogue initial comporte une séquence de commandes eoc, définie au paragraphe 8. Si l'un quelconque des protocoles eoc de commande, lecture ou écriture, utilisés lors du dialogue initial eoc, détecte un état d'erreur de protocole eoc, le dialogue initial eoc s'achève par un résultat défavorable.

13.5.1 Dialogue initial eoc déclenché par l'ATU-R

L'ATU-R déclenche le dialogue initial au moyen de la procédure suivante:

- 1) l'ATU-R écrit la valeur de l'état de liaison ADSL requis dans le registre de données d'état de liaison;
- 2) l'ATU-R envoie un message autonome REQPDN par le canal eoc;
- 3) après avoir reçu de l'ATU-R le message REQPDN, l'ATU-C y répond en lisant l'état requis de baisse de puissance dans le registre de données d'état de liaison, au moyen du protocole de lecture eoc;
- 4) après avoir reçu le message REQPDN, l'ATU-C peut, à titre d'option, proposer un autre état de liaison ADSL en écrivant une valeur différente dans le registre de données d'état de liaison, au moyen du protocole d'écriture eoc;
- 5) après avoir déterminé qu'il peut donner suite à la demande de transition d'état, l'ATU-C doit envoyer la commande eoc GNTPDN au moyen du protocole de commande eoc. Si le

protocole de commande eoc s'achève par la réception de l'écho de la commande, le dialogue initial se termine par un résultat favorable. Si le protocole de commande eoc s'achève par la réception du message UTC, le dialogue initial se termine par un résultat défavorable.

Si aucune réponse au message autonome eoc REQPDN n'est reçue de l'ATU-C dans l'intervalle de 5 s, l'ATU-R doit réexpédier le message REQPDN. Si l'ATU-R se trouve au milieu d'une séquence de protocole eoc de lecture ou d'écriture sur plusieurs octets, la temporisation ne doit pas être armée avant la fin de cette séquence à plusieurs octets. A l'expiration de la temporisation, l'ATU-R peut envoyer le message REQPDN jusqu'à quatre fois de plus, après quoi la procédure de dialogue initial se termine par un résultat défavorable.

Si l'ATU-C se trouve au milieu d'une séquence de lecture ou d'écriture sur plusieurs octets lorsqu'il reçoit un message REQPDN, l'ATU-C peut choisir de terminer la séquence de plusieurs octets ou différer la réponse jusqu'à la fin de cette séquence.

Si l'ATU-C ne peut pas donner suite à la demande de baisse de puissance pour une raison quelconque (par exemple parce qu'il ne prend pas en charge l'état demandé), l'ATU-C doit envoyer la commande eoc REJPDN au moyen du protocole de commande eoc. Lorsque l'ATU-R a reçu la commande eoc REJPDN, le dialogue initial se termine par un résultat défavorable.

Si l'ATU-R ne peut pas prendre en charge l'état de liaison octroyé pour une raison quelconque (par exemple parce que l'ATU-C répond par l'option d'écriture en indiquant un état de liaison ADSL différent, ou parce que l'ATU-R n'a plus besoin d'entrer dans l'état de baisse de puissance octroyé), l'ATU-R doit répondre à la commande GNTPDN par le message eoc UTC au moyen du protocole eoc de commande.

13.5.2 Dialogue initial eoc déclenché par l'ATU-C

L'ATU-C déclenche le dialogue initial eoc au moyen de la procédure suivante:

- 1) l'ATU-C écrit la valeur du nouvel état de liaison ADSL dans le registre de données d'état de liaison, au moyen du protocole d'écriture eoc;
- 2) l'ATU-C doit achever la séquence de dialogue initial en envoyant la commande eoc GNTPDN au moyen du protocole de commande eoc. Si le protocole de commande eoc s'achève par la réception de l'écho de la commande, le dialogue initial se termine par un résultat favorable. Si le protocole de commande eoc s'achève par la réception du message UTC, le dialogue initial se termine par un résultat défavorable.

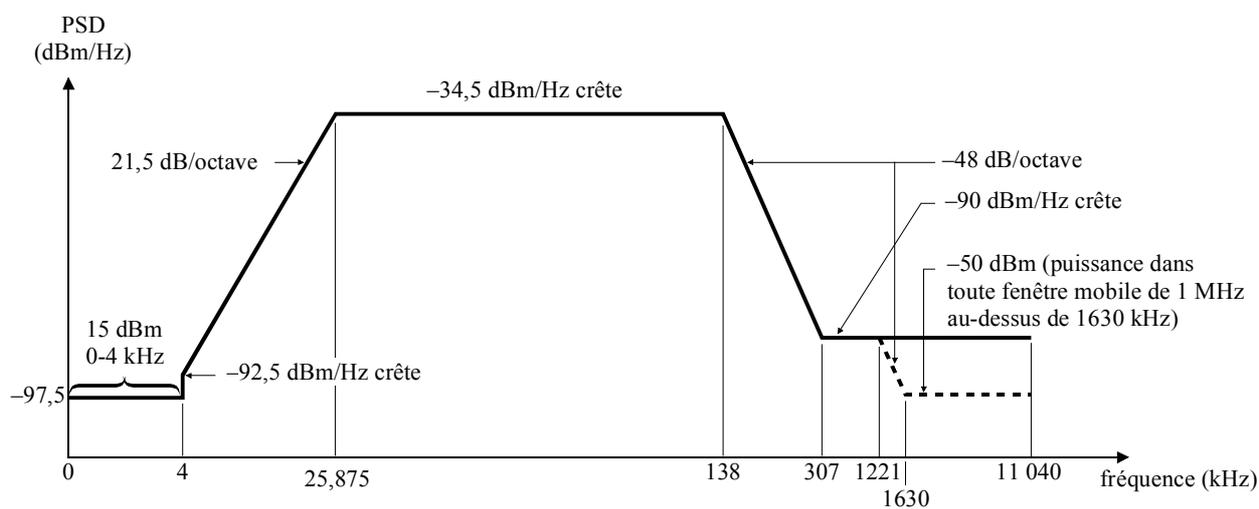
Si l'ATU-R ne peut pas prendre en charge l'état de liaison octroyé pour une raison quelconque (par exemple parce qu'il ne prend pas en charge l'état de liaison ADSL), il doit répondre à la commande GNTPDN par le message eoc UTC au moyen du protocole eoc de commande.

ANNEXE A

Fonctionnement sans superposition spectrale

A.1 Masque de densité PSD d'émetteur de bloc ATU-R

La Figure A.1 montre le masque de densité spectrale de puissance (PSD, *power spectral density*) pour un émetteur d'ATU-R fonctionnant en mode spectral non superposé. La bande passante affaiblie en basse fréquence est définie comme étant la bande des fréquences vocales. La bande affaiblie en haute fréquence est définie comme celle des fréquences supérieures à 138 kHz. Les pentes indiquées sont approximatives, leurs valeurs exactes étant données par les équations correspondantes.



T1533630-99

Figure A.1/G.992.2 – Masque de densité PSD d'émetteur d'ATU-R

Bande de fréquences (kHz)	Equation pour la ligne (dBm/Hz)	Impédance (Ω)	Largeur de bande de résolution (kHz)
0-4	-97,5	100	
	Avec puissance de +15 dBm dans une fenêtre de 0 à 4 kHz	600	4
> 4-25,875	$-92,5 + 21,5 \times \log(f/4)/\log(2)$	100	
25,875-138	-34,5	100	10
138-307	$-34,5 - 48 \times \log(f/138)/\log(2)$	100	10
307-1221	-90	100	10
1221-1630	< -90 crête	100	10
	Avec puissance maximale dans la fenêtre $[f, f + 1 \text{ MHz}]$ de $(-90 - 48 \times \log(f/1221)/\log(2) + 60)$ dBm	100	1000
1630-11 040	< -90 crête	100	10
	Avec puissance maximale dans la fenêtre $[f, f + 1 \text{ MHz}]$ de -50 dBm	100	1000

A.1.1 Ondulation et temps de propagation de groupe de la densité PSD dans la bande passante

La densité PSD moyenne dans la bande passante utilisée ne doit pas être supérieure à -38 dBm/Hz moins une réduction de puissance par échelons de 2 dB. L'extrémité inférieure de la bande passante dépend de l'implémentation. Son extrémité supérieure dépend de la fonction du signal (initialisation, voir A.1.2.1) ou régime établi, voir A.1.2.3).

L'ondulation dans la bande passante ne doit pas être supérieure à +3,5 dB au-dessus du niveau de référence spécifié; la densité PSD maximale (-38 - baisse de puissance absolue par reconditionnement rapide en amont +3,5) dBm/Hz s'applique sur toute la bande de 25,875 kHz à 138 kHz.

La variation du temps de propagation de groupe dans la bande passante ne doit pas dépasser 50 μ s.

A.1.2 Densité spectrale de puissance et niveau de puissance composite en émission

La puissance émise par l'ATU-R est limitée par les spécifications du présent sous-paragraphe. Par ailleurs, l'émetteur de l'ATU-R doit être conforme aux prescriptions nationales concernant l'émission d'énergie électromagnétique.

A.1.2.1 Tous signaux d'initialisation (sauf R-ECT) à partir de R-REVERB1

La densité PSD nominale dans la bande de 25,875 à 138 kHz doit être réglée à -38 dBm/Hz pour une puissance nominale d'émission non supérieure à 12,5 dBm. La densité PSD de référence dans la bande de 25,875 à 138 kHz doit être de $(-38 - \text{baisse de puissance absolue par reconditionnement rapide en amont})$ dBm/Hz pour une puissance composite d'émission de référence non supérieure à $(12,5 - \text{baisse de puissance absolue par reconditionnement rapide en amont})$ dBm.

Pendant les signaux R-REVERB et R-SEGUE, toutes les sous-porteuses d'indice i à 31 doivent être émises, la valeur de i étant au gré du vendeur. Toutefois, au gré du vendeur, une ou plusieurs de ces sous-porteuses peut ou ne peuvent pas être émises au cours du signal R-MEDLEY.

Pour permettre des effets de filtrage d'émission concrets (comme une ondulation dans la bande passage ou une décroissance de la bande de transition), la densité PSD maximale en émission ne doit pas être supérieure de plus de 1 dB au niveau de densité PSD de référence. La densité PSD maximale en émission ne doit donc pas être supérieure à $(-37 - \text{baisse de puissance absolue par reconditionnement rapide en amont})$ dBm/Hz.

A.1.2.2 R-ECT

Comme le signal R-ECT est défini par le vendeur, la spécification de densité PSD ne doit être interprétée que comme un niveau maximal qui est égal à $(-3 - 37 - \text{baisse de puissance absolue par reconditionnement rapide en amont})$ dBm/Hz pour la bande de 25,875 à 138 kHz. Les sous-porteuses d'indice 1 à 5 peuvent être utilisées, mais leur puissance doit être conforme à la spécification du paragraphe A.1.

A.1.2.3 Signal de données en régime établi

La densité PSD nominale dans la bande de 25,875 à 138 kHz doit être réglée à -38 dBm/Hz. La puissance composite nominale doit être réglée à $-1,65 + 10\log(ncup)$, où $ncup$ est le nombre de sous-porteuses utilisées (c'est-à-dire ayant $b_i > 0$) (soit 12,5 dBm si toutes les sous-porteuses sont utilisées). La densité PSD de référence dans la bande de 25,875 à 138 kHz doit être égale à $(-38 - \text{baisse de puissance absolue par reconditionnement rapide en amont})$ dBm/Hz. La puissance composite de référence doit être réglée à $(-1,65 - \text{baisse de puissance absolue par reconditionnement rapide en amont} + 10\log(ncup))$, où $ncup$ est le nombre de sous-porteuses utilisées, soit $(12,5 - \text{baisse de puissance absolue par reconditionnement rapide en amont})$ dBm si toutes les sous-porteuses sont utilisées. La densité PSD d'émission et la puissance composite peuvent toutefois être modifiées par rapport à leur valeur de référence dans l'une des circonstances suivantes:

- la table d'informations sur les bits et les gains, reçue de l'ATU-C au cours de l'initialisation et éventuellement mise à jour par permutation de bits, peut ne pas attribuer de bits à certaines sous-porteuses et peut effectuer un réglage fin (c'est-à-dire dans une étendue de $-14,5$ à $+2,5$ dB) du niveau de densité PSD en émission d'autres sous-porteuses afin d'égaliser les taux d'erreur attendus pour chacune de ces sous-porteuses;
- en cas de niveaux de densité PSD d'émission au gré du vendeur pour des sous-porteuses inutilisées (c'est-à-dire avec $b_i = 0$). La densité PSD maximale en émission pour ces sous-porteuses est spécifiée en b) et en c) ci-dessous.

Pour permettre des effets concrets de filtrage d'émission (par exemple, ondulation dans la bande passante et décroissance de la bande de transition), la densité PSD maximale d'émission ne doit pas être supérieure de plus de 1 dB au niveau de densité PSD de référence après réglage fin comme

ci-dessus. La densité PSD maximale en émission ne doit donc pas être supérieure à $(-34,5 - \text{baisse de puissance absolue par reconditionnement rapide en amont})$ dBm/Hz.

La densité PSD en émission de chaque sous-porteuse est définie comme suit:

- a) pour les sous-porteuses d'indice ($b_i > 0$), l'émetteur de l'ATU-R doit émettre à des niveaux de densité PSD égaux aux valeurs spécifiées par le facteur g_i (par exemple $g_i = 1$, puis émission au niveau PSD d'émission du signal R-MEDLEY). La puissance composite d'émission dans ces sous-porteuses ne doit pas dépasser $-1,65 + 10\log(\text{ncup}_1)$ dBm de plus de 0,7 dB, où ncup_1 est le nombre de ces sous-porteuses (d'indice $b_i > 0$);
- b) pour les sous-porteuses avec ($b_i = 0$ et $g_i > 0$), il y a lieu et il est recommandé que l'émetteur de l'ATU-R émette à des niveaux de densité PSD égaux à ceux qui sont spécifiés par le paramètre g_i (par exemple, si $g_i = 1$, émission au niveau R-MEDLEY), avec un point de constellation en QAM-4 (pouvant changer d'un symbole à l'autre). Le récepteur de l'ATU-R ne peut prévoir aucun niveau PSD particulier sur ces sous-porteuses. Les niveaux PSD d'émission de ces sous-porteuses ne doivent pas être supérieurs au niveau PSD d'émission du signal C-REVERB1 + $10\log(g_i^2)$ dB. La puissance composite d'émission dans ces sous-porteuses ne doit pas dépasser $-1,65 + 10\log(\text{ncup}_2)$ dBm, où ncup_2 est le nombre de ces sous-porteuses (ayant $b_i = 0$ et $g_i > 0$);
- c) pour les sous-porteuses avec ($b_i = 0$ et $g_i = 0$), il est recommandé que l'émetteur de l'ATU-R ne transmette aucune puissance sur ces sous-porteuses. Le récepteur de l'ATU-C ne peut faire aucune hypothèse concernant le niveau PSD de ces sous-porteuses. Les niveaux PSD d'émission des sous-porteuses ayant $g_i = 0$ doivent être au moins à 10 dB au-dessous du niveau PSD de référence du symbole de synchronisation si la sous-porteuse est inférieure à la plus basse sous-porteuse utilisée (plus faible indice i avec $b_i > 0$) et doivent être au-dessous du niveau PSD d'émission de référence du symbole de synchronisation si la sous-porteuse est supérieure à la plus basse sous-porteuse utilisée.

La puissance composite d'émission dans la bande de 25,875 à 138 kHz ne doit pas être supérieure à 12,5 dBm, ce qui est équivalent à un niveau PSD d'émission moyen non supérieur à -38 dBm/Hz.

NOTE – Il est recommandé que les valeurs de g_i pour les sous-porteuses avec $g_i > 0$ soient contraintes dans des limites de $\pm 2,5$ dB par rapport à la valeur de g_{sync} , pendant l'initialisation et les échanges de bits suivants, de manière à éviter une interférence cyclique stationnaire avec le symbole de synchronisation.

A.1.2.4 Symbole de synchronisation

Le niveau PSD de référence du symbole de synchronisation émis pendant l'initialisation sera fixé à $-38 - \text{baisse de puissance absolue par reconditionnement rapide en amont} + 10\log(g_{\text{sync}}^2)$ dBm/Hz, g_{sync}^2 étant défini comme la moyenne des valeurs de g_i^2 pour les sous-porteuses utilisées (c'est-à-dire avec $b_i > 0$). Le niveau PSD de référence du symbole de synchronisation émis ne sera pas mis à jour en utilisant les modifications de gain de sous-porteuse de l'utilisateur durant l'état SHOWTIME.

Le niveau PSD d'émission pour les sous-porteuses avec $g_i > 0$ sera égal au niveau PSD de référence du symbole de synchronisation émis. Les niveaux PSD d'émission des sous-porteuses ayant $g_i = 0$ doivent être au moins à 10 dB au-dessous du niveau PSD d'émission du signal R-REVERB1 si la sous-porteuse est inférieure à la plus basse sous-porteuse utilisée (plus faible indice i avec $b_i > 0$) et doivent être au-dessous du niveau PSD d'émission du signal R-REVERB1 si la sous-porteuse est supérieure à la plus basse sous-porteuse utilisée.

Comme les g_i ne sont appliqués qu'aux symboles de données, le niveau PSD d'émission d'un symbole de synchronisation est différent du niveau PSD d'émission d'un symbole de données. Ces g_i sont calculés pour les constellations multipoint afin d'égaliser le taux d'erreur attendu sur toutes les

sous-porteuses. Ils ne sont donc pas applicables à la plupart des sous-porteuses modulées en QAM-4 du symbole de synchronisation.

A.2 Masque de densité PSD d'émetteur de bloc ATU-C

La Figure A.2 montre le masque de densité spectrale de puissance (PSD) pour un émetteur d'ATU-C fonctionnant en mode spectral non superposé. La bande passante affaiblie en basse fréquence est définie comme étant la bande des fréquences inférieures à 138 kHz. La bande affaiblie en haute fréquence est définie comme celle des fréquences supérieures à 552 kHz. Les pentes indiquées sont approximatives, leurs valeurs exactes étant données par les équations correspondantes.

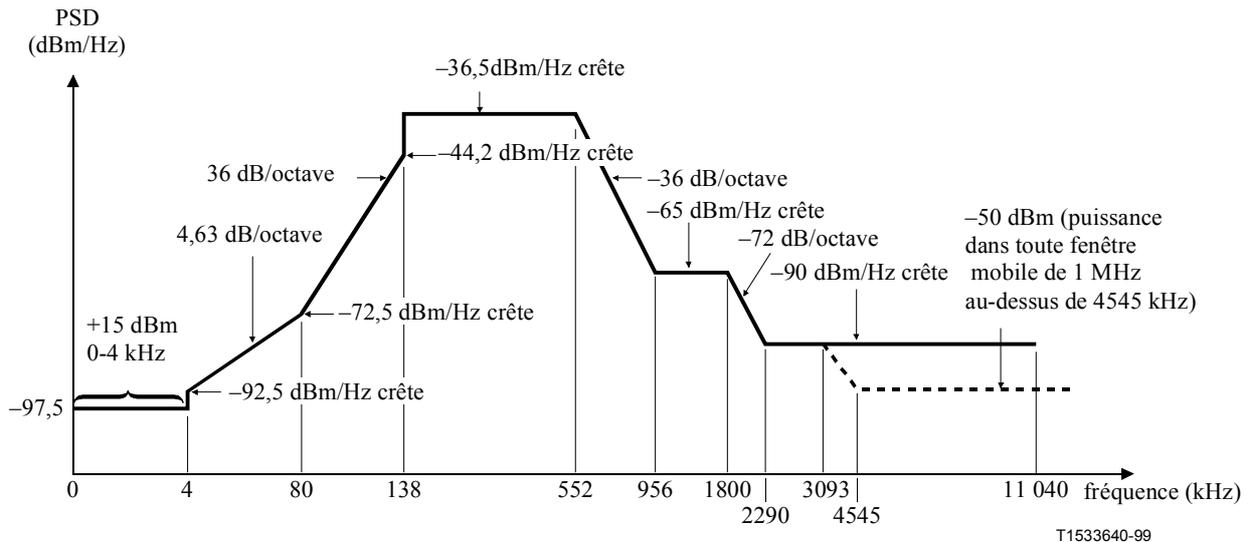


Figure A.2/G.992.2 – Masque de densité PSD d'émetteur d'ATU-C

Bande de fréquences (kHz)	Equation pour la ligne (dBm/Hz)	Impédance (Ω)	Largeur de bande de résolution (kHz)
0-4	-97,5	100	
	Avec puissance de +15 dBm dans une fenêtre de 0 à 4 kHz	900	4
4-80	$-92,5 + 4,63 \times \log(f/4)/\log(2)$	100	
80-138	$-72,5 + 36 \times \log(f/80)/\log(2)$	100	10
138-552	-36,5	100	10
552-956	$-36,5 - 36 \times \log(f/552)/\log(2)$	100	10
956-1800	-65	100	10
1800-2290	$-65 - 72 \times \log(f/1800)/\log(2)$	100	10
2290-3093	-90	100	10

Bande de fréquences (kHz)	Equation pour la ligne (dBm/Hz)	Impédance (Ω)	Largeur de bande de résolution (kHz)
3093-4545	< -90 crête	100	10
	Avec puissance maximale dans la fenêtre $[f, f + 1 \text{ MHz}]$ de $(-36,5 - 36 \times \log(f/1104)/\log(2) + 60)$ dBm	100	1000
4545-11 040	< -90 crête	100	10
	Avec puissance maximale dans la fenêtre $[f, f + 1 \text{ MHz}]$ de -50 dBm	100	1000

A.2.1 Ondulation et temps de propagation de groupe de la densité PSD dans la bande passante

La densité PSD moyenne dans la bande passante utilisée ne doit pas être supérieure à -36,5 dBm/Hz moins une réduction de puissance par échelons de 2 dB. L'extrémité inférieure de la bande passante dépend de l'implémentation. Son extrémité supérieure dépend de la fonction du signal (initialisation, voir A.2.2.1, ou régime établi, voir A.2.2.3).

L'ondulation dans la bande passante ne doit pas être supérieure à +3,5 dB au-dessus du niveau nominal spécifié; la densité PSD maximale $(-40 - 2n + 3,5)$ dBm/Hz s'applique sur toute la bande de 25 kHz à 552 kHz, où $2n$ est défini au 11.7.5.

La variation du temps de propagation de groupe dans la bande passante ne doit pas dépasser 50 μ s.

A.2.2 Densité spectrale de puissance et niveau de puissance composite en émission

La puissance émise par l'ATU-C est limitée par les spécifications du présent sous-paragraphe. Par ailleurs, l'émetteur de l'ATU-C doit être conforme aux prescriptions nationales concernant l'émission d'énergie électromagnétique.

A.2.2.1 Tous signaux d'initialisation (sauf C-ECT) à partir de C-REVERB1

La densité PSD nominale dans la bande de 138 à 552 kHz doit être réglée à -40 dBm/Hz pour une puissance d'émission nominale dans la bande non supérieure à 16,2 dBm. Dans les autres bandes de fréquence, la densité PSD nominale ne devra pas excéder le gabarit représenté à la Figure A.2. La densité PSD de référence dans la bande de 138 à 552 kHz doit être réglée à $(-40 - 2n)$ dBm/Hz pour une puissance d'émission de référence dans cette bande non supérieure à $(16,2 - 2n)$ dBm, $2n$ étant défini au 11.7.5. Dans les autres bandes de fréquence, la densité PSD de référence ne devra pas excéder le gabarit représenté à la Figure A.2 - $2n$.

Pendant les signaux C-REVERB et C-SEGUE, toutes les sous-porteuses d'indice i à 127 doivent être émises au gré du vendeur. Toutefois, au gré du vendeur, une ou plusieurs de ces sous-porteuses peut ou ne peuvent pas être émises au cours du signal C-MEDLEY.

Pour permettre des effets de filtrage d'émission concrets (comme une ondulation dans la bande passage ou une décroissance de la bande de transition), la densité PSD maximale en émission ne doit pas être supérieure de plus de 1 dB au niveau de densité PSD nominal. La densité PSD maximale en émission ne doit donc pas être supérieure à $(-39 - 2n)$ dBm/Hz.

A.2.2.2 C-ECT

Comme le signal C-ECT est défini par le vendeur, la spécification de densité PSD ne doit être interprétée que comme un niveau maximal qui est égal à $(-39 - 2n)$ dBm/Hz pour la bande de 138 à 552 kHz. Les sous-porteuses d'indice 1 à 31 peuvent être utilisées, mais leur puissance doit être conforme à la spécification donnée au A.2.

A.2.2.3 Signal de données en régime établi

La densité PSD nominale dans la bande de 138 à 552 kHz doit être réglée à -40 dBm/Hz. La puissance composite nominale doit être réglée à $-3,65 + 10 \log(nc_{\text{down}})$, où nc_{down} est le nombre de sous-porteuses utilisées (c'est-à-dire ayant $b_i > 0$) (soit 16,2 dBm si toutes les sous-porteuses sont utilisées). La densité PSD de référence dans la bande de 138 à 552 kHz doit être réglée à $(-40 - 2n)$ dBm/Hz, où $2n$ est défini au 11.7.5. La densité PSD d'émission et la puissance composite peuvent toutefois être modifiées par rapport à leur valeur de référence dans l'une des circonstances suivantes:

- la table d'informations sur les bits et les gains, reçue de l'ATU-R au cours de l'initialisation et éventuellement mise à jour par permutation de bits, peut ne pas attribuer de bits à certaines sous-porteuses et peut effectuer un réglage fin (c'est-à-dire dans une étendue de $-14,5$ à $+2,5$ dB) du niveau de densité PSD en émission d'autres sous-porteuses afin d'égaliser les taux d'erreur attendus pour chacune de ces sous-porteuses;
- en cas de niveaux de densité PSD d'émission au gré du vendeur pour des sous-porteuses inutilisées (c'est-à-dire avec $b_i = 0$). La densité PSD maximale en émission pour ces sous-porteuses est spécifiée en b) et en c) ci-dessous.

Pour permettre des effets concrets de filtrage d'émission (par exemple ondulation dans la bande passante et décroissance de la bande de transition), la densité PSD maximale d'émission ne doit pas être supérieure de plus de 1 dB au niveau de densité PSD de référence après réglage fin comme ci-dessus. La densité PSD maximale en émission ne doit donc pas être supérieure à $(-36,5 - 2n)$ dBm/Hz.

La densité PSD en émission de chaque sous-porteuse est définie comme suit:

- a) pour les sous-porteuses d'indice ($b_i > 0$), l'émetteur de l'ATU-C doit émettre à des niveaux de densité PSD égaux aux valeurs spécifiées par le facteur g_i (par exemple $g_i = 1$, puis émission au niveau PSD d'émission du signal C-MEDLEY). La puissance composite d'émission dans ces sous-porteuses ne doit pas dépasser $-3,65 + 10 \log(nc_{\text{down}1}) - 2n$ dBm de plus de 0,7 dB, où $nc_{\text{down}1}$ est le nombre de ces sous-porteuses (d'indice $b_i > 0$);
- b) pour les sous-porteuses avec ($b_i = 0$ et $g_i > 0$), il y a lieu et il est recommandé que l'émetteur de l'ATU-C émette à des niveaux de densité PSD égaux à ceux qui sont spécifiés par le paramètre g_i (par exemple, si $g_i = 1$, émission au niveau C-MEDLEY), avec un point de constellation en QAM-4 (pouvant changer d'un symbole à l'autre). Le récepteur de l'ATU-R ne peut prévoir aucun niveau PSD particulier sur ces sous-porteuses. Les niveaux PSD d'émission de ces sous-porteuses ne doivent pas être supérieurs au niveau PSD d'émission du signal C-REVERB1 + $10 \log(g_i^2)$ dB. La puissance composite d'émission dans ces sous-porteuses ne doit pas dépasser $-3,65 + 10 \log(nc_{\text{down}2}) - 2n$ dBm, où $nc_{\text{down}2}$ est le nombre de ces sous-porteuses (ayant $b_i = 0$ et $g_i > 0$);

- c) pour les sous-porteuses avec ($b_i = 0$ et $g_i = 0$), il est recommandé que l'émetteur de l'ATU-C ne transmette aucune puissance sur ces sous-porteuses. Le récepteur de l'ATU-R ne peut faire aucune hypothèse concernant le niveau PSD de ces sous-porteuses. Les niveaux PSD d'émission des sous-porteuses ayant $g_i = 0$ doivent être au moins à 10 dB au-dessous du niveau PSD de référence du symbole de synchronisation émis si la sous-porteuse est inférieure à la plus basse sous-porteuse utilisée (plus faible indice i avec $b_i > 0$) et doivent être au-dessous du niveau PSD d'émission du signal si la sous-porteuse est supérieure à la plus basse sous-porteuse utilisée.

La puissance composite d'émission dans la bande de 138 à 552 kHz ne doit pas être supérieure à $16,2 - 2n$ dBm, ce qui est équivalent à un niveau PSD d'émission moyen non supérieur à $-40 - 2n$ dBm/Hz, où n indique la baisse de puissance et est compris entre 0 et 6).

NOTE – Il est recommandé que les valeurs de g_i pour les sous-porteuses avec $g_i > 0$ soient contraintes dans des limites de $\pm 2,5$ dB par rapport à la valeur de g_{sync} , pendant l'initialisation et les échanges de bits suivants, de manière à éviter une interférence cyclique stationnaire avec le symbole de synchronisation.

A.2.2.4 Symbole de synchronisation

Le niveau PSD de référence du symbole de synchronisation émis pendant l'initialisation sera fixé à $-40 - 2n + 10\log(g_{\text{sync}}^2)$ dBm/Hz, g_{sync}^2 étant défini comme la moyenne des valeurs de g_i^2 pour les sous-porteuses utilisées (c'est-à-dire avec $b_i > 0$). Le niveau PSD de référence du symbole de synchronisation émis ne sera pas mis à jour en utilisant les modifications de gain de sous-porteuse de l'utilisateur durant l'état SHOWTIME.

Le niveau PSD d'émission pour les sous-porteuses avec $g_i > 0$ sera égal au niveau PSD de référence du symbole de synchronisation émis. Les niveaux PSD d'émission des sous-porteuses ayant $g_i = 0$ doivent être au moins à 10 dB au-dessous du niveau PSD d'émission du signal si la sous-porteuse est inférieure à la plus basse sous-porteuse utilisée (plus faible indice i avec $b_i > 0$) et doivent être au-dessous du niveau PSD de référence du symbole de synchronisation émis si la sous-porteuse est supérieure à la plus basse sous-porteuse utilisée.

Comme les g_i ne sont appliqués qu'aux symboles de données, le niveau PSD d'émission d'un symbole de synchronisation est différent du niveau PSD d'émission d'un symbole de données. Ces g_i sont calculés pour les constellations multipoint afin d'égaliser le taux d'erreur attendu sur toutes les sous-porteuses. Ils ne sont donc pas applicables à la plupart des sous-porteuses modulées en QAM-4 du symbole de synchronisation.

ANNEXE B

Fonctionnement avec superposition spectrale

B.1 Masque de densité PSD d'émetteur de bloc ATU-R

La Figure B.1 montre le masque de densité spectrale de puissance (PSD) pour un émetteur d'ATU-R fonctionnant en mode spectral superposé. La bande passante affaiblie en basse fréquence est définie comme étant la bande des fréquences vocales. La bande affaiblie en haute fréquence est définie comme celle des fréquences supérieures à 138 kHz. Les pentes indiquées sont approximatives, leurs valeurs exactes étant données par les équations correspondantes.

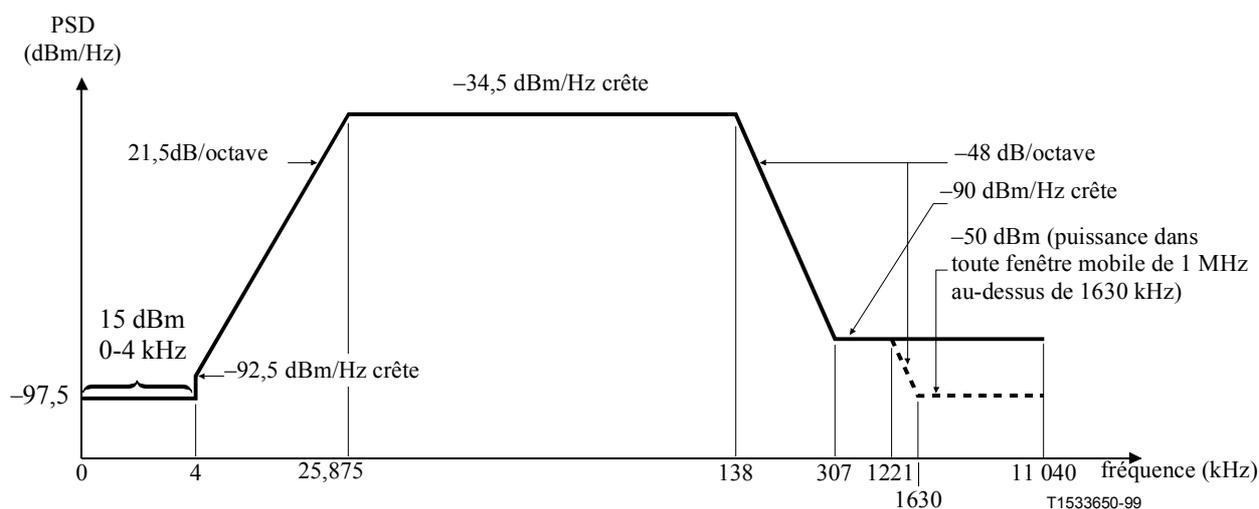


Figure B.1/G.992.2 – Masque de densité PSD d'émetteur d'ATU-R

Bande de fréquences (kHz)	Equation pour la ligne (dBm/Hz)	Impédance (Ω)	Largeur de bande de résolution (kHz)
0-4	-97,5	100	
	Avec puissance de +15 dBm dans une fenêtre de 0 à 4 kHz	600	4
>4-25,875	$-92,5 + 21,5 \times \log(f/4)/\log(2)$	100	
25,875-138	-34,5	100	10
138-307	$-34,5 - 48 \times \log(f/138)/\log(2)$	100	10
307-1221	-90	100	10
1221-1630	< -90 crête	100	10
	Avec puissance maximale dans la fenêtre $[f, f+1 \text{ MHz}]$ de $(-90 - 48 \times \log(f/1221)/\log(2) + 60)$ dBm	100	1000
1630-11 040	< -90 crête	100	10
	Avec puissance maximale dans la fenêtre $[f, f+1 \text{ MHz}]$ de -50 dBm	100	1000

B.1.1 Ondulation et temps de propagation de groupe de la densité PSD dans la bande passante

La densité PSD moyenne dans la bande passante utilisée ne doit pas être supérieure à -38 dBm/Hz moins une réduction de puissance par échelons de 2 dB. L'extrémité inférieure de la bande passante dépend de l'implémentation. Son extrémité supérieure dépend de la fonction du signal (initialisation, voir B.1.2.1) ou régime établi, voir B.1.2.3).

L'ondulation dans la bande passante ne doit pas être supérieure à +3,5 dB au-dessus du niveau de référence spécifié; la densité PSD maximale (-38 - baisse de puissance absolue par reconditionnement rapide en amont + 3,5) dBm/Hz s'applique sur toute la bande de 25,875 kHz à 138 kHz.

La variation du temps de propagation de groupe dans la bande passante ne doit pas dépasser 50 μ s.

B.1.2 Densité spectrale de puissance et niveau de puissance composite en émission

La puissance émise par l'ATU-R est limitée par les spécifications du présent sous-paragraphe. Par ailleurs, l'émetteur de l'ATU-R doit être conforme aux prescriptions nationales concernant l'émission d'énergie électromagnétique.

B.1.2.1 Tous signaux d'initialisation (sauf R-ECT) à partir de R-REVERB1

La densité PSD nominale dans la bande de 25,875 à 138 kHz doit être réglée à -38 dBm/Hz pour une puissance nominale d'émission non supérieure à 12,5 dBm. La densité PSD de référence dans la bande de 25,875 à 138 kHz doit être de $(-38 - \text{baisse de puissance absolue par reconditionnement rapide en amont})$ dBm/Hz pour une puissance composite d'émission de référence non supérieure à $(12,5 - \text{baisse de puissance absolue par reconditionnement rapide en amont})$ dBm.

Pendant les signaux R-REVERB et R-SEGUE, toutes les sous-porteuses d'indice i à 31 doivent être émises, la valeur de i étant au gré du vendeur. Toutefois, au gré du vendeur, une ou plusieurs de ces sous-porteuses peut ou ne peuvent pas être émises au cours du signal R-MEDLEY.

Pour permettre des effets de filtrage d'émission concrets (comme une ondulation dans la bande passage ou une décroissance de la bande de transition), la densité PSD maximale en émission ne doit pas être supérieure de plus de 1 dB au niveau de densité PSD de référence. La densité PSD maximale en émission ne doit donc pas être supérieure à $(-37 - \text{baisse de puissance absolue par reconditionnement rapide en amont})$ dBm/Hz.

B.1.2.2 R-ECT

Comme le signal R-ECT est défini par le vendeur, la spécification de densité PSD ne doit être interprétée que comme un niveau maximal qui est égal à $(-37 - \text{baisse de puissance absolue par reconditionnement rapide en amont})$ dBm/Hz pour la bande de 25,875 à 138 kHz. Les sous-porteuses d'indice 1 à 5 peuvent être utilisées, mais leur puissance doit être conforme à la spécification du A.1.

B.1.2.3 Signal de données en régime établi

La densité PSD nominale dans la bande de 25,875 à 138 kHz doit être réglée à -38 dBm/Hz. La puissance composite nominale doit être réglée à $-1,65 + 10\log(\text{ncup})$, où ncup est le nombre de sous-porteuses utilisées (c'est-à-dire ayant $b_i > 0$) (soit 12,5 dBm si toutes les sous-porteuses sont utilisées). La densité PSD de référence dans la bande de 25,875 à 138 kHz doit être égale à $(-38 - \text{baisse de puissance absolue par reconditionnement rapide en amont})$ dBm/Hz. La puissance composite de référence doit être réglée à $(-1,65 - \text{baisse de puissance absolue par reconditionnement rapide en amont} + 10\log(\text{ncup}))$, où ncup est le nombre de sous-porteuses utilisées, soit $(12,5 - \text{baisse de puissance absolue par reconditionnement rapide en amont})$ dBm si toutes les sous-porteuses sont utilisées). La densité PSD d'émission et la puissance composite peuvent toutefois être modifiées par rapport à leur valeur de référence dans l'une des circonstances suivantes:

- la table d'informations sur les bits et les gains, reçue de l'ATU-C au cours de l'initialisation et éventuellement mise à jour par permutation de bits, peut ne pas attribuer de bits à certaines sous-porteuses et peut effectuer un réglage fin (c'est-à-dire dans une étendue de $-14,5$ à $+2,5$ dB) du niveau de densité PSD en émission d'autres sous-porteuses afin d'égaliser les taux d'erreur attendus pour chacune de ces sous-porteuses;
- en cas de niveaux de densité PSD d'émission au gré du vendeur pour des sous-porteuses inutilisées (c'est-à-dire avec $b_i = 0$). La densité PSD maximale en émission pour ces sous-porteuses est spécifiée en b) et en c) ci-dessous.

Pour permettre des effets concrets de filtrage d'émission (par exemple ondulation dans la bande passante et décroissance de la bande de transition), la densité PSD maximale d'émission ne doit pas être supérieure de plus de 1 dB au niveau de densité PSD de référence après réglage fin comme

ci-dessus. La densité PSD maximale en émission ne doit donc pas être supérieure à $(-34,5 - \text{baisse de puissance absolue par reconditionnement rapide en amont})$ dBm/Hz.

La densité PSD en émission de chaque sous-porteuse est définie comme suit:

- a) pour les sous-porteuses d'indice ($b_i > 0$), l'émetteur de l'ATU-R doit émettre à des niveaux de densité PSD égaux aux valeurs spécifiées par le facteur g_i (par exemple, $g_i = 1$, puis émission au niveau PSD d'émission du signal R-MEDLEY). La puissance composite d'émission dans ces sous-porteuses ne doit pas dépasser $-1,65 + 10\log(ncup_1)$ dBm de plus de 0,7 dB, où $ncup_1$ est le nombre de ces sous-porteuses (d'indice $b_i > 0$);
- b) pour les sous-porteuses avec ($b_i = 0$ et $g_i > 0$), il y a lieu et il est recommandé que l'émetteur de l'ATU-R émette à des niveaux de densité PSD égaux à ceux qui sont spécifiés par le paramètre g_i (par exemple, si $g_i = 1$, émission au niveau R-MEDLEY), avec un point de constellation en QAM-4 (pouvant changer d'un symbole à l'autre). Le récepteur de l'ATU-R ne peut prévoir aucun niveau PSD particulier sur ces sous-porteuses. Les niveaux PSD d'émission de ces sous-porteuses ne doivent pas être supérieurs au niveau PSD d'émission du signal C-REVERB1 + $10\log(g_i^2)$ dB. La puissance composite d'émission dans ces sous-porteuses ne doit pas dépasser $-1,65 + 10\log(ncup_2)$ dBm, où $ncup_2$ est le nombre de ces sous-porteuses (ayant $b_i = 0$ et $g_i > 0$);
- c) pour les sous-porteuses avec ($b_i = 0$ et $g_i = 0$), il est recommandé que l'émetteur de l'ATU-R ne transmette aucune puissance sur ces sous-porteuses. Le récepteur de l'ATU-C ne peut faire aucune hypothèse concernant le niveau PSD de ces sous-porteuses. Les niveaux PSD d'émission des sous-porteuses ayant $g_i = 0$ doivent être au moins à 10 dB au-dessous du niveau PSD de référence du symbole de synchronisation émis si la sous-porteuse est inférieure à la plus basse sous-porteuse utilisée (plus faible indice i avec $b_i > 0$) et doivent être au-dessous du niveau PSD d'émission du signal R-REVERB1 si la sous-porteuse est supérieure à la plus basse sous-porteuse utilisée.

La puissance composite d'émission dans la bande de 25,875 à 138 kHz ne doit pas être supérieure à 12,5 dBm, ce qui est équivalent à un niveau PSD d'émission moyen non supérieur à -38 dBm/Hz.

NOTE – Il est recommandé que les valeurs de g_i pour les sous-porteuses avec $g_i > 0$ soient contraintes dans des limites de $\pm 2,5$ dB par rapport à la valeur de g_{sync} , pendant l'initialisation et les échanges de bits suivants, de manière à éviter une interférence cyclique stationnaire avec le symbole de synchronisation.

B.1.2.4 Symbole de synchronisation

Le niveau PSD de référence du symbole de synchronisation émis pendant l'initialisation sera fixé à la baisse de puissance absolue pour le reconditionnement rapide vers l'amont $-38 - 2n + 10\log(g_{sync}^2)$ dBm/Hz, g_{sync}^2 étant défini comme la moyenne des valeurs de g_i^2 pour les sous-porteuses utilisées (c'est-à-dire avec $b_i > 0$). Le niveau PSD de référence du symbole de synchronisation émis ne sera pas mis à jour en utilisant les modifications de gain de sous-porteuse de l'utilisateur durant l'état SHOWTIME.

Le niveau PSD d'émission pour les sous-porteuses avec $g_i > 0$ sera égal au niveau PSD de référence du symbole de synchronisation émis. Les niveaux PSD d'émission des sous-porteuses ayant $g_i = 0$ doivent être au moins à 10 dB au-dessous du niveau PSD de référence d'émission du symbole de synchronisation (c'est-à-dire nominalement $-38 - \text{baisse de puissance absolue par reconditionnement rapide en amont}$) si la sous-porteuse est inférieure à la plus basse sous-porteuse utilisée (plus faible indice i avec $b_i > 0$) et doivent être au-dessous du niveau PSD d'émission du signal R-REVERB1 si la sous-porteuse est supérieure à la plus basse sous-porteuse utilisée.

Comme les g_i ne sont appliqués qu'aux symboles de données, le niveau PSD d'émission d'un symbole de synchronisation est différent du niveau PSD d'émission d'un symbole de données. Ces g_i sont calculés pour les constellations multipoint afin d'égaliser le taux d'erreurs attendu sur toutes les sous-porteuses. Ils ne sont donc pas applicables à la plupart des sous-porteuses modulées en QAM-4 du symbole de synchronisation.

B.2 Masque de densité PSD d'émetteur de bloc ATU-C

La Figure B.2 montre le masque de densité spectrale de puissance (PSD) pour un émetteur d'ATU-C fonctionnant en mode spectral superposé. La bande passante affaiblie en basse fréquence est définie comme étant la bande des fréquences vocales. La bande affaiblie en haute fréquence est définie comme celle des fréquences supérieures à 552 kHz. Les pentes indiquées sont approximatives, leurs valeurs exactes étant données par les équations correspondantes.

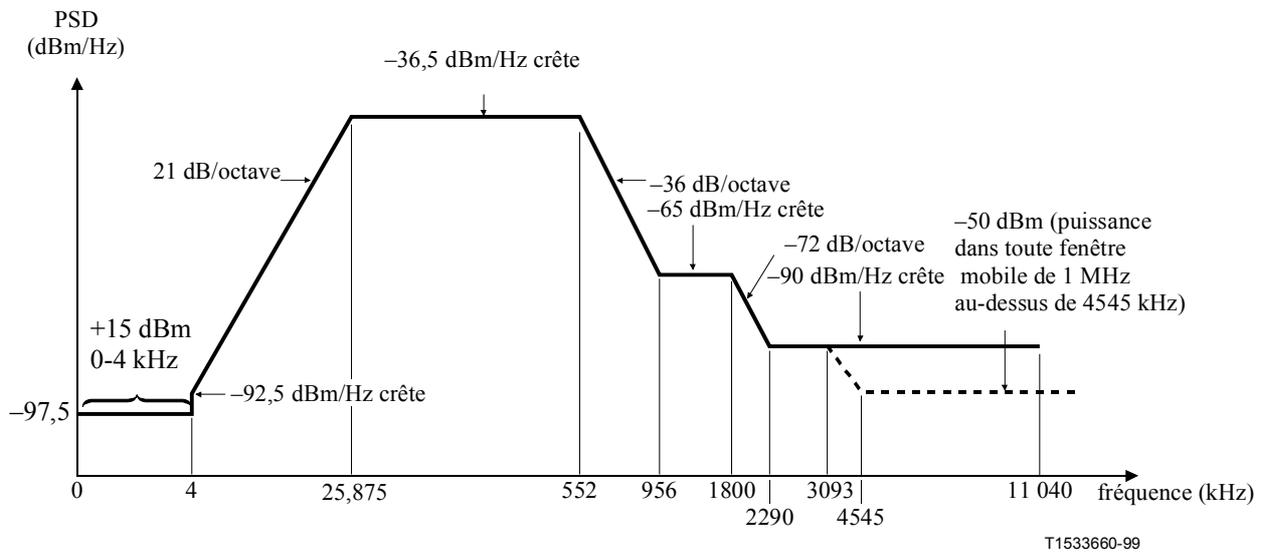


Figure B.2/G.992.2 – Masque de densité PSD d'émetteur d'ATU-C

Bande de fréquences (kHz)	Equation pour la ligne (dBm/Hz)	Impédance (Ω)	Largeur de bande de résolution (kHz)
0-4	-97,5	100	
	Avec puissance de +15 dBm dans une fenêtre de 0 à 4 kHz	900	4
> 4-25,875	$-92,5 + 21,5 \times \log(f/4)/\log(2)$	100	
25,875-552	-34,5	100	
552-956	$-36,5 - 36 \times \log(f/552)/\log(2)$	100	10
956-1800	-65	100	10
1800-2290	$-65 - 72 \times \log(f/1800)/\log(2)$	100	10
2290-3093	-90	100	10

Bande de fréquences (kHz)	Equation pour la ligne (dBm/Hz)	Impédance (Ω)	Largeur de bande de résolution (kHz)
3093-4545	< -90 crête	100	10
	Avec puissance maximale dans la fenêtre $[f, f+1 \text{ MHz}]$ de $(-36,5 - 36 \times \log(f/1104)/\log(2) + 60)$ dBm	100	1000
4545-11 040	< -90 crête	100	10
	avec puissance maximale dans la fenêtre $[f, f+1 \text{ MHz}]$ de -50 dBm	100	1000

B.2.1 Ondulation et temps de propagation de groupe de la densité PSD dans la bande passante

La densité PSD moyenne dans la bande passante utilisée ne doit pas être supérieure à $-36,5$ dBm/Hz moins une réduction de puissance par échelons de 2 dB. L'extrémité inférieure de la bande passante dépend de l'implémentation. Son extrémité supérieure dépend de la fonction du signal (initialisation, voir B.2.2.1, ou régime établi, voir B.2.2.3).

L'ondulation dans la bande passante ne doit pas être supérieure à $+3,5$ dB au-dessus du niveau nominal spécifié; la densité PSD maximale $(-40 - 2n + 3,5)$ dBm/Hz s'applique sur toute la bande de 25 kHz à 552 kHz, où $2n$ est défini dans le 11.7.5.

La variation du temps de propagation de groupe dans la bande passante ne doit pas dépasser 50 μ s.

B.2.2 Densité spectrale de puissance et niveau de puissance composite en émission

La puissance émise par l'ATU-C est limitée par les spécifications du présent sous-paragraphe. Par ailleurs, l'émetteur de l'ATU-C doit être conforme aux prescriptions nationales concernant l'émission d'énergie électromagnétique.

B.2.2.1 Tous signaux d'initialisation (sauf C-ECT) à partir de C-REVERB1

La densité PSD nominale dans la bande de 25,875 à 552 kHz doit être réglée à -40 dBm/Hz pour une puissance composite d'émission nominale non supérieure à 17,2 dBm. La densité PSD de référence dans la bande de 138 à 552 kHz doit être réglée à $(-40 - 2n)$ dBm/Hz pour une puissance composite d'émission de référence non supérieure à $(16,2 - 2n)$ dBm, $2n$ étant défini au 11.7.5.

Pendant les signaux C-REVERB et C-SEGUE, toutes les sous-porteuses d'indice i à 127 doivent être émises, la valeur de i étant au gré du vendeur. Toutefois, au gré du vendeur, une ou plusieurs de ces sous-porteuses peut ou ne peuvent pas être émises au cours du signal C-MEDLEY.

Pour permettre des effets de filtrage d'émission concrets (comme une ondulation dans la bande passage ou une décroissance de la bande de transition), la densité PSD maximale en émission ne doit pas être supérieure de plus de 1 dB au niveau de densité PSD nominal. La densité PSD maximale en émission ne doit donc pas être supérieure à $(-39 - 2n)$ dBm/Hz.

B.2.2.2 C-ECT

Comme le signal C-ECT est défini par le vendeur, la spécification de densité PSD ne doit être interprétée que comme un niveau maximal qui est égal à $(-39 - 2n)$ dBm/Hz pour la bande de 25,875 à 552 kHz. Les sous-porteuses d'indice 1 à 5 peuvent être utilisées, mais leur puissance doit être conforme à la spécification du B.2.

B.2.2.3 Signal de données en régime établi

La densité PSD nominale dans la bande de 25,875 à 552 kHz doit être réglée à -40 dBm/Hz. La puissance composite nominale doit être réglée à $-3,65 + 10\log(nc_{\text{down}})$, où nc_{down} est le nombre de sous-porteuses utilisées (c'est-à-dire ayant $b_i > 0$) (soit 17,2 dBm si toutes les sous-porteuses sont utilisées). La densité PSD de référence dans la bande de 138 à 552 kHz doit être réglée à $(-40 - 2n)$ dBm/Hz, où $2n$ est défini au 11.7.5. La densité PSD d'émission et la puissance composite peuvent toutefois être modifiées par rapport à leur valeur de référence dans l'une des circonstances suivantes:

- la table d'informations sur les bits et les gains, reçue de l'ATU-R au cours de l'initialisation et éventuellement mise à jour par permutation de bits, peut ne pas attribuer de bits à certaines sous-porteuses et peut effectuer un réglage fin (c'est-à-dire dans une étendue de $-14,5$ à $+2,5$ dB) du niveau de densité PSD en émission d'autres sous-porteuses afin d'égaliser les taux d'erreur attendus pour chacune de ces sous-porteuses;
- en cas de niveaux de densité PSD d'émission au gré du vendeur pour des sous-porteuses inutilisées (c'est-à-dire avec $b_i = 0$). La densité PSD maximale en émission pour ces sous-porteuses est spécifiée en b) et en c) ci-dessous.

Pour permettre des effets concrets de filtrage d'émission (par exemple ondulation dans la bande passante et décroissance de la bande de transition), la densité PSD maximale d'émission ne doit pas être supérieure de plus de 1 dB au niveau de densité PSD de référence après réglage fin comme ci-dessus. La densité PSD maximale en émission ne doit donc pas être supérieure à $(-36,5 - 2n)$ dBm/Hz.

La densité PSD en émission de chaque sous-porteuse est définie comme suit:

- a) pour les sous-porteuses d'indice ($b_i > 0$), l'émetteur de l'ATU-C doit émettre à des niveaux de densité PSD égaux aux valeurs spécifiées par le facteur g_i (par exemple $g_i = 1$ puis émission au niveau PSD d'émission du signal C-MEDLEY). La puissance composite d'émission dans ces sous-porteuses ne doit pas dépasser $-3,65 + 10\log(nc_{\text{down}1}) - 2n$ dBm de plus de 0,7 dB, où $nc_{\text{down}1}$ est le nombre de ces sous-porteuses (d'indice $b_i > 0$);
- b) pour les sous-porteuses avec ($b_i = 0$ et $g_i > 0$), il y a lieu et il est recommandé que l'émetteur de l'ATU-C émette à des niveaux de densité PSD égaux à ceux qui sont spécifiés par le paramètre g_i (par exemple, si $g_i = 1$, émission au niveau C-MEDLEY), avec un point de constellation en QAM-4 (pouvant changer d'un symbole à l'autre). Le récepteur de l'ATU-R ne peut prévoir aucun niveau PSD particulier sur ces sous-porteuses. Les niveaux PSD d'émission de ces sous-porteuses ne doivent pas être supérieurs au niveau PSD d'émission du signal C-REVERB1 + $10\log(g_i^2)$ dB. La puissance composite d'émission dans ces sous-porteuses ne doit pas dépasser $-3,65 + 10\log(nc_{\text{down}2}) - 2n$ dBm, où $nc_{\text{down}2}$ est le nombre de ces sous-porteuses (ayant $b_i = 0$ et $g_i > 0$);
- c) pour les sous-porteuses avec ($b_i = 0$ et $g_i = 0$), il est recommandé que l'émetteur de l'ATU-R ne transmette aucune puissance sur ces sous-porteuses. Le récepteur de l'ATU-C ne peut faire aucune hypothèse concernant le niveau PSD de ces sous-porteuses. Les niveaux PSD d'émission des sous-porteuses ayant $g_i = 0$ doivent être au moins à 10 dB au-dessous du niveau PSD de référence du symbole de synchronisation émis si la sous-porteuse est inférieure à la plus basse sous-porteuse utilisée (plus faible indice i avec $b_i > 0$) et doivent être au-dessous du niveau d'émission du symbole de synchronisation si la sous-porteuse est supérieure à la plus basse sous-porteuse utilisée.

La puissance composite d'émission dans la bande de 138 à 552 kHz ne doit pas être supérieure à $16,2 - 2n$ dBm, ce qui est équivalent à un niveau PSD d'émission moyen non supérieur à $-40 - 2n$ dBm/Hz, où n indique la baisse de puissance et est compris entre 0 et 6).

NOTE – Il est recommandé que les valeurs de g_i pour les sous-porteuses avec $g_i > 0$ soient contraintes dans des limites de $\pm 2,5$ dB par rapport à la valeur de g_{sync} , pendant l'initialisation et les échanges de bits suivants, de manière à éviter une interférence cyclique stationnaire avec le symbole de synchronisation.

B.2.2.4 Symbole de synchronisation

Le niveau PSD de référence du symbole de synchronisation émis pendant l'initialisation sera fixé à $-40 - 2n + 10\log(g_{\text{sync}}^2)$ dBm/Hz, g_{sync}^2 étant défini comme la moyenne des valeurs de g_i^2 pour les sous-porteuses utilisées (c'est-à-dire avec $b_i > 0$). Le niveau PSD de référence du symbole de synchronisation émis ne sera pas mis à jour en utilisant les modifications de gain de sous-porteuse de l'utilisateur durant l'état SHOWTIME.

Le niveau PSD d'émission pour les sous-porteuses avec $g_i > 0$ sera égal au niveau PSD de référence du symbole de synchronisation émis. Les niveaux PSD d'émission des sous-porteuses ayant $g_i = 0$ doivent être au moins à 10 dB au-dessous du niveau PSD d'émission du signal C-REVERB1 si la sous-porteuse est inférieure à la plus basse sous-porteuse utilisée (plus faible indice i avec $b_i > 0$) et doivent être au-dessous du niveau PSD de référence du symbole de synchronisation émis si la sous-porteuse est supérieure à la plus basse sous-porteuse utilisée.

Comme les g_i ne sont appliqués qu'aux symboles de données, le niveau PSD d'émission d'un symbole de synchronisation est différent du niveau PSD d'émission d'un symbole de données. Ces g_i sont calculés pour les constellations multipoint afin d'égaliser le taux d'erreur attendu sur toutes les sous-porteuses. Ils ne sont donc pas applicables à la plupart des sous-porteuses modulées en QAM-4 du symbole de synchronisation.

ANNEXE C

ADSL sur POTS coexistant dans le même câble que le DSL par RNIS-TCM

C.1 Domaine d'application

La présente annexe décrit les spécifications qui sont particulières à un système ADSL coexistant dans le même câble que le RNIS-TCM défini dans l'Appendice III/G.961. Les sous-paragraphes de la présente annexe indiquent les compléments et amendements aux paragraphes correspondants de la Recommandation principale. Les amendements décrits dans la présente annexe apportent une amélioration de qualité par rapport au système ADSL sans séparateur en environnement de coexistence avec le RNIS-TCM, qui est spécifié dans la Recommandation principale. Il est préférable que les systèmes ADSL implémentant la présente annexe soient également conformes à la Recommandation principale.

C.2 Définitions et abréviations

C.2.1 Définitions

C.2.1.1 double codage d'équivalence binaire: méthode qui prévoit deux débits binaires en conditions de bruit télédiaphonique (FEXT) et de bruit paradiaphonique (NEXT) dû à un système RNIS-TCM.

C.2.1.2 double codage d'équivalence binaire en FEXT: méthode similaire à celle du double codage d'équivalence binaire sauf que la transmission n'a lieu qu'en conditions de bruit FEXT dû à un système RNIS-TCM.

C.2.1.3 hypertrame: structure de 5 supertrames avec référence TTR synchronisée.

C.2.1.4 Bitmap-F_R: double codage d'équivalence binaire par l'émetteur ATU-C en conditions de bruit FEXT produit par RNIS-TCM dans l'ATU-R.

C.2.1.5 Bitmap-N_R: double codage d'équivalence binaire par l'émetteur ATU-C en conditions de bruit NEXT produit par RNIS-TCM dans l'ATU-R.

C.2.1.6 Bitmap-F_C: double codage d'équivalence binaire par l'émetteur ATU-R en conditions de bruit FEXT produit par RNIS-TCM dans l'ATU-C.

C.2.1.7 Bitmap-N_C: double codage d'équivalence binaire par l'émetteur ATU-R en conditions de bruit NEXT produit par RNIS-TCM dans l'ATU-C.

C.2.1.8 durée FEXT_R: durée du bruit FEXT par RNIS-TCM dans l'ATU-R, estimée par l'ATU-C.

C.2.1.9 durée NEXT_R: durée du bruit NEXT par RNIS-TCM dans l'ATU-R, estimée par l'ATU-C.

C.2.1.10 durée FEXT_C: durée du bruit FEXT par RNIS-TCM dans l'ATU-C, estimée par l'ATU-R.

C.2.1.11 durée NEXT_C: durée du bruit NEXT par RNIS-TCM dans l'ATU-C, estimée par l'ATU-R.

C.2.1.12 symbole FEXT_R: symbole DMT transmis par l'ATU-C en conditions de bruit FEXT par RNIS-TCM.

C.2.1.13 symbole NEXT_R: symbole DMT transmis par l'ATU-C en conditions de bruit NEXT par RNIS-TCM.

C.2.1.14 symbole FEXT_C: symbole DMT transmis par l'ATU-R en conditions de bruit FEXT par RNIS-TCM.

C.2.1.15 symbole NEXT_C: symbole DMT transmis par l'ATU-R en conditions de bruit NEXT par RNIS-TCM.

C.2.1.16 N_{SWF}: compteur de trames à fenêtre mobile.

C.2.2 Abréviations

TTR référence temporelle RNIS-TCM (*TCM-ISDN timing reference*)

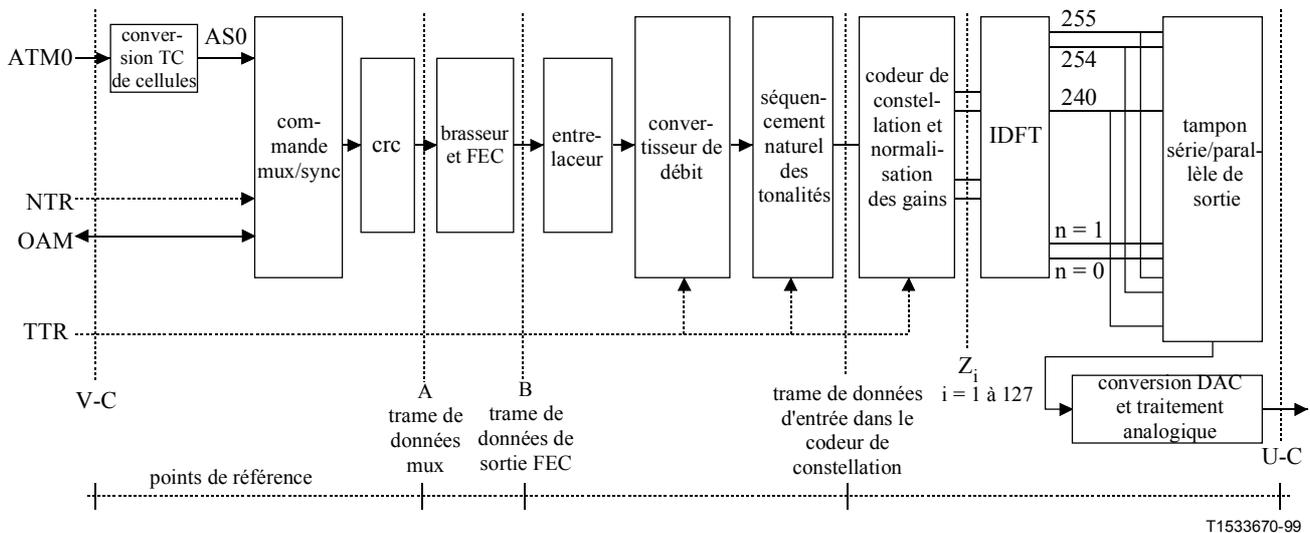
TTR_C référence temporelle utilisée dans l'unité ATU-C (*timing reference used in ATU-C*)

TTR_R référence temporelle utilisée dans l'unité ATU-R (*timing reference used in ATU-R*)

UI intervalle unitaire (*unit interval*)

C.3 Modèles de référence

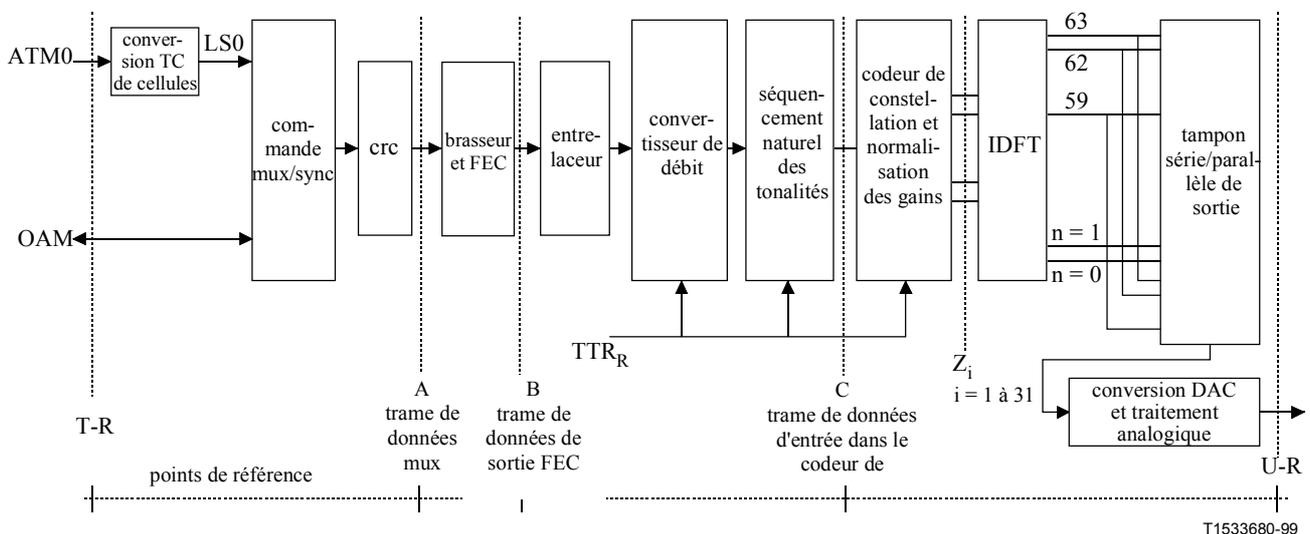
C.3.1 Modèle de référence d'émetteur d'ATU-C (remplacement de la figure du 4.2)



NOTE – La référence TTR peut être produite dans l'ATU-C sans être fournie par l'horloge du système RNIS-TCM au point de référence V-C.

Figure C.1/G.992.2 – Modèle de référence d'émetteur d'ATU-C pour le transport en mode ATM

C.3.2 Modèle de référence d'émetteur d'ATU-R (remplacement de la figure du 4.2)



NOTE – La référence TTR_R doit être produite dans l'ATU-R à partir de la référence TTR_C reçue et doit être calée sur 690 périodes de la fréquence d'échantillonnage amont (276 kHz).

Figure C.2/G.992.2 – Modèle de référence d'émetteur d'ATU-C pour le transport en mode ATM

C.3.3 Modèle de synchronisation d'émetteur ATU (nouveau)

C.3.3.1 Modèle de synchronisation avec la diaphonie par RNIS-TCM (nouveau)

La Figure C.3 montre le chronogramme de la diaphonie issue du système RNIS-TCM.

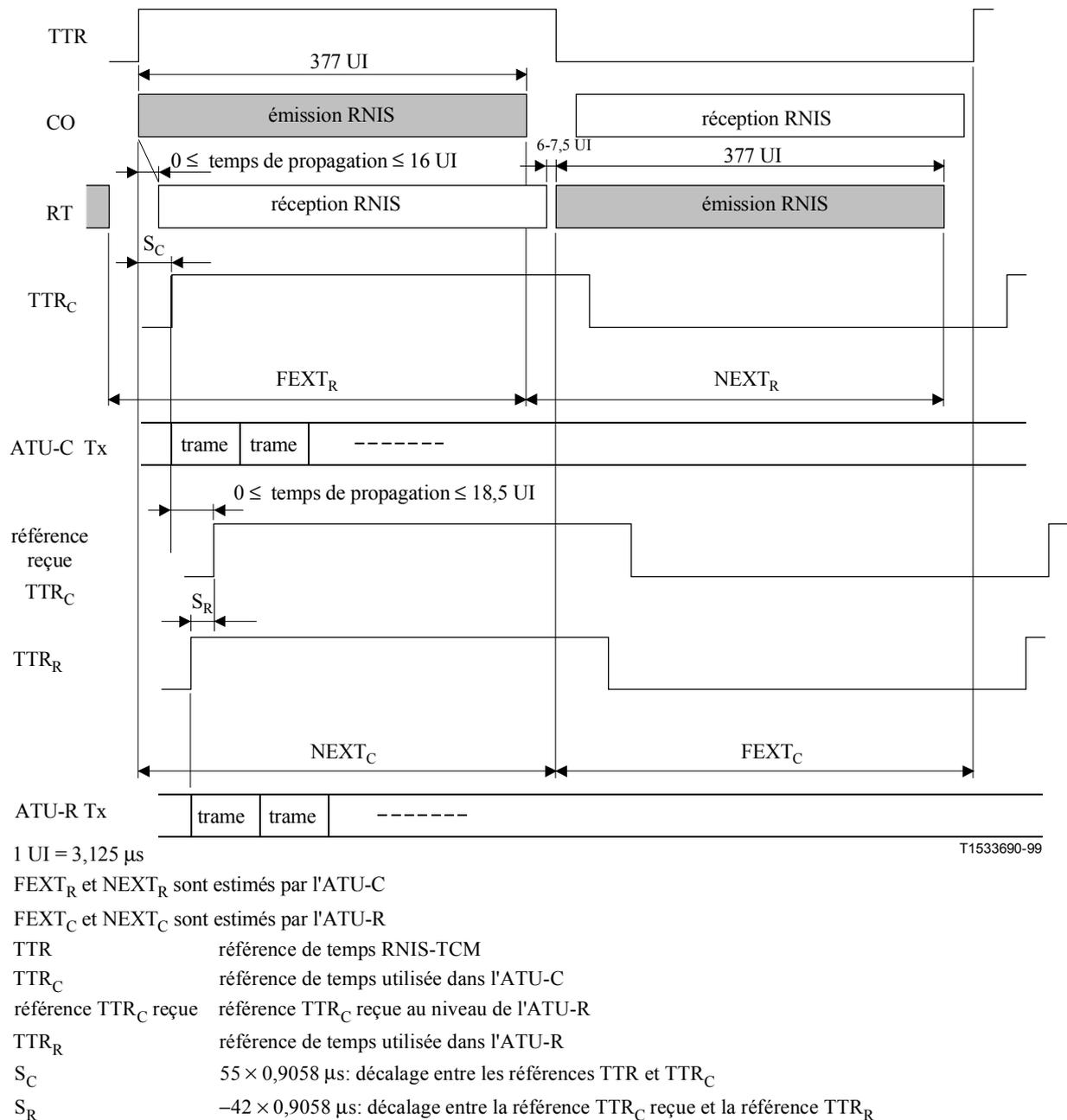


Figure C.3/G.992.2 – Chronogramme de la diaphonie par RNIS-TCM

Le flux de données RNIS-TCM est transmis pendant une période TTR. Le centre de commutation RNIS-TCM émet les symboles pendant la première moitié d'une période TTR et le terminal distant RNIS-TCM émet pendant la deuxième moitié de la période TTR. L'unité ATU-C reçoit la diaphonie NEXT du RNIS pendant la première moitié de la période TTR et la diaphonie FEXT RNIS-TCM pendant la deuxième moitié de la période TTR. L'unité ATU-R, par contre, reçoit la diaphonie FEXT RNIS-TCM pendant la première moitié de la période TTR et la diaphonie NEXT RNIS-TCM pendant la deuxième moitié de la période TTR.

Comme défini au C.5.2.2 et au C.8, l'unité ATU-C fera une estimation des durées $FEXT_R$ et $NEXT_R$ au niveau de l'ATU-R et l'unité ATU-R fera une estimation des durées $FEXT_C$ et $NEXT_C$ au niveau de l'unité ATU-C en prenant en compte le temps de propagation sur la ligne d'abonné considérée.

L'unité ATU-C synchronisera l'émission de tout symbole avec la référence TTR_C . L'unité ATU-R synchronisera l'émission de tout symbole avec la référence TTR_R générée à partir de la référence TTR_C reçue.

C.3.3.2 Fenêtre mobile (nouveau)

La Figure C.4 montre le chronogramme de la transmission en aval.

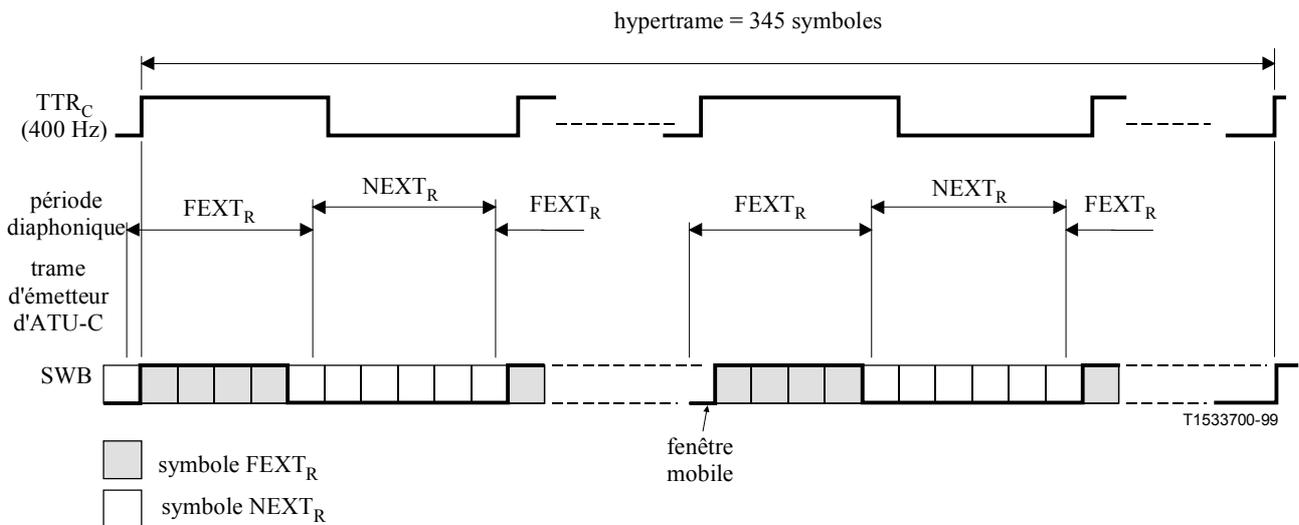


Figure C.4/G.992.2 – Fenêtre mobile

L'opération de "fenêtre mobile" définit les procédures permettant de transmettre des symboles en conditions de bruit diaphonique en synchronisme avec la période de la référence TTR . Le terme $FEXT_{C/R}$ représente un symbole qui est entièrement contenu pendant la durée de diaphonie $FEXT_{C/R}$. Le terme $NEXT_{C/R}$ représente un symbole qui contient toute durée de diaphonie $NEXT_{C/R}$. Il y a donc plus de symboles $NEXT_{C/R}$ que de symboles $FEXT_{C/R}$.

L'ATU-C détermine si les symboles de transmission sont de type $FEXT_R$ ou $NEXT_R$ en fonction de la fenêtre mobile. Il les transmet ensuite avec la table de bits correspondante. De même, l'ATU-R détermine si les symboles de transmission sont de type $FEXT_C$ ou $NEXT_C$ puis les transmet avec la table de bits correspondante. Bien que la phase de la fenêtre mobile ne soit pas en synchronisme avec la référence $TTR_{C/R}$, la séquence est limitée aux 345 trames de l'hypertrame (voir C.5.2.2).

C.3.3.3 Synchronisation des symboles de l'ATU-C avec la référence TTR_C (nouveau)

La durée de 345 symboles est égale à 34 périodes de la référence TTR_C (ou à 32 périodes TTR_C pour les symboles sans préfixe cyclique). Cela implique un asservissement par boucle de phase (PLL) dans l'ATU-R.

C.3.3.4 Commutation de double codage (nouveau)

L'ATU-C transmet les symboles $FEXT_R$ au moyen de la fonction Bitmap- F_R (pendant la durée $FEXT_R$) et transmet les symboles $NEXT_R$ au moyen de la fonction Bitmap- N_R (pendant la durée $NEXT_R$) conformément au résultat d'initialisation. De la même manière, l'ATU-R transmet les symboles $FEXT_C$ au moyen de la fonction Bitmap- F_C (pendant la durée $FEXT_C$) et transmet les symboles $NEXT_C$ au moyen de la fonction Bitmap- N_C (pendant la durée $NEXT_C$).

L'ATU-C doit avoir la capacité de désactiver la transmission pendant la période $NEXT_{C/R}$ (voir Tableau 11-i/G.994.1). Dans ce cas, l'ATU-C ne doit transmettre que la tonalité pilote comme symbole $NEXT_R$ et l'ATU-R doit transmettre du silence comme symbole $NEXT_C$ (voir C.5.5 et C.5.7).

C.3.3.5 Synchronisation en boucle dans l'ATU-R (nouveau)

La relation de phase entre symboles reçus et symboles émis par l'ATU-R au point de référence U-R doit satisfaire aux tolérances de phase indiquées par la Figure C.5.

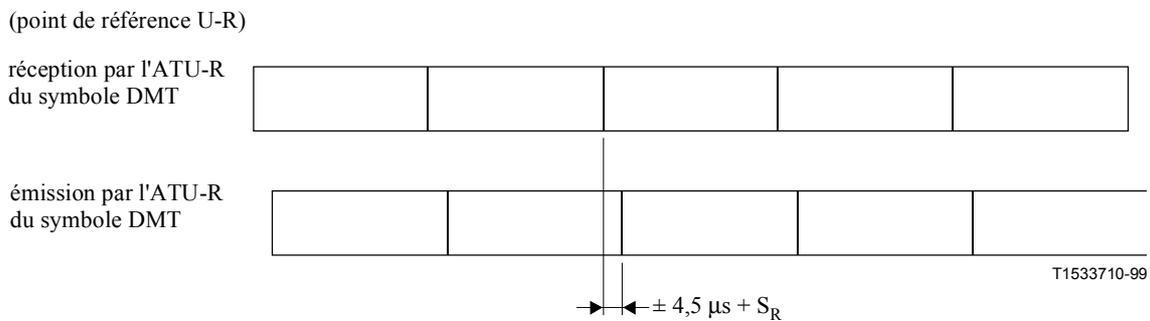
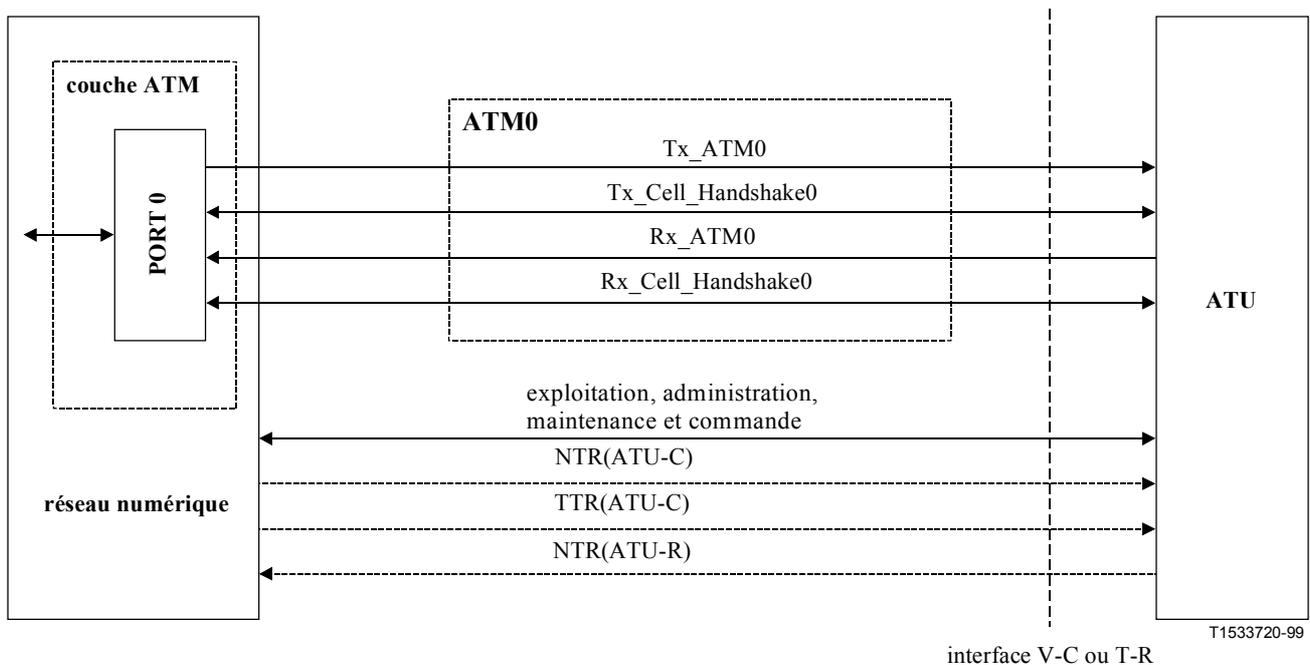


Figure C.5/G.992.2 – Synchronisation en boucle de l'ATU-R

C.4 Interfaces avec les émetteurs-récepteurs ATU

C.4.1 Interface ATM pour le transport en mode ATM (remplacement de la figure du 6.1)

L'interface fonctionnelle de données avec l'émetteur-récepteur ATU pour le transport en mode ATM est représentée sur la Figure C.6.



NOTE – La référence TTR peut être produite dans l'ATU-C au lieu du point de référence V-C.

Figure C.6/G.992.2 – Interfaces fonctionnelles entre ATU et couche ATM au point de référence V ou T

C.5 Caractéristiques fonctionnelles d'ATU (complément du paragraphe 7)

C.5.1 Temps de transfert de capacité utile (complément du 7.1.1)

Le temps de transfert dans un seul sens (à l'exclusion des fonctions propres aux cellules), pour les bits de capacité utile à partir du point de référence V à l'extrémité du centre de commutation (V-C) jusqu'au point de référence T à l'extrémité distante (T-R), doit être conforme au 7.1.1 avec un complément de 5 ms pour le temps de transfert dû au convertisseur de débit. La même prescription s'applique dans le sens inverse, du point de référence T-R au point de référence V-C.

Le temps maximal du convertisseur de débit, spécifié ci-dessus, n'est pas applicable aux débits de 32 kbit/s et de 64 kbit/s.

C.5.2 Verrouillage de trames (complément du 7.3)

C.5.2.1 Structure des supertrames (complément du 7.3.3.1)

Comme le convertisseur de débit remanie l'ordre des données d'utilisateur et des données binaires de surdébit pour créer les hypertrames, les trames de données d'entrée dans le codeur de constellation sont différentes de celles qui sont définies au 7.3.3.1.

C.5.2.2 Structure des hypertrames (nouveau)

La présente annexe utilise la structure d'hypertrame qui est décrite dans les Figures C.7 et C.8. Ces deux figures montrent la relation de phase entre la référence $TTR_{C/R}$ et l'hypertrame aux points U-C et U-R. Chaque hypertrame se compose de cinq supertrames qui sont numérotées de 0 à 4. Afin d'indiquer la limite d'hypertrame, le symbole de synchronisation inverse est utilisé pour la N_{inv} ième supertrame, qui est produite par une inversion de phase de 180° , tonalité par tonalité, du symbole de synchronisation (voir C.5.3.1), sauf pour la tonalité pilote. Le terme " N_{inv} ième" est défini comme suit:

$$N_{\text{inv}}^{\text{ième}} = \begin{array}{l} 3 \text{ (supertrame n}^\circ 3 \text{) en aval} \\ 0 \text{ (supertrame n}^\circ 0 \text{) en amont} \end{array}$$

La trame de sortie FEC provenant de l'entrelaceur est injectée dans le convertisseur de débit. Le flux de données de niveau binaire issu du convertisseur est extrait au moyen de la fenêtre mobile en fonction de la longueur des séquences Bitmap-F_{R/C} et Bitmap-N_{R/C} (voir C.3.3.2 et C.3.3.4).

Afin de convertir le débit en multiple de 32 kbit/s, des bits de bourrage sont insérés à la fin de l'hypertrame par le convertisseur de débit (voir C.5.6). L'hypertrame se compose de 345 symboles DMT, numérotés de 0 à 344. Chaque symbole est attribué comme symbole FEXT_{R/C} ou NEXT_{R/C} dans une durée FEXT_{R/C} ou NEXT_{R/C} (voir C.3.3.1). La formule numérique suivante indique à quelle durée appartient le N_{dmf}^{ième} symbole DMT reçu dans l'émetteur d'ATU.

Données aval (voir Figure C.9):

pour (N_{dmf} = 0, 1, ..., 344)

$$S = 272 \times N_{\text{dmf}} \bmod 2760$$

si {(S + 271 < a) ou (S > a + b)} alors symbole FEXT_R
 sinon alors symbole NEXT_R

où a = 1243 et b = 1461

Données amont (voir Figure C.10):

pour (N_{dmf} = 0, 1, ..., 344)

$$S = 272 \times N_{\text{dmf}} \bmod 2760$$

si { (S > a) et (S + 271 < a + b)} alors symbole FEXT_C
 sinon alors symbole NEXT_C

où a = 1315 et b = 1293

Donc, 128 symboles DMT sont attribués pendant la durée FEXT_{R/C} (symboles FEXT_{C/R}) et 217 symboles DMT sont attribués pendant la durée NEXT_{R/C} (symboles NEXT_{C/R}). Ces symboles se répartissent comme suit:

Symbole FEXT_{C/R}:

- nombre de symboles utilisant la fonction Bitmap-F_{R/C} = 126
- nombre de symboles de synchronisation = 1
- nombre de symboles de synchronisation inverse = 1

Symbole NEXT_{C/R}:

- nombre de symboles utilisant la fonction Bitmap-N_{R/C} = 214
- nombre de symboles de synchronisation = 3

Pendant le mode de codage FEXT, l'ATU-C ne doit émettre que la tonalité pilote en tant que symbole NEXT_R et l'ATU-R ne doit pas émettre d'autre signal que le symbole NEXT_C.

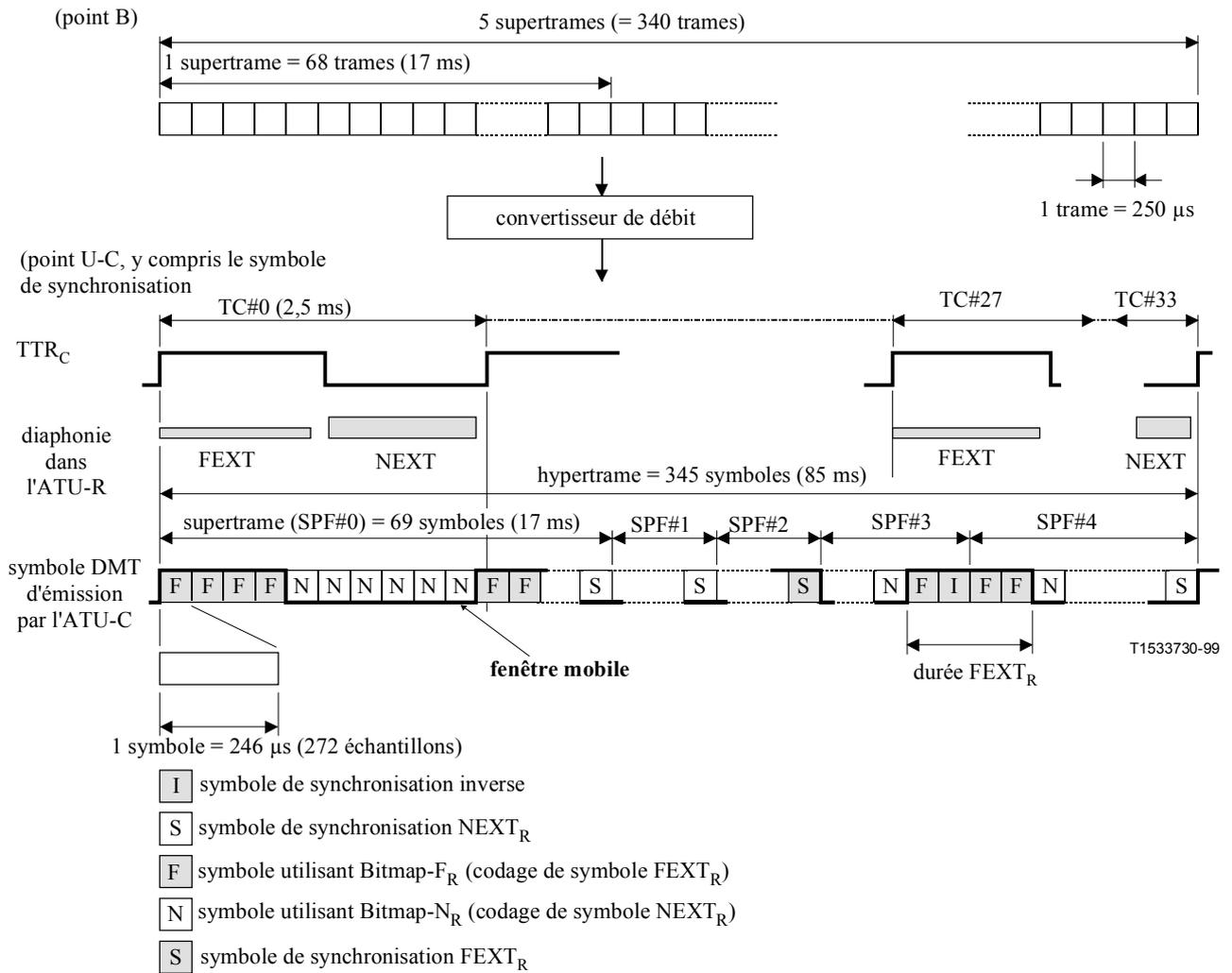


Figure C.7/G.992.2 – Structure d'hypertrame dans le sens aval

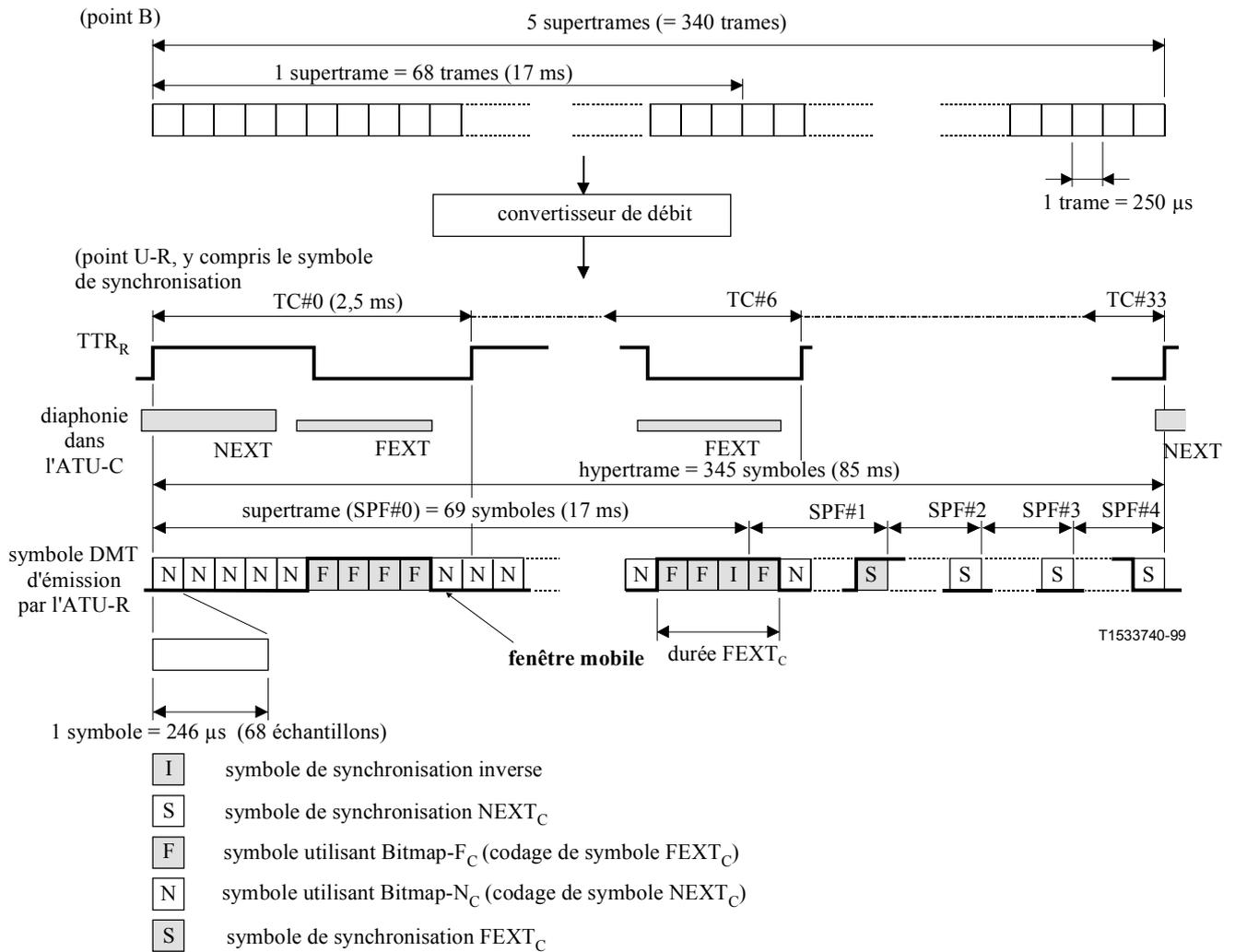


Figure C.8/G.992.2 – Structure d'hyperframe dans le sens amont

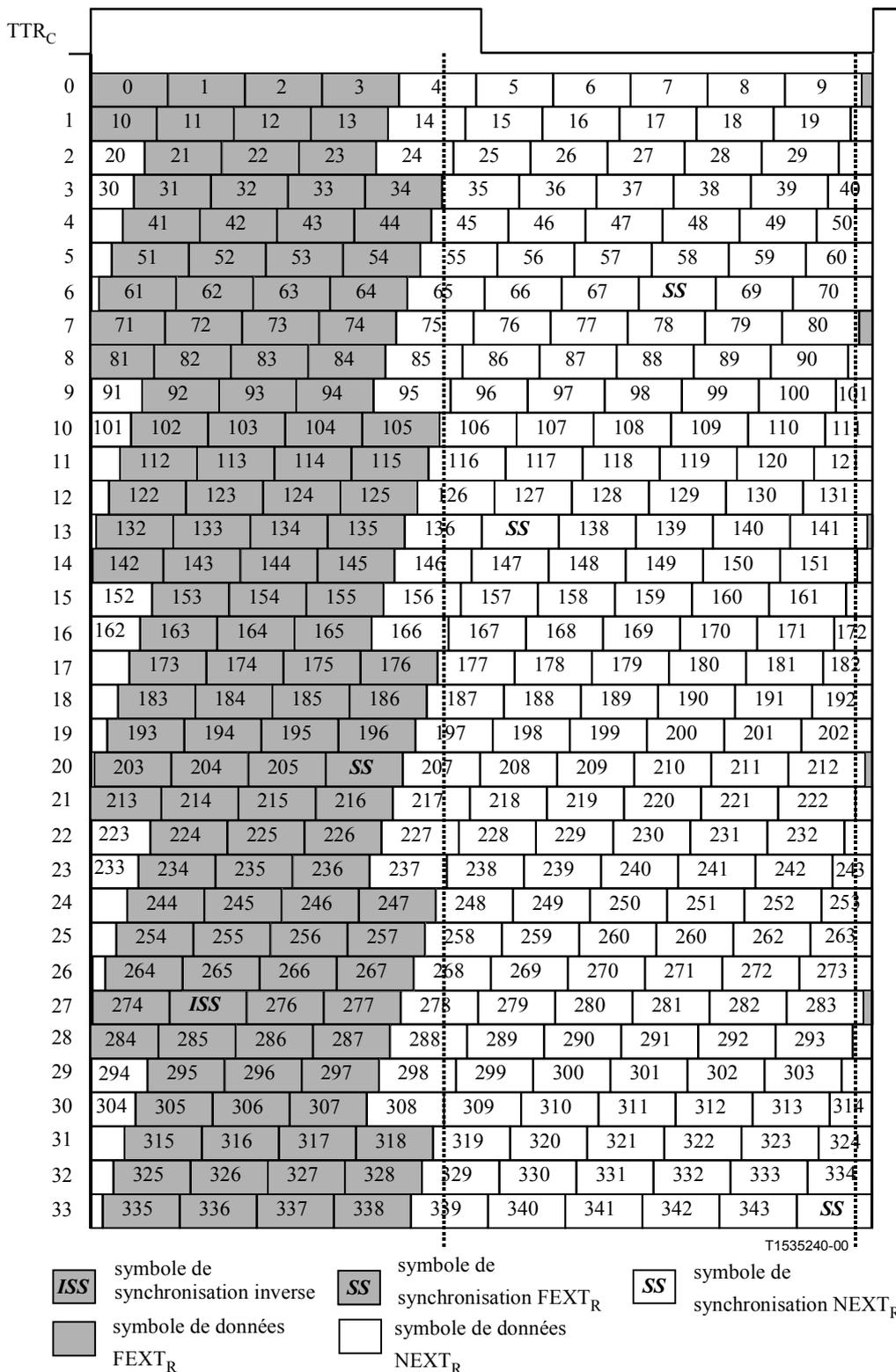


Figure C.9/G.992.2 – Structure des symboles d'une hypertrame avec préfixe cyclique – Aval

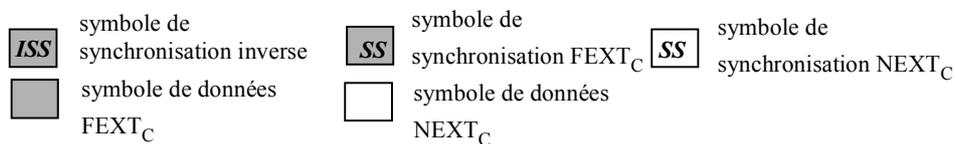
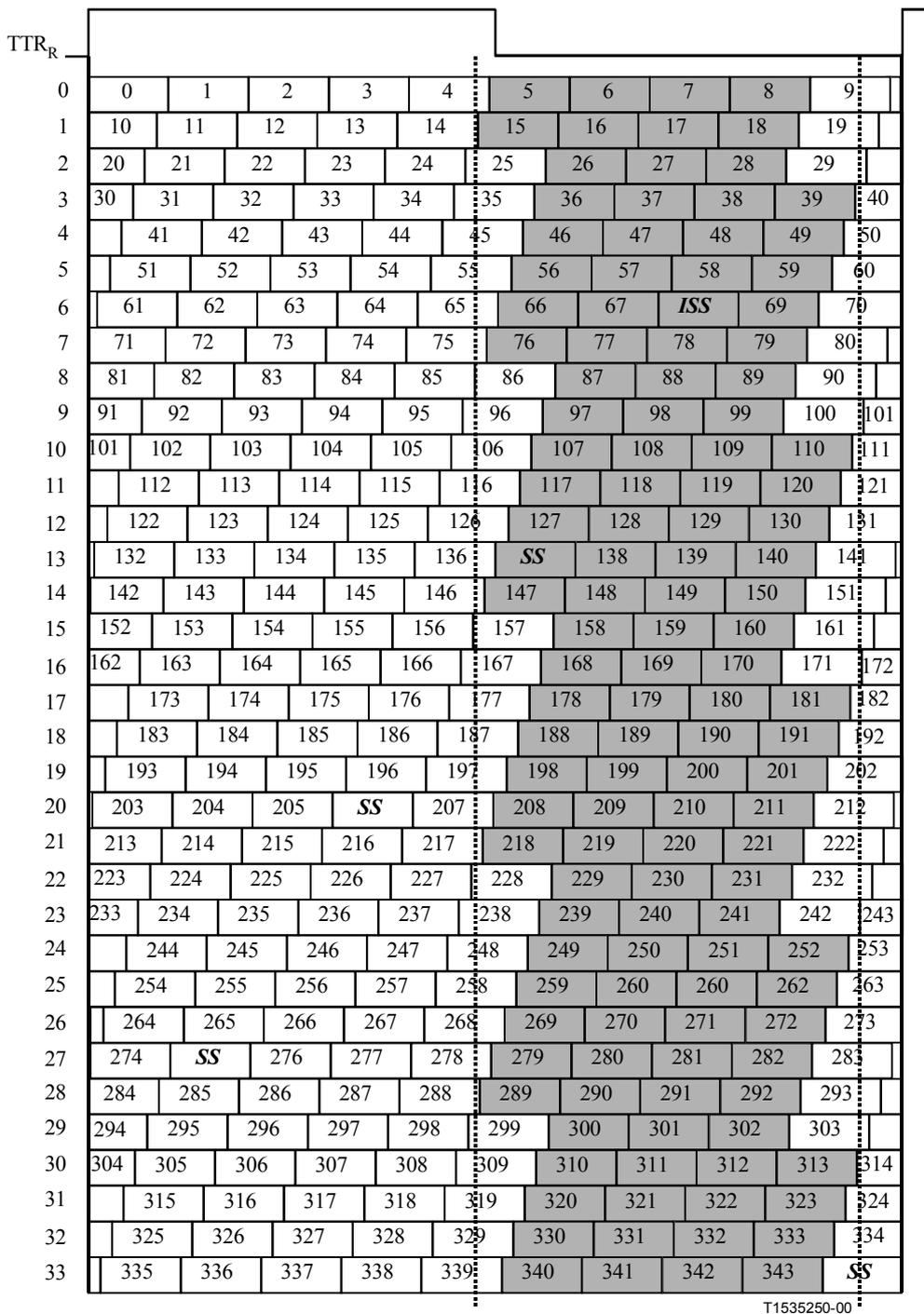


Figure C.10/G.992.2 – Structure des symboles d'une hypertrame avec préfixe cyclique – Amont

C.5.3 Modulation (complément du 7.10)

C.5.3.1 Symbole de synchronisation inverse (nouveau)

Sauf pour la tonalité pilote, le symbole de synchronisation inverse doit être produit par inversion à 180° de la phase du symbole de synchronisation de chaque tonalité (c'est-à-dire que + mappe à – et – mappe à +, pour chacune des constellations de signaux en QAM-4).

C.5.3.2 Normalisation du gain pour le symbole de synchronisation

Le niveau PSD de référence du symbole de synchronisation transmis sera positionné sur le niveau PSD de référence + $10\log(g_{\text{sync}}^2)$ dBm/Hz, g_{sync}^2 étant défini comme la moyenne des valeurs des gains g_i^2 pour les sous-porteuses utilisées (correspondant à $b_i > 0$) dans les tableaux de bits NEXT ou FEXT en choisissant le gain moyen le plus élevé. La puissance PSD émise pour le symbole de référence ne sera pas mis à jour lors des variations de gain de sous-porteuse pendant l'état SHOWTIME.

C.5.4 Masque spectral d'émetteur (remplacement du 7.12.3)

Le masque spectral de la présente annexe fait appel aux mêmes masques que ceux de l'Annexe A ou de l'Annexe B. Lorsque le bit 16 du signal C-MSG1 est 0_b, le masque de densité PSD spécifié dans l'Annexe A doit être utilisé. Lorsque le bit 16 du signal C-MSG1 est 1, c'est le masque de densité PSD de l'Annexe B qui doit être utilisé.

C.5.5 Double codage d'équivalence binaire (nouveau)

La méthode du double codage d'équivalence binaire correspond à des débits individuels en conditions de bruit FEXT ou NEXT. Il faut donc une table additionnelle de bits et de gains, $\{b_i, g_i\}$. Les doubles codages sont commutés en synchronisme avec la structure de fenêtre mobile des symboles NEXT/FEXT.

C.5.6 Convertisseur de débit (nouveau)

La sortie de l'entrelaceur est injectée dans le convertisseur de débit, dont les mémoires tampons modifient les limites des trames de données entre les points de référence B et C en fonction des séquences Bitmap-F_{R/C}, Bitmap-N_{R/C} et de la fenêtre mobile. Afin cependant de compenser la différence de débit entre les points de référence B et C ainsi que de convertir le débit en un multiple de 32 kbit/s, des bits de bourrage sont insérés à la fin de l'hypertrame. Le nombre de bits de bourrage est calculé comme suit:

$$\# \text{ dummy}_R = (f_R \times 126 + n_R \times 214) - (t_R \times 340) \quad \text{pour les données aval}$$

$$\# \text{ dummy}_C = (f_C \times 126 + n_C \times 214) - (t_C \times 340) \quad \text{pour les données amont}$$

où t_R est le nombre de bits attribués dans une trame au point de référence B dans l'émetteur ATU-C; où f_R et n_R sont les nombres de bits contenus respectivement dans les séquences Bitmap-F_R et Bitmap-N_R. De même, t_C est le nombre de bits attribués dans une trame au point de référence B dans l'émetteur ATU-R; f_C et n_C sont les nombres de bits contenus respectivement dans les séquences Bitmap-F_C et Bitmap-N_C. Dans le mode de codage FEXT, n_R et n_C sont égaux à zéro.

Dans le récepteur, les bits de bourrage insérés sont supprimés.

Le récepteur doit déterminer Bitmap-F_{R/C} et Bitmap-N_{R/C} de façon que le nombre de bits de bourrage soit inférieur à 126 dans la séquence d'initialisation.

C.5.7 Codage FEXT (nouveau)

Le mode de codage FEXT ne fait appel à la technique du double codage d'équivalence binaire (voir C.5.5) que pendant la diaphonie FEXT. Lorsque les fonctions Bitmap- N_R et Bitmap- N_C sont désactivées (voir Tableau 11-i/G.994.1), l'ATU-C ne doit transmettre que la tonalité pilote en tant que symbole NEXT $_R$ et l'ATU-R ne doit pas transmettre de signaux en tant que symboles NEXT $_C$ (voir les Figures C.7 et C.8).

Le choix entre le mode de double codage d'équivalence binaire et le mode de simple mappage binaire FEXT est effectué pendant le mode G.994.1 au moyen du bit "DBM" (voir 11.2 et 11.3).

C.6 Adaptation et reconfiguration en ligne par commande aoc (complément du paragraphe 9)

C.6.1 Codage du message de demande de permutation de bits (remplacement du 9.2.4)

Ce message demande à l'émetteur quelles sous-porteuses sont à modifier. Le format de cette demande est indiqué dans le Tableau C.1.

Tableau C.1/G.992.2 – Format du message de demande de permutation de bits

En-tête de message	Champs de message 1 à 4		
{11111111 _b } (8 bits)	Indice de mode de codage (1 bit)	Commande (7 bits)	Indice de sous-porteuse (8 bits)

La demande doit comporter neuf octets, comme suit:

- un en-tête de message aoc composé de huit 1 binaires;
- les champs de message 1 à 4, chacun composé d'un indice de mode de codage codé sur 1 bit, d'une commande de 7 bits suivie d'un indice de sous-porteuse associé de 8 bits. L'indice de mode de codage sur 1 bit et les commandes de 7 bits valides pour le message de permutation de bits doivent être conformes au Tableau C.2. Dans le Tableau C.2, le bit MSB du message de demande de permutation de bits représente l'indice du mode de codage binaire. Dans cet indice, la valeur 0 indique la fonction Bitmap- F_R et la valeur 1_b indique le codage N_R pour les données aval. De même, pour les données amont, la valeur 0 indique la fonction Bitmap- F_C et la valeur 1_b le codage N_C . L'indice de sous-porteuse à 8 bits est compté des basses aux hautes fréquences, la sous-porteuse de fréquence la plus basse ayant le numéro zéro. L'indice de sous-porteuse zéro ne doit pas être utilisé.
- La permutation de bits entre symboles FEXT $_{C/R}$ et symboles NEXT $_{C/R}$ n'est pas autorisée.

Tableau C.2/G.992.2 – Commandes de demande de permutation de bits

Valeur (8 bits)	Interprétation
y0000000 _b	Aucune action
y0000001 _b	Augmenter de 1 le nombre de bits attribués
y0000010 _b	Diminuer de 1 le nombre de bits attribués
y0000011 _b	Augmenter de 1 dB la puissance émise
y0000100 _b	Augmenter de 2 dB la puissance émise
y0000101 _b	Augmenter de 3 dB la puissance émise

Tableau C.2/G.992.2 – Commandes de demande de permutation de bits (*fin*)

Valeur (8 bits)	Interprétation
y0000110 _b	Diminuer de 1 dB la puissance émise
y0000111 _b	Diminuer de 2 dB la puissance émise
y0001xxx _b	Champ réservé pour commandes au gré du vendeur
NOTE – y est égal à "0 _b " pour les symboles FEXT _{C/R} et à "1 _b " pour les symboles NEXT _{C/R} de la fenêtre mobile.	

Pour éviter une divergence g_i entre ATU-C et ATU-R après plusieurs permutations de bits, la nouvelle valeur de g_i doit être donnée par la relation suivante pour une mise à jour de Δ dB:

$$g'_i = (1/512) \times \text{arrondir}(512 \times g_i \times 10^{\exp(\Delta/20)})$$

C.6.2 Codage du message de demande de permutation étendue de bits (complément du 9.2.5)

Le format de la demande de permutation étendue de bits est représenté dans le Tableau C.3.

Tableau C.3/G.992.2 – Format du message de demande de permutation étendue de bits

En-tête de message	Champs de message 1 à 6		
{11111100 _b } (8 bits)	Indice de mode de codage (1 bit)	Commande (7 bits)	Indice de sous-porteuse (8 bits)

Comme dans le cas de la demande de permutation de bits, chacun des champs du message de demande de permutation étendue de bits se compose d'un indice de mode de codage (1 bit), d'une commande (7 bits) et d'un indice de sous-porteuse (8 bits).

C.6.3 Codage du message d'acquittement de permutation de bits (complément du 9.2.6)

Le nombre du compteur de supertrames à permutation de bits ne doit indiquer que la dernière supertrame (SPF#4) d'une hypertrame.

La ou les nouvelles tables de bits et/ou de puissance d'émission doit ou doivent alors prendre effet à partir de la première trame (trame 0) de la supertrame SPF#0 d'une hypertrame.

Si le nombre du compteur de supertrames à permutation de bits contenu dans le message d'acquittement de permutation de bits reçu n'indique pas SPF#4, la ou les nouvelles tables doit ou doivent prendre effet à partir de la trame 0 de la SPF#0 de l'hypertrame suivante.

C.7 Contrôle et surveillance de la qualité de fonctionnement en service (complément du paragraphe 10)

C.7.1 Primitives associées à la ligne ADSL (complément du 10.1)

C.7.1.1 Défauts locaux associés à la ligne ADSL (complément du 10.1.3)

Deux défauts locaux sont définis:

- *perte de signal (LOS)*: la puissance ADSL ne doit être mesurée que pendant la durée FEXT_C dans l'ATU-C, ou que pendant la durée FEXT_R dans l'ATU-R;

- *trame sévèrement erronée (SEF)*: un défaut de type SEF se produit lorsque le contenu de deux symboles de synchronisation ADSL, reçus consécutivement pendant la durée $FEXT_C$ dans l'ATU-C ou pendant la durée $FEXT_R$, ne correspond pas au contenu attendu sur un sous-ensemble des tonalités. Un défaut de type SEF se termine lorsque le contenu attendu de deux symboles de synchronisation ADSL reçus consécutivement pendant la durée $FEXT_C$ dans l'ATU-C ou pendant la durée $FEXT_R$ dans l'ATU-R correspond au contenu attendu sur le même sous-ensemble. La méthode de corrélation des contenus, le sous-ensemble de tonalités choisi et le seuil de déclaration de ces conditions de défaut dépendent de l'implémentation.

C.7.1.2 Défauts distants associés à la ligne ADSL (complément du 10.1.4)

- *perte de signal à l'extrémité distante (LOS)*: la puissance ADSL ne doit être mesurée que pendant la durée $FEXT_C$ dans l'ATU-C, ou que pendant la durée $FEXT_R$ dans l'ATU-R.

C.7.2 Paramètres d'essai (complément du 10.4)

C.7.2.1 Paramètres d'essai locaux (complément du 10.4.1)

Les paramètres d'essai locaux ci-après sont définis:

- *affaiblissement (ATN)*: la puissance du signal reçu ne doit être mesurée que pendant la durée $FEXT_C$ dans l'ATU-C, ou que pendant la durée $FEXT_R$ dans l'ATU-R;
- *marge de rapport signal sur bruit (SNR)*: en mode d'équivalence binaire FEXT, cette primitive représente la marge SNR pendant la durée $FEXT_C$ dans l'ATU-C ou pendant la durée $FEXT_R$ dans l'ATU-R.

C.7.2.2 Paramètres d'essai distants (complément du 10.4.2)

Les paramètres d'essai distants ci-après sont définis:

- *affaiblissement (ATN)*: la puissance du signal reçu ne doit être mesurée que pendant la durée $FEXT_C$ dans l'ATU-C, ou que pendant la durée $FEXT_R$ dans l'ATU-R;
- *marge de rapport signal sur bruit (SNR)*: en mode d'équivalence binaire FEXT, cette primitive représente la marge SNR pendant la durée $FEXT_C$ dans l'ATU-C ou pendant la durée $FEXT_R$ dans l'ATU-R.

C.8 Initialisation

C.8.1 Initialisation par hypertrame (nouveau)

L'échange de messages entre l'ATU-C et l'ATU-R est effectué au moyen de symboles $FEXT_C$ et $FEXT_R$. La séquence d'initialisation possède deux rapidités de modulation: l'une de 4,3125 kBd pour les symboles sans préfixe cyclique, l'autre de $4 \times 69/68$ kBd pour les symboles avec préfixe cyclique. 32 périodes de référence TTR ont la même durée que 345 symboles DMT à 4,3125 kBd et 34 périodes de référence TTR ont la même durée que 345 symboles DMT à $4 \times 69/68$ kBd.

En mode d'équivalence binaire FEXT, l'ATU-R ne doit émettre aucun signal car les symboles $NEXT_C$ et l'ATU-C doivent émettre la tonalité pilote sous forme de symboles $NEXT_R$, à l'exception des signaux suivants:

- C-PILOT1 (C-PILOT1A): ces signaux sont assortis du signal A_{48} (voir C.8.3.1);
- C-QUIETn: aucun signal n'est émis.

L'ATU-C doit entrer dans l'état C-PILOT1 au début de l'hypertrame. L'ATU-C émet des informations au sujet de la phase de la référence TTR_C par rapport à l'ATU-R pendant l'état

C-PILOT1. L'ATU-R doit entrer dans l'état R-REVERB1 au début de l'hypertrame sans préfixe cyclique.

De C-PILOT1 à C-SEGUE1, la formule numérique suivante indique à quelle durée appartient le N_{dmt} ème symbole DMT (voir Figure C.11):

pour ($N_{\text{dmt}} = 0, 1, \dots, 344$)

$S = 256 \times N_{\text{dmt}} \bmod 2760$

si $\{(S + 255 < a) \text{ ou } (S > a + b)\}$ alors symbole FEXT_R

sinon alors symbole NEXT_R

où $a = 1243$ et $b = 1461$

Afin d'entrer dans l'état C-RATES1 au début de l'hypertrame à préfixe cyclique, le nombre de symboles transmis de C-PILOT1 à C-SEGUE1 doit être un multiple de 345 symboles DMT.

De R-REVERB1 à R-SEGUE1, la formule numérique suivante indique à quelle durée appartient le N_{dmt} ème symbole DMT (voir Figure C.12):

pour $S = 256 \times N_{\text{dmt}} \bmod 2760$ ($N_{\text{dmt}} = 0, 1, \dots, 344$)

si $\{(S > a) \text{ et } (S + 255 < a + b)\}$ alors symbole FEXT_C

sinon alors symbole NEXT_C

où $a = 1315$ et $b = 1293$

De C-RATES1 à C-SEGUE3, le nombre de symboles est un multiple de 345 symboles DMT. La formule numérique suivante indique à quelle durée appartient le N_{dmt} ème symbole DMT. L'ATU-C émet les données de message dans des symboles FEXT_R (voir Figure C.9):

pour ($N_{\text{dmt}} = 0, 1, \dots, 344$)

$S = 272 \times N_{\text{dmt}} \bmod 2760$

si $\{(S + 271 < a) \text{ ou } (S > a + b)\}$ alors symbole FEXT_R

sinon alors symbole NEXT_R

où $a = 1243$ et $b = 1461$

L'ATU-R entre dans l'état R-REVERB3 au début de l'hypertrame à préfixe cyclique qui est extraite du signal reçu. De R-REVERB3 à R-SEGUE5, le nombre de symboles est un multiple de 345 symboles DMT. La formule numérique suivante indique à quelle durée appartient le N_{dmt} ème symbole DMT. L'ATU-R émet les données de message dans des symboles FEXT_C (voir Figure C.10):

pour ($N_{\text{dmt}} = 0, 1, \dots, 344$)

$S = 272 \times N_{\text{dmt}} \bmod 2760$

si $\{(S > a) \text{ et } (S + 271 < a + b)\}$ alors symbole FEXT_C

sinon alors symbole NEXT_C

où $a = 1315$ et $b = 1293$

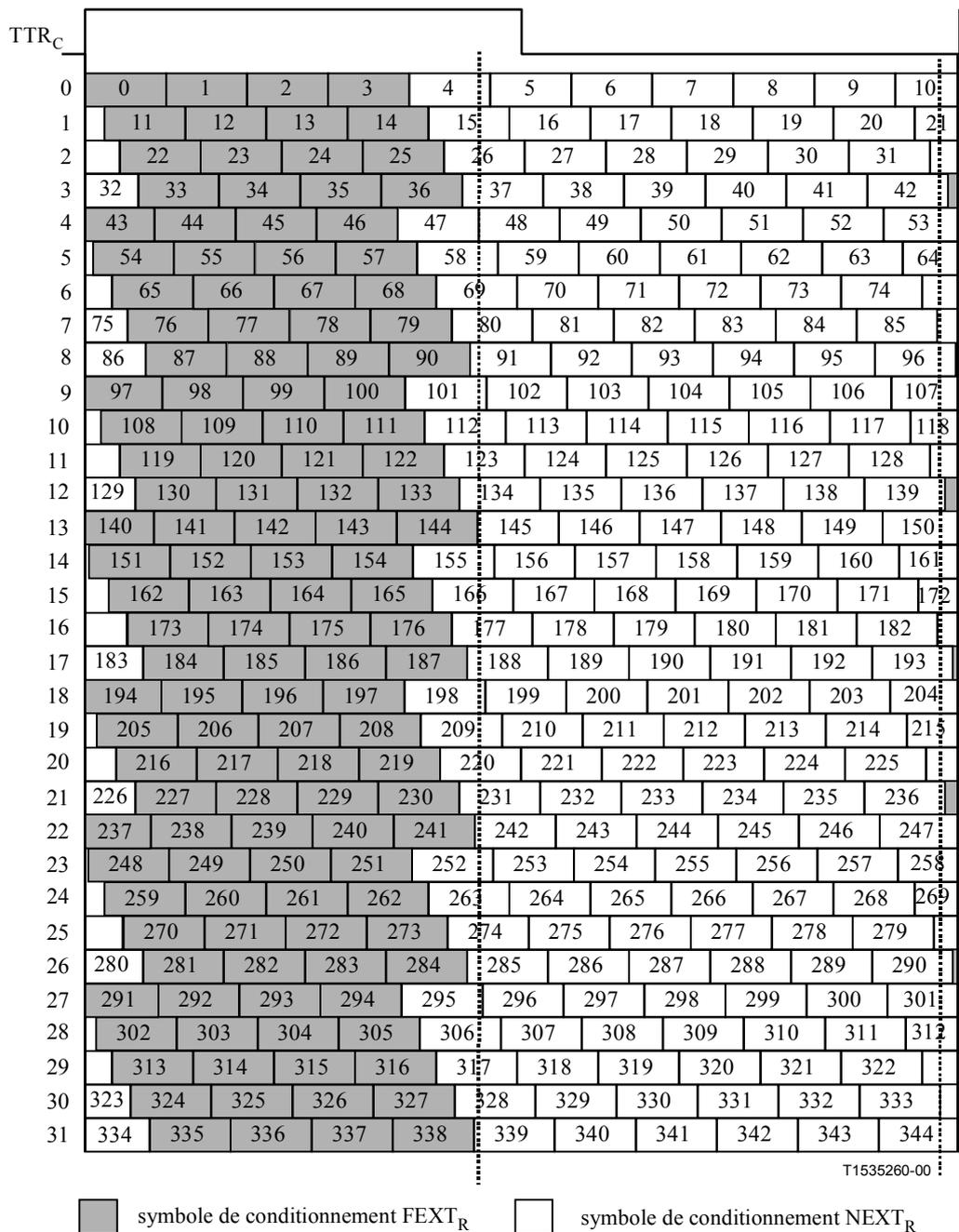


Figure C.11/G.992.2 – Structure des symboles d'une hypertrame sans préfixe cyclique – Aval

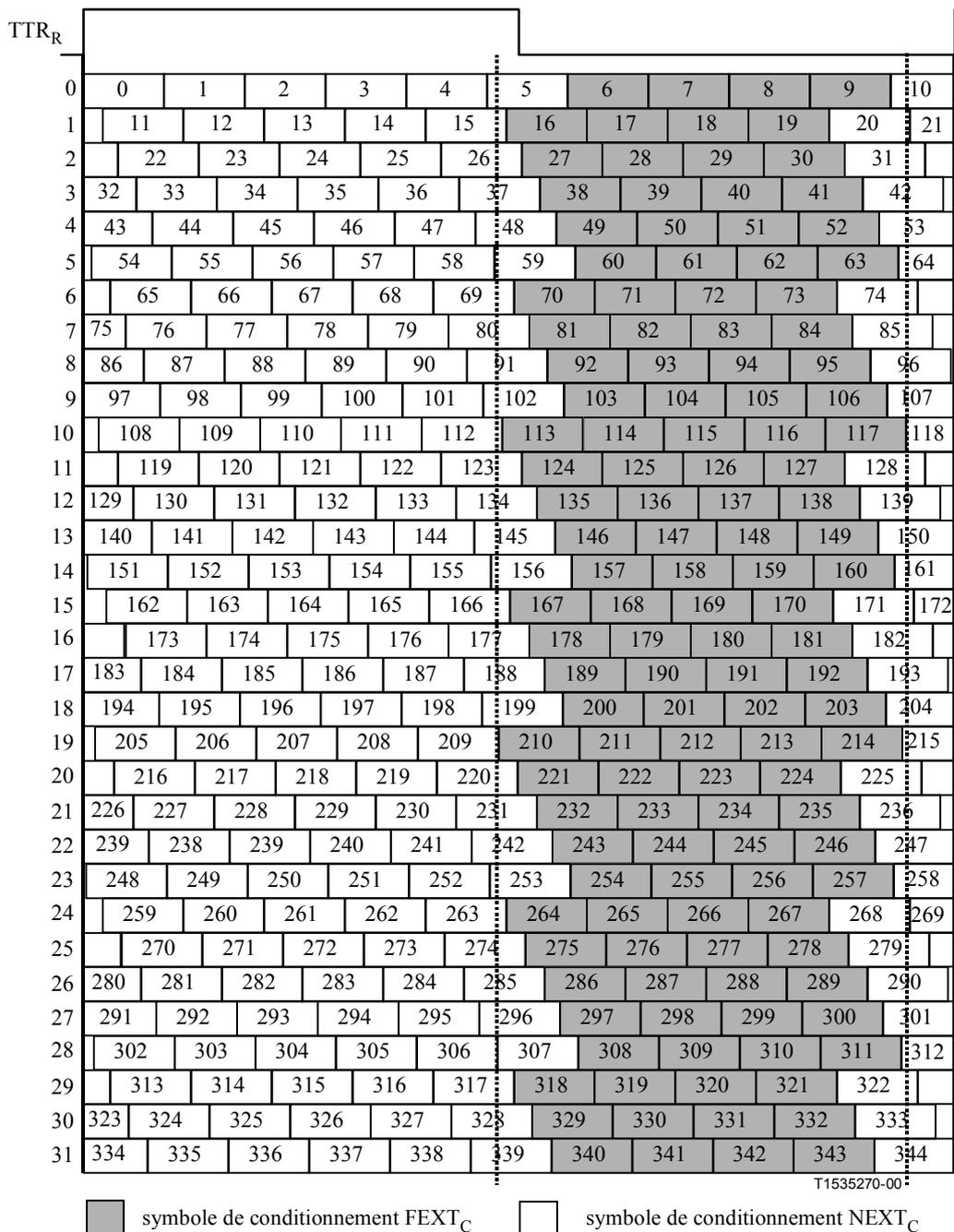


Figure C.12/G.992.2 – Structure des symboles d'une hypertrame sans préfixe cyclique – Amont

C.8.2 Echappement du dialogue initial au reconditionnement rapide (remplacement du 11.5)

Voir Figure C.13.

C.8.2.1 C-QUIET-EF1 (remplacement du 11.5.1)

Le signal C-QUIET-EF1 débute à la fin de la procédure G.994.1. Sa durée minimale est de 128 symboles et sa durée maximale de 2048 symboles. L'ATU-C met fin à C-QUIET-EF1 et entre dans l'état C-RECOV au début de l'hypertrame.

C.8.2.2 R-QUIET-EF1 (remplacement du 11.5.2)

Le signal R-QUIET-EF1 débute à la fin de la procédure G.994.1. Sa durée minimale est de 128 symboles DMT après la détection du signal C-RECOV. L'ATU-R ne doit passer au signal R-RECOV qu'après avoir détecté une partie quelconque du signal C-RECOV qui est nécessaire pour une détection fiable. L'ATU-R entre dans l'état R-RECOV2 en synchronisme avec l'hypertrame après synchronisation de l'horloge de conversion ADC avec le signal C-RECOV reçu.

Les temporisations C-TO2, R-TO1 et R-TO3 sont au gré du vendeur. Il est conseillé de rendre ces durées aussi brèves que possible.

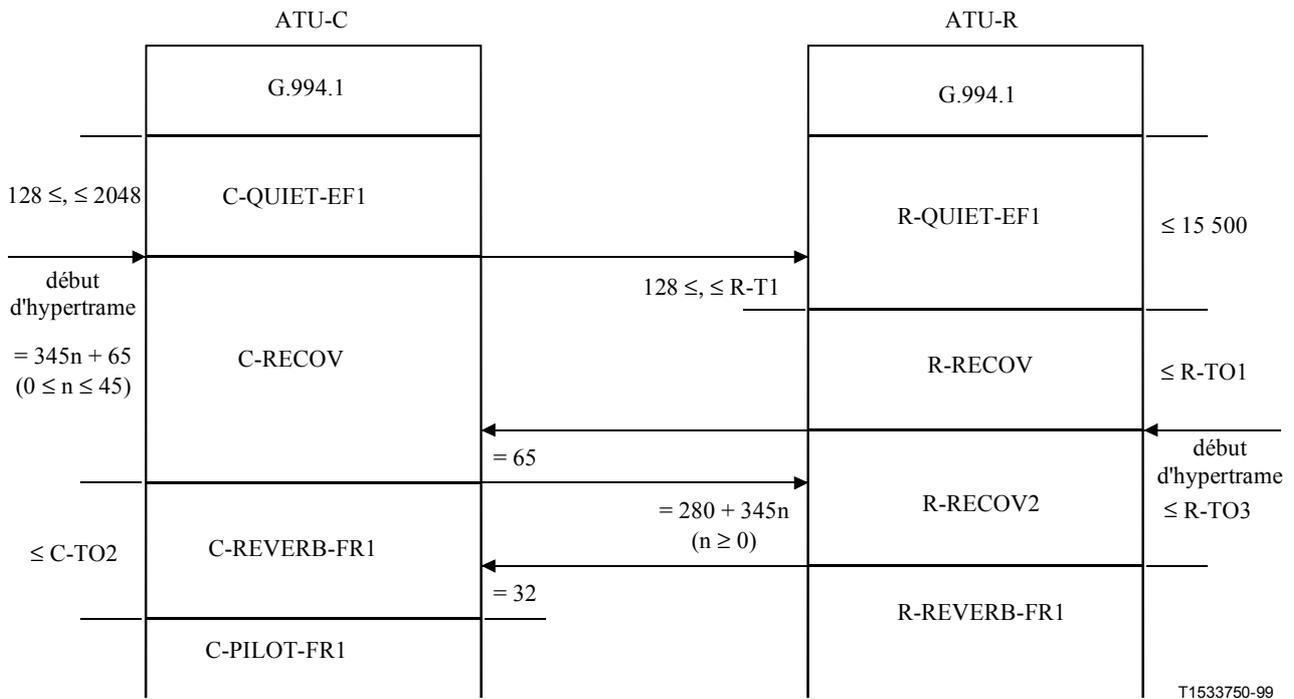


Figure C.13/G.992.2 – Chronogramme de l'échappement vers le reconditionnement rapide

C.8.3 Conditionnement de l'émetteur-récepteur – ATU-C (complément du 11.7)

Au cours du conditionnement de l'émetteur-récepteur de C-REVERB1 à C-SEGUE1 sauf C-PILOTn et C-QUIETn, l'ATU-C doit transmettre aussi bien les symboles FEXT_R que les symboles NEXT_R lorsque la fonction Bitmap-N_R est activée (mode de double codage d'équivalence binaire). Il ne doit pas transmettre de symboles NEXT_R sauf la tonalité pilote si la fonction Bitmap-N_R (mode d'équivalence binaire FEXT) est désactivée. La durée de chaque état est définie dans la Figure C.18.

C.8.3.1 C-PILOT1 (complément du 11.7.2)

L'ATU-C doit armer son compteur N_{SWF} immédiatement après l'entrée dans l'état C-PILOT1. Puis il doit incrémenter le compteur N_{SWF} en modulo 345 à partir de 0 lorsqu'il émet chaque symbole DMT. En fonction de la fonction de fenêtre mobile et de ce compteur, l'ATU-C décide d'émettre tous les symboles subséquents soit sous forme de symboles FEXT_R soit sous forme de symboles NEXT_R (voir Figures C.11 et C.9).

Le signal C-PILOT1 possède deux sous-porteuses. L'une est la tonalité pilote qui a la forme d'une sinusoïde à fréquence unique de 276 kHz (voir 11.7.2).

La deuxième sous-porteuse (A_{48} : 48° porteuse) sert à transmettre les informations $NEXT_R/FEXT_R$. L'ATU-R peut détecter les informations de phase de la référence TTR_C à partir du signal A_{48} . Le codage de constellation de la 48° porteuse à constellation de 2 bits doit être le suivant:

(+ , +) indique un symbole $FEXT_R$

(+ , -) indique un symbole $NEXT_R$

C.8.3.2 C-PILOT1A (complément du 11.7.3)

Le signal C-PILOT1A possède deux sous-porteuses. C'est le même signal que C-PILOT1 (voir C.8.3.1).

C.8.3.3 C-REVERB3 (complément du 11.7.11)

Afin de synchroniser le premier symbole de C-RATES1 avec le début de l'hypertrame et d'indiquer le rythme d'entrée de C-RATES1 dans l'ATU-R, le premier symbole de C-SEGUE1 doit être transmis pendant la durée $FEXT_R$. La durée du signal C-REVERB3 est donc de 3628 symboles DMT (voir Figure C.14).

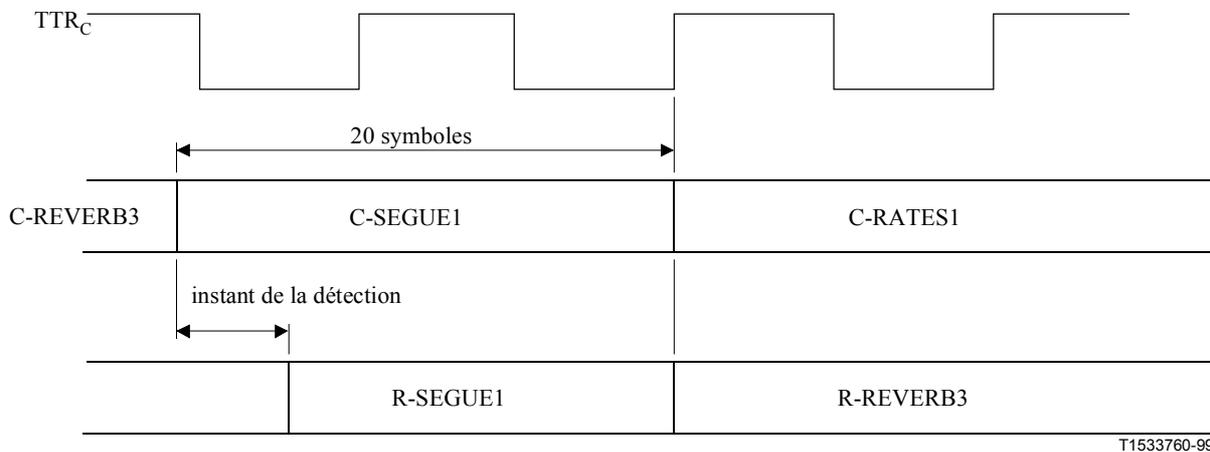


Figure C.14/G.992.2 – Chronogramme de C-SEGUE1 à C-RATES1

C.8.4 Conditionnement de l'émetteur-récepteur – ATU-R (complément du 11.8)

Au cours du conditionnement de l'émetteur-récepteur de R-REVERB1 à R-SEGUE1 sauf R-QUIETn, l'ATU-R doit transmettre aussi bien les symboles $FEXT_C$ que les symboles $NEXT_C$ lorsque la fonction $Bitmap-N_C$ est activée (mode de double codage d'équivalence binaire). Il ne doit pas transmettre de symboles $NEXT_C$ sauf la tonalité pilote si la fonction $Bitmap-N_C$ (mode d'équivalence binaire $FEXT$) est désactivée. La durée de chaque état est définie dans la Figure C.18.

C.8.4.1 R-QUIET2 (complément du 11.8.1)

L'ATU-R entre dans l'état R-REVERB1 après avoir effectué la récupération du rythme et la synchronisation d'hypertrame à partir du signal C-PILOT1/C-PILOT1A.

C.8.4.2 R-REVERB1 (complément du 11.8.2)

L'ATU-R doit armer son compteur N_{SWF} immédiatement après l'entrée dans l'état R-REVERB1, puis il doit incrémenter le compteur N_{SWF} en modulo 345 à partir de 0 lorsqu'il émet chaque symbole DMT. L'ATU-C et l'ATU-R doivent avoir la même valeur car le verrouillage d'hypertrames doit être maintenu entre ces deux blocs. En fonction de la fonction de fenêtre mobile et de ce compteur,

l'ATU-R décide d'émettre tous les symboles subséquents soit sous forme de symboles FEXT_C soit sous forme de symboles NEXT_C.

C.8.4.3 R-QUIET3 (remplacement du 11.8.3)

Le symbole final du signal R-QUIET3 aligne le verrouillage de trames de l'émetteur sur celui du récepteur. Il peut être amputé d'un nombre quelconque de symboles. La durée maximale de R-QUIET3 est de 6145 symboles DMT.

C.8.4.4 R-REVERB2 (complément du 11.8.5)

Après détection du signal C-SEGUE1 par l'ATU-R, celui-ci entre dans l'état R-SEGUE1. La durée maximale du signal R-REVERB2 est de 3643 symboles DMT.

C.8.5 Analyse de canal (ATU-C) (complément du 11.9)

L'ATU-C doit transmettre les symboles FEXT_R et ne doit pas transmettre les symboles NEXT_R sauf la tonalité pilote de C-RATES1 à C-CRC2. Dans l'état C-MEDLEY, l'ATU-C doit transmettre les deux symboles FEXT_R et NEXT_R, si la fonction Bitmap-N_R est activée (mode de double codage d'équivalence binaire). L'ATU-C ne doit pas transmettre de symboles NEXT_R sauf la tonalité pilote lorsque la fonction Bitmap-N_R est désactivée (mode d'équivalence binaire FEXT). La durée de chaque état est définie dans la Figure C.18.

C.8.5.1 C-SEGUE1 (complément du 11.9.1)

La durée du signal C-SEGUE1 est de 20 symboles de façon que le premier symbole de ce signal s'inscrive dans la durée FEXT_R (voir Figure C.14).

C.8.5.2 C-MEDLEY (complément du 11.9.6)

La définition du signal C-MEDLEY est la même qu'au 11.9.6, sauf pour la durée du rapport SNR estimé dans l'ATU-R pour le flux aval. Avec le bruit périodique du RNIS-TCM, le rapport SNR change également à la même fréquence, comme indiqué dans la Figure C.15. L'ATU-C transmet ce signal avec à la fois des symboles FEXT_R et NEXT_R. L'ATU-R estime deux rapports SNR à partir des symboles NEXT_R et FEXT_R respectivement reçus, comme indiqué dans la Figure C.16.

La formule numérique suivante indique à quelle durée appartient le N_{dm_t}ième symbole DMT reçu dans l'ATU-R:

pour (N_{dm_t} = 0, 1, ..., 344)

$$S = 272 \times N_{dm_t} \text{ mod } 2760$$

si {(S + 271 < a) ou (S > d)} alors symbole pour l'estimation du SNR par FEXT_R

si {(S > b) et (S + 271 < c)} alors symbole pour l'estimation du SNR par NEXT_R

où a = 1243, b = 1403, c = 2613, d = 2704

Lorsque la fonction Bitmap-N_R est désactivée (mode d'équivalence binaire FEXT), l'ATU-C ne doit transmettre que la tonalité pilote sous forme de symboles NEXT_R.

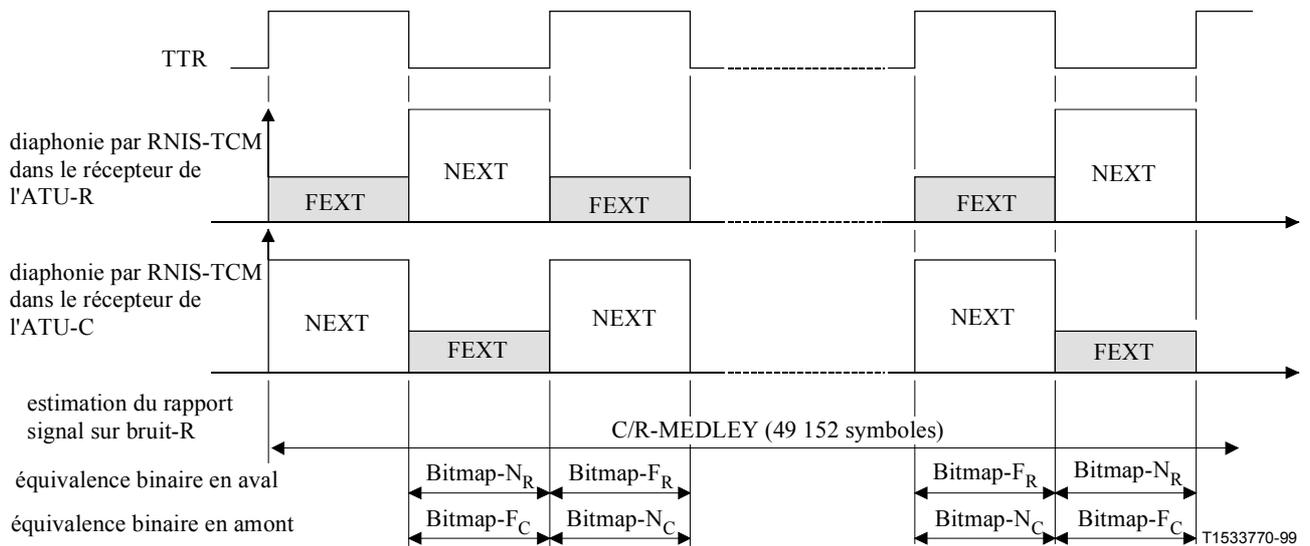


Figure C.15/G.992.2 – Estimation du rapport signal sur bruit périodique

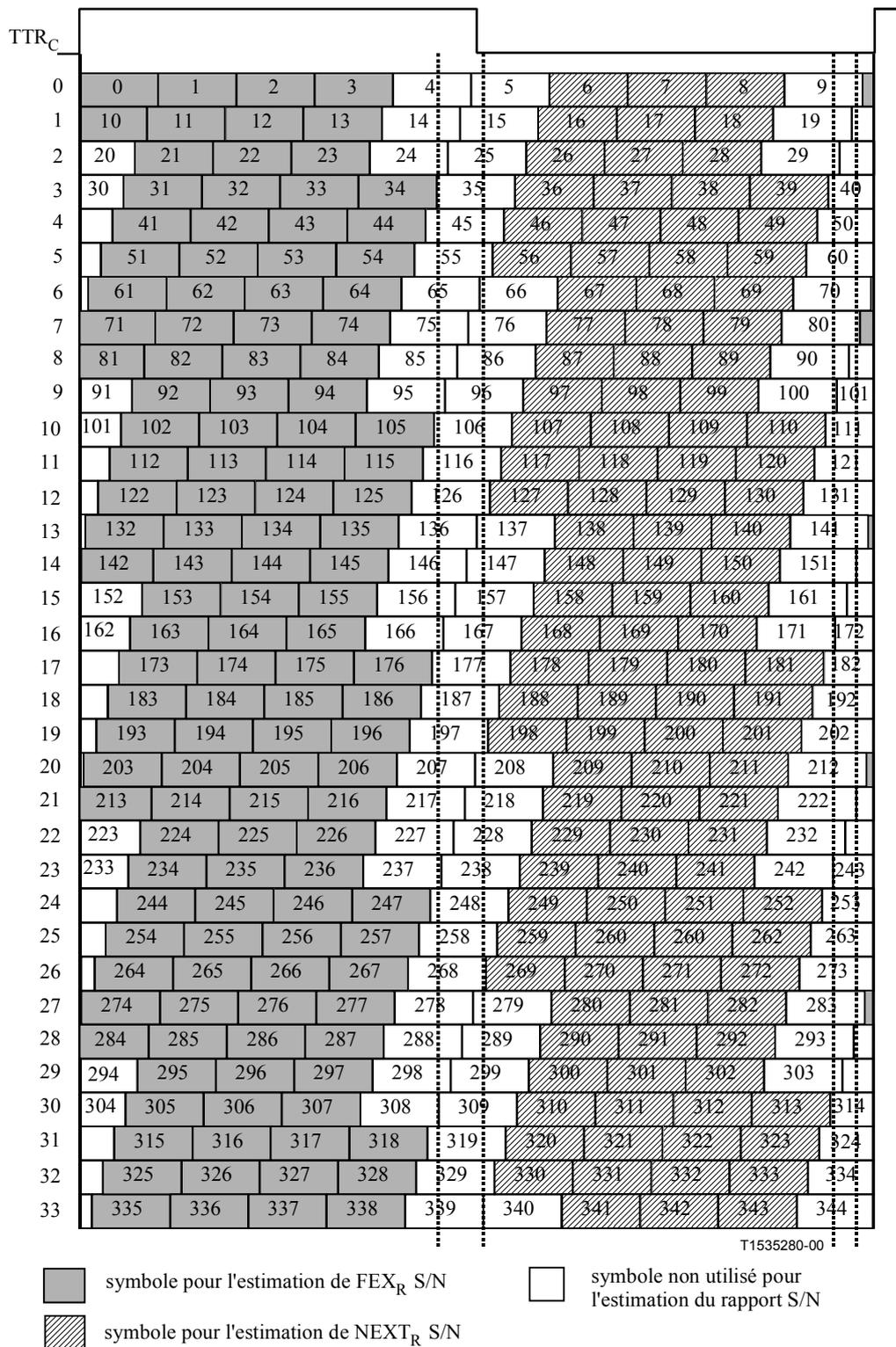


Figure C.16/G.992.2 – Structure des symboles d'une hypertrame pour l'estimation du rapport S/N – Aval

C.8.6 Analyse de canal (ATU-R) (complément du 11.10)

De R-RATES1 à R-CRC2, l'ATU-R doit transmettre les symboles $FEXT_C$ et ne doit pas transmettre les symboles $NEXT_C$. Dans l'état R-SEGUE2 et R-MEDLEY, l'ATU-R doit transmettre les deux symboles $FEXT_C$ et $NEXT_C$, si la fonction Bitmap- N_C est activée (mode de double codage d'équivalence binaire). La durée de chaque état est définie dans la Figure C.18.

C.8.6.1 R-SEGUE1 (complément du 11.10.1)

La durée du signal R-SEGUE1 est de 14 symboles (voir Figure C.14).

C.8.6.2 R-REVERB3 (complément du 11.10.2)

L'ATU-R doit entrer dans l'état R-REVERB3 après alignement sur le début d'une hypertrame.

C.8.6.3 R-SEGUE2 (complément du 11.10.3)

La durée du signal R-SEGUE2 est de 13 symboles.

C.8.6.4 R-MEDLEY (complément du 11.10.8)

La définition du signal R-MEDLEY est la même qu'au 11.10.8, sauf pour la durée du rapport SNR estimé dans l'ATU-C pour le canal amont. Avec le bruit périodique du RNIS-TCM, le rapport SNR change également à la même fréquence, comme indiqué dans la Figure C.15. L'ATU-R transmet ce signal avec à la fois des symboles FEXT_C et NEXT_C. L'ATU-C estime deux rapports SNR à partir des symboles NEXT_C et FEXT_C respectivement reçus, comme indiqué dans la Figure C.17.

La formule numérique suivante indique à quelle durée appartient le N_{dmt}ième symbole DMT reçu dans l'ATU-C:

pour (N_{dmt} = 0, 1, ..., 344)

$$S = 272 \times N_{dmt} \bmod 2760$$

si {(S > b) et (S + 271 < c)} alors symbole pour l'estimation du SNR par FEXT_C

si {(S + 271 < a)} alors symbole pour l'estimation du SNR par NEXT_C

où a = 1148, b = 1315, c = 2608

Lorsque la fonction Bitmap-N_C est désactivée (mode d'équivalence binaire FEXT), l'ATU-R ne doit pas transmettre de symboles NEXT_C.

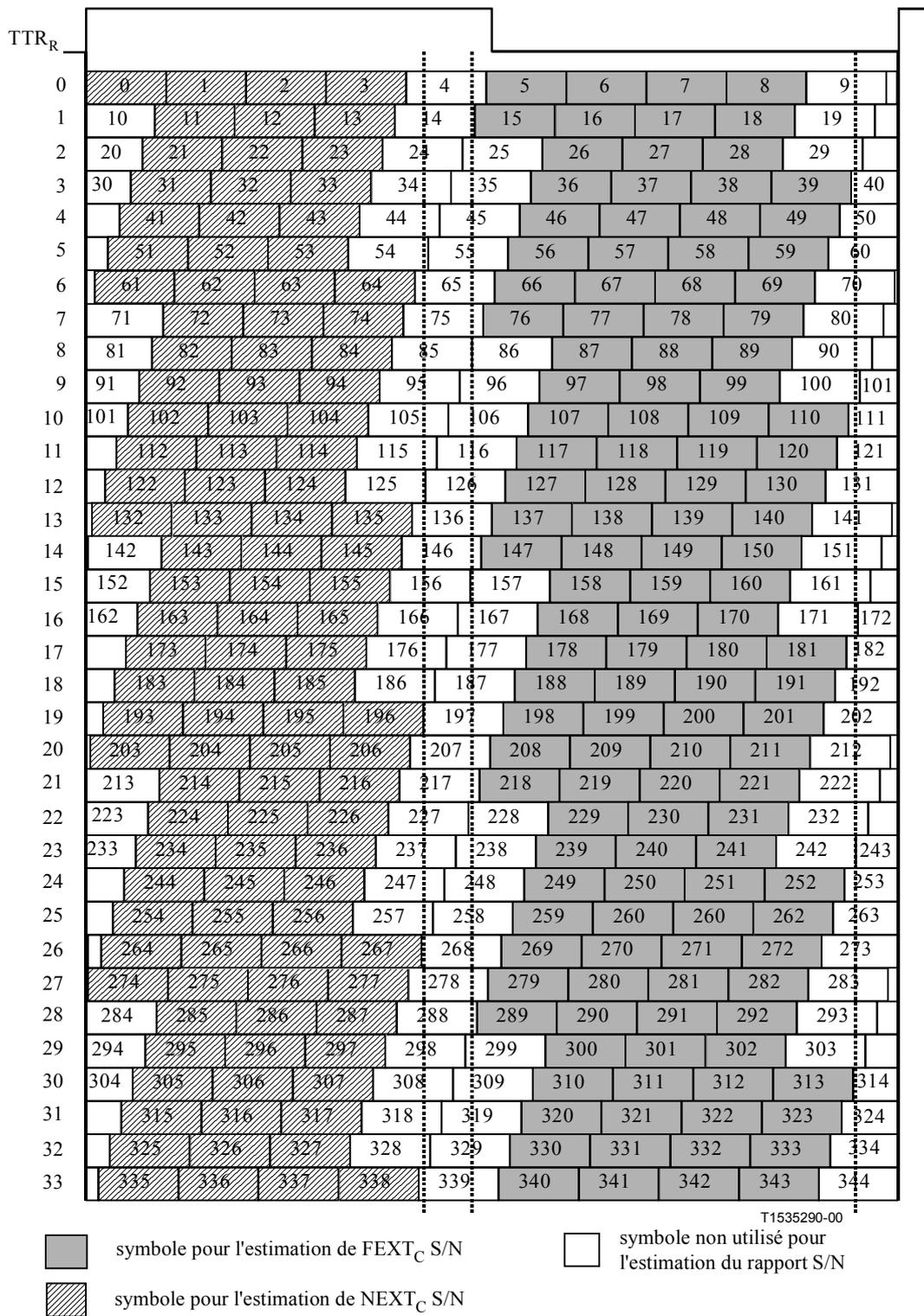


Figure C.17/G.992.2 – Structure des symboles d'une hypertrame pour l'estimation du rapport S/N – Amont

C.8.7 Echange de signaux dans l'ATU-C (complément du 11.11)

Au cours des états C-RATES_n, C-MSG_n, C-B&G et C-CRC_n, l'ATU-C doit transmettre le symbole $FEXT_R$. Dans les autres signaux, l'ATU-C ne doit pas transmettre les deux signaux $FEXT_R$ et $NEXT_R$ lorsque la fonction Bitmap- N_R est activée (mode de double codage d'équivalence binaire) et ne doit pas transmettre les symboles $NEXT_R$ sauf la tonalité pilote lorsque la fonction Bitmap- N_R

est désactivée (mode d'équivalence binaire FEXT). La durée de chaque état est définie dans la Figure C.19.

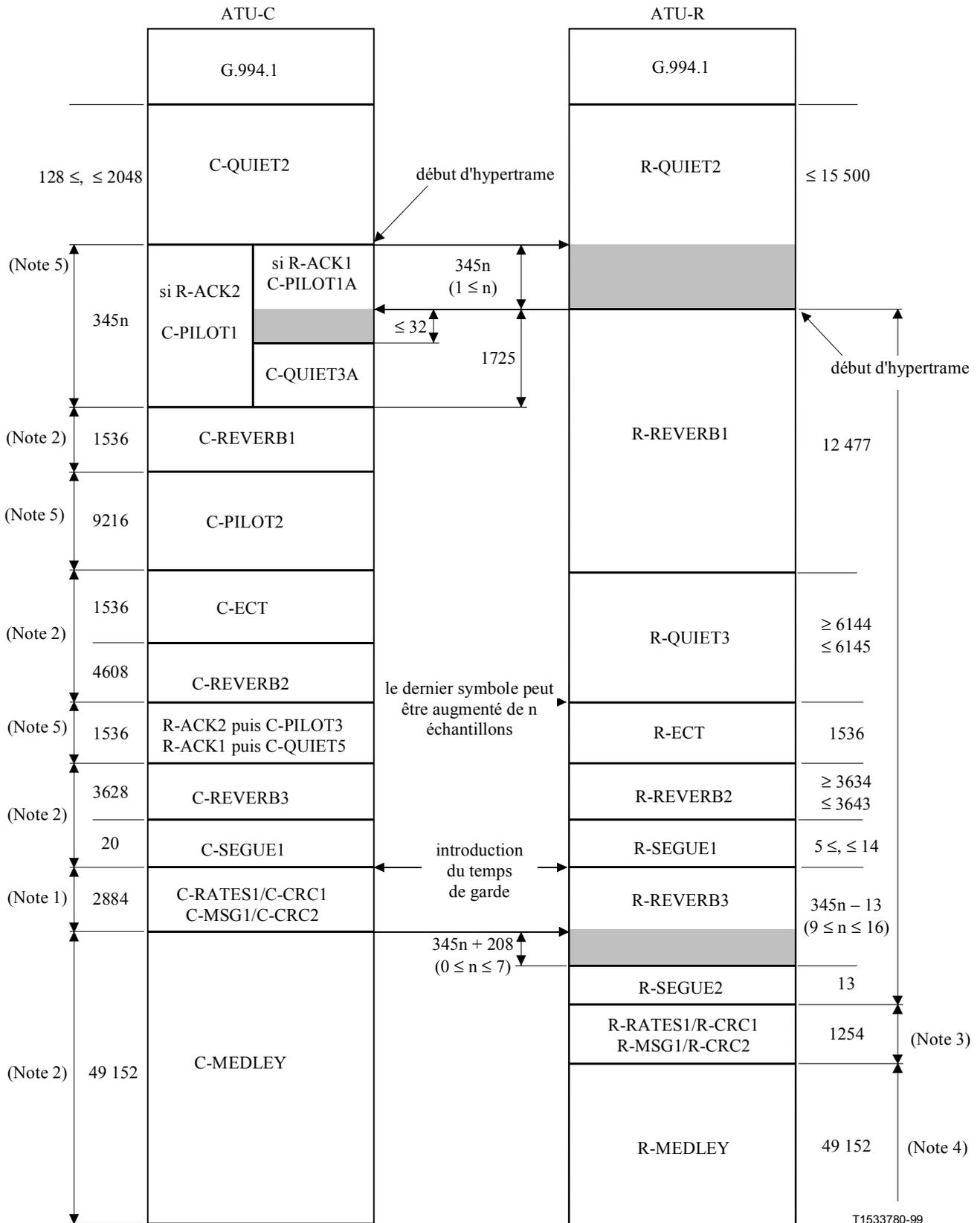


Figure C.18/G.992.2 – Chronogramme de la séquence d'initialisation (partie 1)

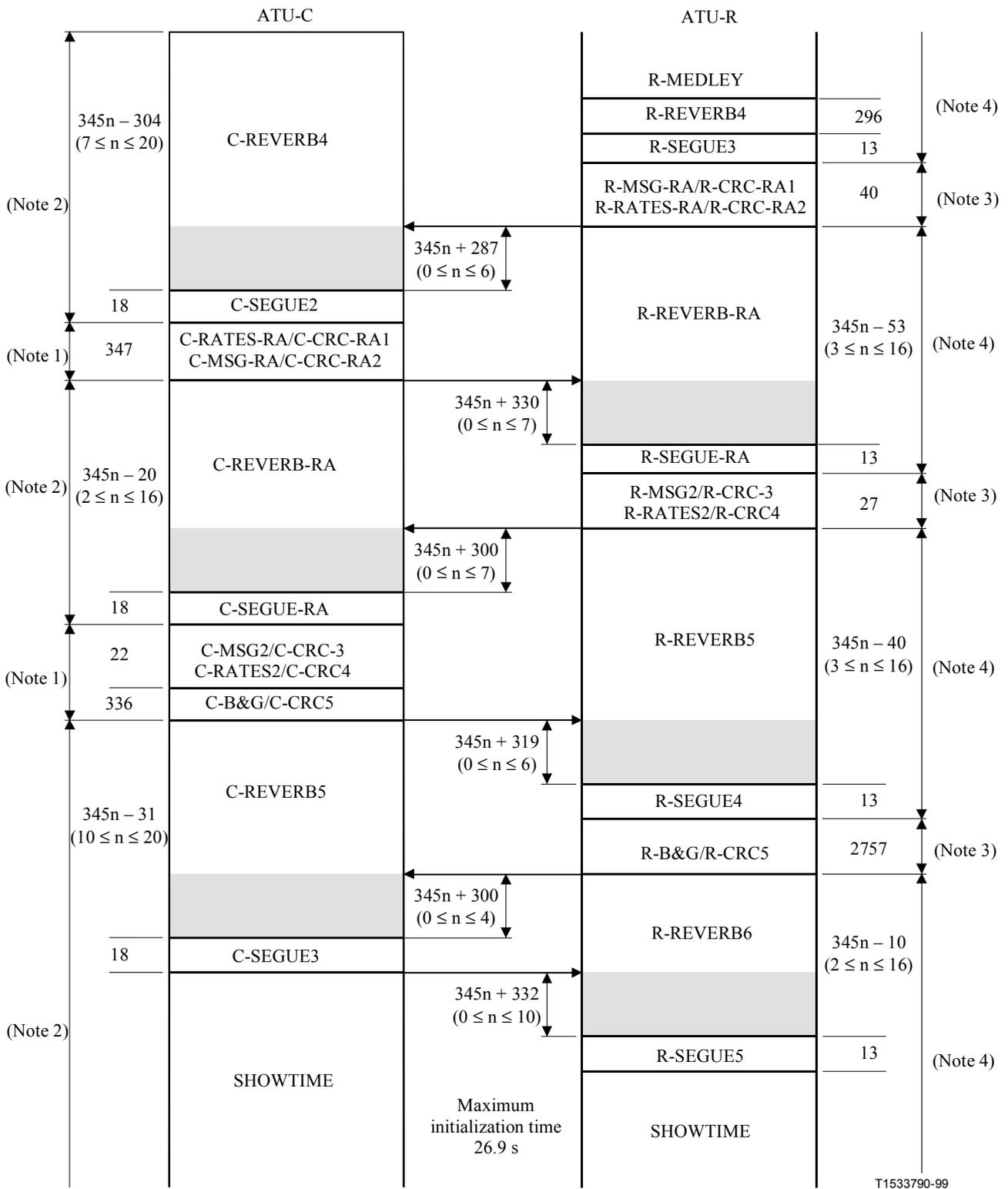


Figure C.19/G.992.2 – Chronogramme de la séquence d'initialisation (partie 2)

Notes des Figures C.18 et C.19

NOTE 1 – L'ATU-C doit transmettre les symboles $FEXT_R$ et ne doit pas transmettre les symboles $NEXT_R$, sauf la tonalité pilote.

NOTE 2 – L'ATU-C doit transmettre les deux symboles $FEXT_R$ et $NEXT_R$, lorsque la fonction Bitmap- N_R est activée (mode de double codage d'équivalence binaire). L'ATU-C ne doit pas transmettre les symboles

NEXT_R sauf la tonalité pilote, lorsque la fonction Bitmap-N_R est désactivée (mode d'équivalence binaire FEXT).

NOTE 3 – L'ATU-R doit transmettre les symboles FEXT_C et ne doit pas transmettre les symboles NEXT_C.

NOTE 4 – L'ATU-R doit transmettre les deux symboles FEXT_C et NEXT_C, lorsque la fonction Bitmap-N_C est activée (mode de double codage d'équivalence binaire). L'ATU-R ne doit pas transmettre les symboles NEXT_C lorsque la fonction Bitmap-N_C est désactivée (mode d'équivalence binaire FEXT).

NOTE 5 – L'ATU-C doit transmettre les deux symboles FEXT_R et NEXT_R.

C.8.7.1 C-MSG2 (complément du 11.11.9)

C.8.7.1.1 Nombre total de bits pris en charge par symbole (complément du 11.11.9.4)

Le nombre maximal de bits par symbole est défini au point de référence B. Ce nombre est calculé en fonction de la capacité des symboles FEXT_C et NEXT_C dans le canal amont (par exemple, si les nombres maximaux de bits pouvant être pris en charge par les symboles FEXT_C et NEXT_C sont égaux à 111 et à 88, on aura {nombre total de bits pris en charge par symbole} = $(111 \times 126 + 88 \times 214)/340 = 96$).

Le nombre de symboles par hypertrame est de 340. Le nombre de symboles FEXT par hypertrame est de 126. Le nombre de symboles NEXT par hypertrame est de 214.

C.8.7.2 C-B&G (remplacement du 11.11.13)

Ce signal doit être utilisé pour transmettre à l'ATU-R les informations sur les bits et sur les gains, Bitmap-F_C $\{b_1, g_1, b_2, g_2, \dots, b_{31}, g_{31}\}$ et Bitmap-N_C $\{b_{33}, g_{33}, b_{34}, g_{34}, \dots, b_{63}, g_{63}\}$ qui doivent être utilisées dans les porteuses amont. Le paramètre b_i de la fonction Bitmap-F_C indique le nombre de bits qui doivent être codés par l'émetteur d'ATU-R dans la i ème porteuse amont en symboles FEXT_C; le paramètre g_i de la fonction Bitmap-F_C indique le facteur d'échelle, applicable au gain qui a été utilisé pour cette porteuse pendant la transmission de R-MEDLEY. Ce facteur doit être appliqué à la i ème porteuse amont en symboles FEXT_C. De même, le paramètre b_i de la fonction Bitmap-N_C indique le nombre de bits qui doivent être codés dans la $(i-32)$ ^e porteuse amont en symboles NEXT_C; le paramètre g_i de la fonction Bitmap-N_C indique le facteur d'échelle qui doit être appliqué à la $(i-32)$ ^e porteuse amont en symboles NEXT_C.

Comme il n'y aura pas de transmission d'énergie ou de bits au niveau apériodique ou à la moitié de la fréquence d'échantillonnage, les paramètres $b_0, g_0, b_{32}, g_{32}, b_{64}$ et g_{64} sont tous supposés égaux à zéro et ne sont pas transmis.

Les informations du signal C-B&G doivent être mappées à un message m de 992 bits (124 octets) défini comme suit:

$$m = \{m_{991}, m_{990}, \dots, m_1, m_0\} = \{g_{63}, b_{63}, \dots, g_{33}, b_{33}, g_{31}, b_{31}, \dots, g_1, b_1\},$$

avec le bit MSB de b_i et de g_i dans l'indice supérieur de m et le bit m_0 étant émis en premier. Le message m doit être émis dans 124 symboles, au moyen de la méthode de transmission décrite au 11.11.9.

Lorsque la fonction Bitmap-N_C est désactivée (mode d'équivalence binaire FEXT), les b_i et les g_i de la fonction Bitmap-N_C doivent être mis à zéro.

C.8.7.3 C-SEGUE3 (complément du 11.11.16)

La durée du signal C-SEGUE3 est de 18 symboles. Après C-SEGUE3, l'ATU-C effectue l'initialisation et entre dans l'état C-SHOWTIME. Dans cet état, l'ATU-C doit émettre le signal au moyen des fonctions Bitmap-F_R et Bitmap-N_R avec la fenêtre mobile.

C.8.8 Echange de signaux dans l'ATU-R (complément du 11.12)

L'ATU-R ne doit transmettre que les symboles $FEXT_C$ dans les signaux R-MSG_n, R-RATES_n, R-B&G et R-CRC_n. Dans les autres signaux, l'ATU-R doit transmettre les deux signaux $FEXT_C$ et $NEXT_C$ lorsque la fonction Bitmap- N_C est activée (mode de double codage d'équivalence binaire) et ne doit pas transmettre les symboles $NEXT_C$ lorsque la fonction Bitmap- N_C est désactivée (mode d'équivalence binaire FEXT). La durée de chaque état est définie dans la Figure C.19.

C.8.8.1 R-MSG-RA (complément du 11.12.2)

C.8.8.1.1 Nombre total de bits pris en charge par symbole (B_{max}) (complément du 11.12.2.7)

Ce paramètre doit être défini comme défini pour le signal R-MSG2; voir C.8.8.2 ci-dessous.

C.8.8.2 R-MSG2 (remplacement du 11.12.8)

C.8.8.2.1 Nombre total de bits pris en charge par symbole (complément du 11.12.8.4)

Le nombre maximal de bits par symbole est défini au point de référence B. Il est calculé en fonction de la capacité des symboles $FEXT_R$ et $NEXT_R$ dans le canal aval.

C.8.8.3 R-B&G (remplacement du 11.12.14)

Ce signal doit être utilisé pour transmettre à l'ATU-C les informations sur les bits et sur les gains, 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 dans les sous-porteuses aval. Le paramètre b_i de la fonction Bitmap- F_R indique le nombre de bits qui doivent être codés par l'émetteur d'ATU-C dans la i ème sous-porteuse aval en symboles $FEXT_R$; le paramètre g_i de la fonction Bitmap- F_R indique le facteur d'échelle applicable au gain qui a été utilisé pour cette porteuse pendant la transmission de C-MEDLEY. Ce facteur doit être appliqué à la i ème porteuse amont en symboles $FEXT_R$. De même, le paramètre g_i de la fonction Bitmap- N_R indique le nombre de bits qui doivent être codés dans la $(i-256)^e$ porteuse aval en symboles $NEXT_R$. Comme il n'y aura pas de transmission d'énergie ou de bits au niveau apériodique ou à la moitié de la fréquence d'échantillonnage, les paramètres $b_0, g_0, b_{256}, g_{256}, b_{512},$ et g_{512} sont tous supposés égaux à zéro et ne sont pas transmis. Comme la sous-porteuse 64 est réservée comme tonalité pilote, b_{64} et b_{320} doivent être mis à 0, g_{64} et g_{320} doivent être mis à g_{sync} . La valeur g_{sync} représente la normalisation du gain appliquée au symbole de synchronisation.

Les informations du signal R-B&G doivent être mappées à un message m de 8160 bits (1020 octets) défini comme suit:

$$m = \{m_{8159}, m_{8158}, \dots, m_1, m_0\} = \{g_{511}, b_{511}, \dots, g_{257}, b_{257}, g_{255}, b_{255}, \dots, g_1, b_1\},$$

avec le bit MSB de b_i et de g_i dans l'indice supérieur de m et le bit m_0 étant émis en premier. Le message m doit être émis dans 1020 symboles, au moyen de la méthode de transmission décrite au 11.12.8.

Les valeurs de b_i et de g_i doivent être mises à 0 pour les valeurs $127 < i < 256$ et $383 < i < 512$.

Lorsque la fonction Bitmap- N_R est désactivée (mode d'équivalence binaire FEXT), les b_i et les g_i de la fonction Bitmap- N_R doivent être mis à zéro.

C.8.8.4 R-SEGUE5 (remplacement du 11.12.17)

La durée du signal R-SEGUE5 est de 13 symboles. Après R-SEGUE5, l'ATU-R effectue l'initialisation et entre dans l'état R-SHOWTIME. Dans cet état, l'ATU-R doit émettre le signal au moyen des fonctions Bitmap- F_C et Bitmap- N_C avec la fenêtre mobile.

C.9 Reconditionnement rapide (complément du paragraphe 12)

La définition de la procédure de reconditionnement rapide est la même que dans le corps de la Recommandation sauf pour la définition du signal C-RECOV, l'introduction du signal R-RECOV2 et la durée des symboles, qui inclut le fonctionnement en fenêtre mobile. La définition des signaux C-RECOV et R-RECOV2 est donnée au C.9.2. La durée de chaque état est définie dans la Figure C.22.

C.9.1 Aperçu général du reconditionnement rapide (amendement du 12.1)

C.9.1.1 Prescriptions relatives aux profils (complément du 12.1.1)

Les tables d'informations B&G de chaque profil contiennent les deux fonctions Bitmap-F_R et Bitmap-N_R dans l'ATU-C ainsi que les deux fonctions Bitmap-F_C et Bitmap-N_C dans l'ATU-R.

C.9.2 Définition des signaux de reconditionnement rapide (complément du 12.2)

Le signal C-RECOV est modifié et le signal R-RECOV2 est ajouté.

- C-RECOV est un signal de tonalité unique correspondant à la sous-porteuse 68 sans préfixe cyclique, assorti du signal C-PILOT1 qui contient les sous-porteuses 64 et 48 (voir C.8.3.1). L'ATU-C doit émettre le signal qui comporte les 64^e, 68^e et 48^e sous-porteuses comme symbole FEXT_R et doit émettre le signal qui comporte les 64^e et 48^e sous-porteuses comme symbole NEXT_R. Ce signal permet à l'ATU-R d'effectuer ou de conserver la récupération du rythme ainsi que la synchronisation d'hypertrame.
- R-RECOV2 est un signal de tonalité unique correspondant à la sous-porteuse 22 sans préfixe cyclique. Le niveau de densité PSD à utiliser pour R-RECOV2 doit être le même que pour R-RECOV. L'ATU-R émet R-RECOV2 comme symboles FEXT_R aussi bien que NEXT_R.

C.9.3 Procédure de reconditionnement rapide (complément du 12.3)

C.9.3.1 Procédure lancée par l'ATU-C à partir de l'état SHOWTIME (complément du 12.3.1)

Les Figures C.20 et C.21 montrent le chronogramme du reconditionnement rapide lorsque c'est l'ATU-C qui lance la procédure.

Les temporisations C-TO2, C-TO3, RTO1 et R-TO3 sont au gré du vendeur. Il est conseillé de rendre ces durées aussi brèves que possible.

Les points suivants sont différents du corps principal de la Recommandation et la synchronisation des transitions d'état est analogue à la phase d'initialisation (voir C.8).

- L'ATU-C doit entrer dans l'état C-RECOV au début de l'hypertrame sans préfixe cyclique.
- L'ATU-C doit émettre la tonalité pilote comme symboles NEXT_R dans les états C-MSG-n et C-CRC-n.
- Lorsque la fonction Bitmap-N_R était désactivée (mode d'équivalence binaire FEXT) dans l'état SHOWTIME précédent, l'ATU-C doit émettre la tonalité pilote comme symboles NEXT_R, sauf C-RECOV et C-QUIET-FR.
- L'ATU-C entre dans l'état C-MEDLEY-FR au début de l'hypertrame avec préfixe cyclique.
- L'ATU-R entre dans l'état R-RECOV2 au début de l'hypertrame sans préfixe cyclique après synchronisation de l'horloge de conversion ADC avec le signal C-RECOV reçu. Le dernier symbole de R-RECOV peut être raccourci.
- L'ATU-R ne doit émettre aucun signal comme symboles NEXT_C dans les états R-MSG-n et R-CRC-n.

- Lorsque la fonction Bitmap- N_C était désactivée (mode d'équivalence binaire FEXT) dans l'état SHOWTIME précédent, l'ATU-R ne doit pas émettre les symboles NEXT $_C$, sauf R-RECOV et R-RECOV2.
- L'ATU-R entre dans l'état R-MEDLEY-FR au début de l'hypertrame avec préfixe cyclique.

C.9.3.2 Procédure lancée par l'ATU-R à partir de l'état SHOWTIME (complément du 12.3.2)

La Figure C.22 montre le chronogramme du reconditionnement rapide lancé par l'ATU-R.

Les temporisations C-TO2, R-TO2 et R-TO3 sont au gré du vendeur. Il est conseillé de rendre ces durées aussi brèves que possible.

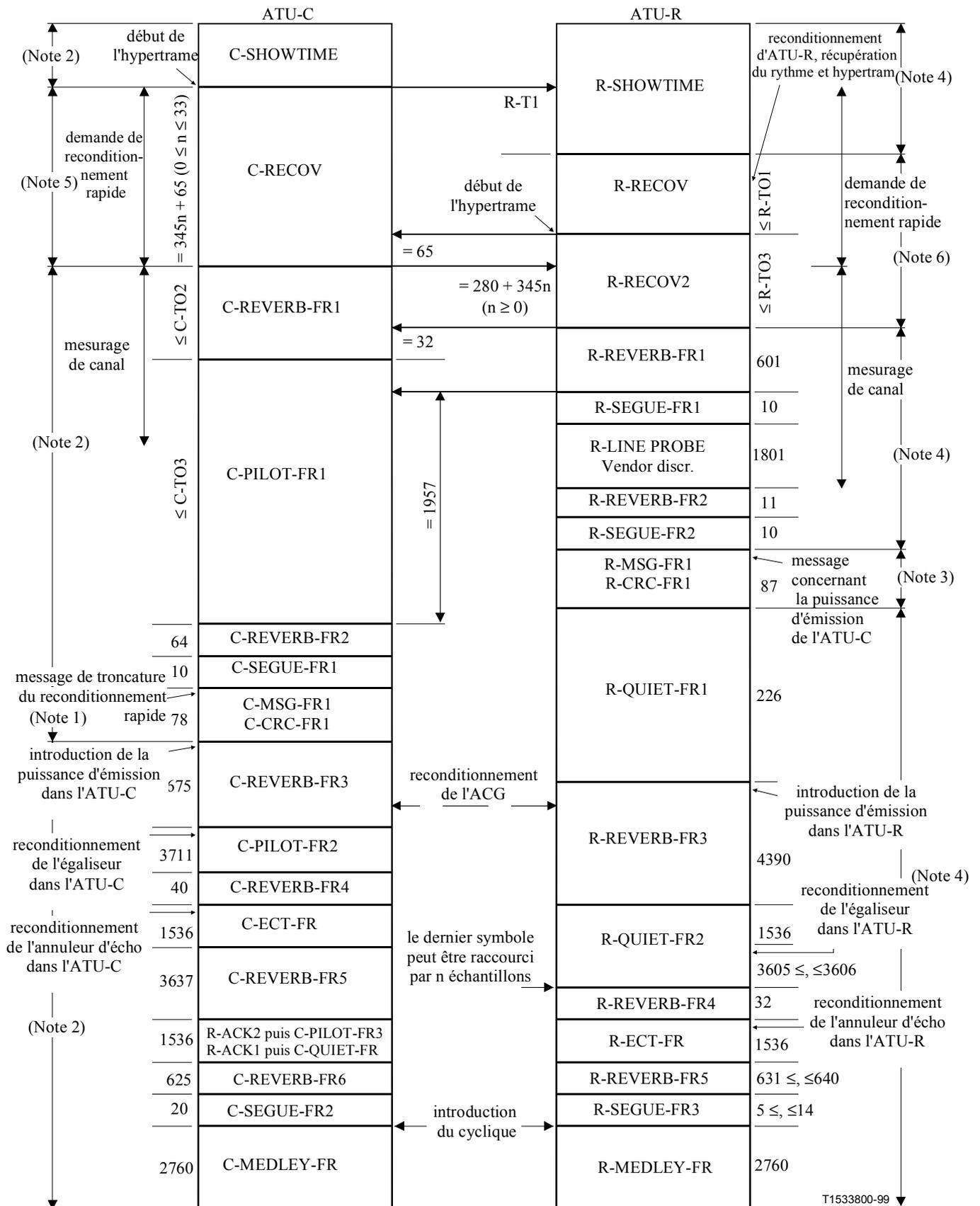


Figure C.20/G.992.2 – Chronogramme de la Procédure de reconditionnement rapide lancée par l'ATU-C à partir de l'état de SHOWTIME (partie 1)

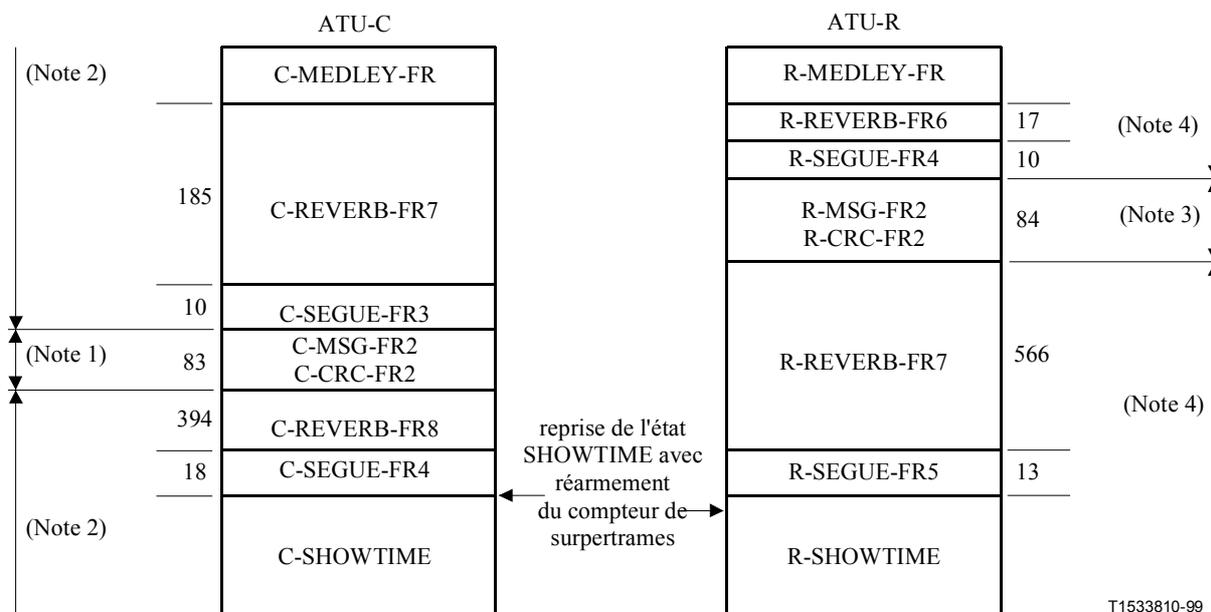


Figure C.21/G.992.2 – Chronogramme de la Procédure de reconditionnement rapide lancée par l'ATU-C à partir de l'état de SHOWTIME (partie 2)

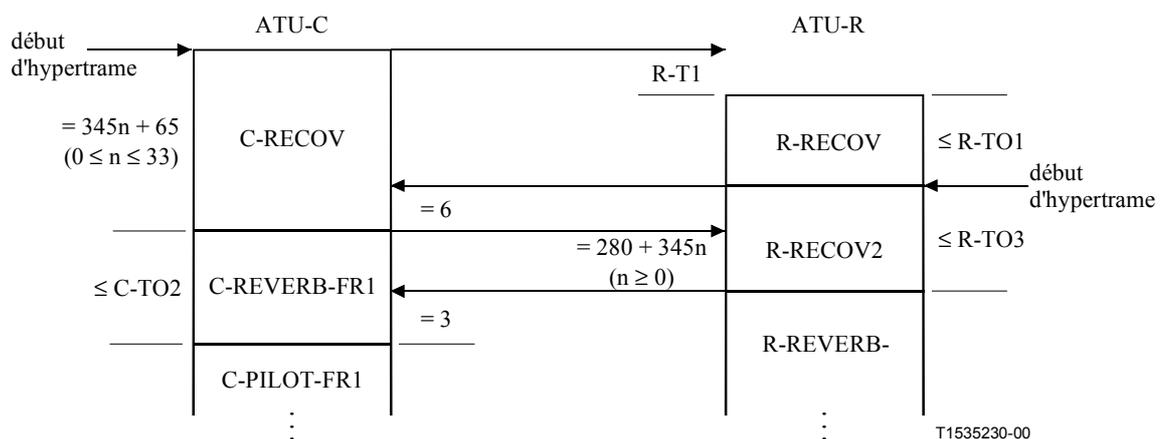
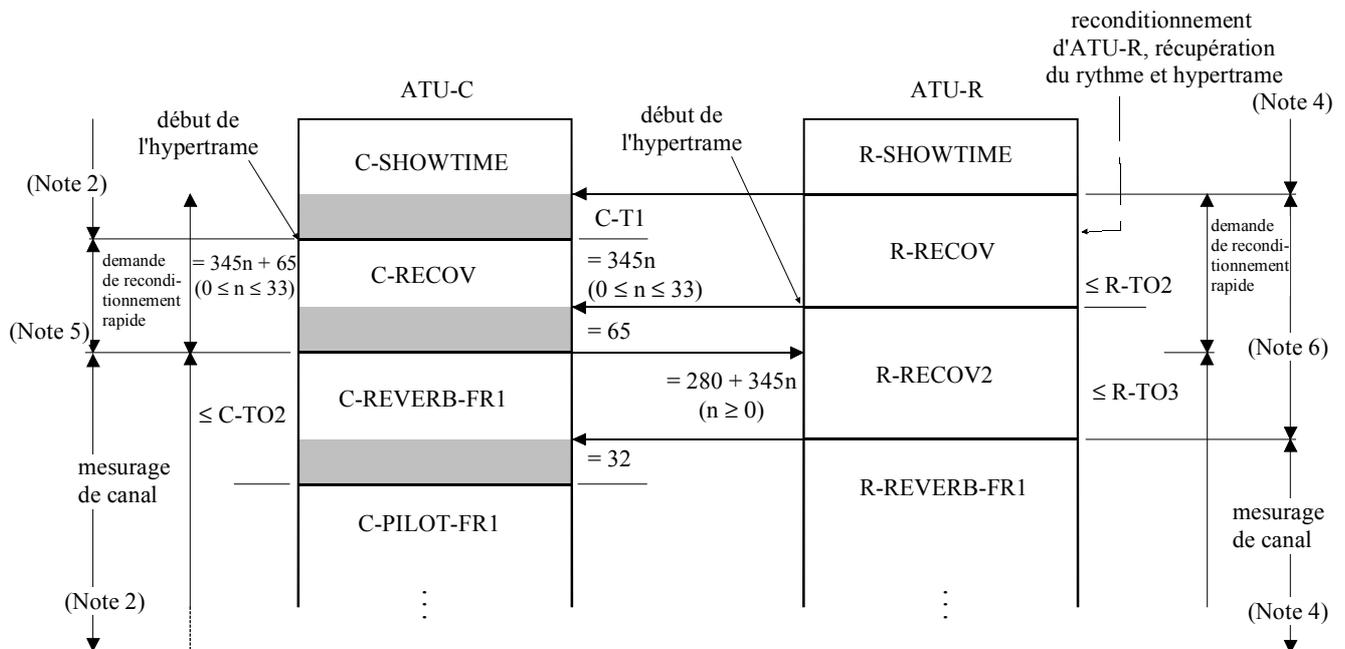


Figure C.22/G.992.2 – Chronogramme de la Procédure de reconditionnement rapide lancée par l'ATU-R à partir de l'état de SHOWTIME

Notes des Figures C.21 et C.22

NOTE 1 – L'ATU-C doit émettre les symboles $FEXT_R$ et ne doit pas émettre les symboles $NEXT_R$ sauf la tonalité pilote.

NOTE 2 – L'ATU-C doit transmettre les deux symboles $FEXT_R$ et $NEXT_R$, lorsque la fonction $Bitmap-N_R$ est activée (mode de double codage d'équivalence binaire). L'ATU-C ne doit pas transmettre les symboles $NEXT_R$ sauf la tonalité pilote, lorsque la fonction $Bitmap-N_R$ est désactivée (mode d'équivalence binaire FEXT).

NOTE 3 – L'ATU-R doit transmettre les symboles $FEXT_C$ et ne doit pas transmettre les symboles $NEXT_C$.

NOTE 4 – L'ATU-R doit transmettre les deux symboles $FEXT_C$ et $NEXT_C$, lorsque la fonction $Bitmap-N_C$ est activée (mode de double codage d'équivalence binaire). L'ATU-R ne doit pas transmettre les symboles $NEXT_C$ lorsque la fonction $Bitmap-N_C$ est désactivée (mode d'équivalence binaire FEXT).

NOTE 5 – L'ATU-C doit transmettre les deux symboles FEXT_R et NEXT_R. Toutefois, le signal de transmission est différent pour le symbole FEXT_R et pour le symbole NEXT_R (voir C.9.2).

NOTE 6 – L'ATU-R doit transmettre les deux symboles FEXT_C et NEXT_C.

C.9.4 Lancement à partir de l'état L3 ou de la Recommandation G.994.1 (remplacement du 12.5)

Une procédure de reconditionnement rapide, lancée à partir d'un état de liaison au repos (L3) ou au moyen d'un échappement à partir du dialogue initial, doit être effectuée conformément au C.9.3.1 ou C.9.3.2 sauf en cas de durée très longue de la temporisation R-TO1 ou R-TO2 du signal R-RECOV, qui permettra la récupération de la base de temps du circuit et la synchronisation d'hypertrame avec le signal C-RECOV reçu dans l'ATU-R.

C.10 Gestion de puissance (amendement du paragraphe 13)

C.10.1 Transition de L0 à L1 (T0d) (amendement du 13.4.2)

C.10.1.1 Procédure d'engagement d'échange (remplacement du 13.4.2.1)

Le présent sous-paragraphe définit la procédure d'engagement d'échange, qui réutilise des états, des signaux et des règles permettant de déterminer l'état suivant, qui figurent au C.8.6, comme indiqué dans les étapes suivantes:

- 1) après terminaison normale de la procédure de dialogue initial eoc, l'ATU-R doit émettre le signal R-QUIET-PM à la limite d'hypertrame. R-QUIET-PM est défini comme n'étant pas transmis par l'interface du point U-R. L'ATU-R doit maintenir la synchronisation en boucle et la synchronisation d'hypertrame pendant le signal R-QUIET-PM;
- 2) après détection de R-QUIET-PM, l'ATU-C doit émettre le signal C-REVERB4 au 287^e prochain symbole (trame 286) de l'hypertrame. La durée du signal C-REVERB4 dans cette procédure est égale à $345n - 304$ ($3 \leq n \leq 9$);
- 3) après détection de C-REVERB4, l'ATU-R y répond par l'envoi de R-REVERB4 au 37^e prochain symbole (trame 36) de l'hypertrame. La partie échange de la procédure d'initialisation définie au C.8.6 doit continuer à partir de ce point (c'est-à-dire que l'ATU-R doit envoyer R-SEGUE après 296 symboles de R-REVERB4). Au cours du signal R-MSG-RA, l'ATU-R doit utiliser le message "pas d'options choisies". L'implémentation de l'ATU-C doit comporter un moyen pour bloquer le défaut de perte de signal pendant la procédure d'engagement d'échange.

ANNEXE D

Performance du système pour l'Amérique du Nord

D.1 Performance du système pour l'Amérique du Nord

Tous les cas d'essai spécifiés dans la présente annexe doivent être utilisés pour la présente Recommandation. Les essais doivent être conformes à ce qui suit:

- pas de baisse de puissance dans l'émetteur amont;
- marge = 4 dB;
- BER = 10^{-7} ;
- bruit de fond = -140 dBm/Hz;
- mesurage des débits, sauf indication contraire, en l'absence du câblage dans les locaux du client;

- débit indiqué égal au débit net de capacité utile (surdébit de cellules ATM inclus dans le débit indiqué mais sans les surdébits de verrouillage de trames, de canal eoc et de code RS);
- temps de transfert de capacité utile dans un seul sens inférieur à $10 + (S \times D)/4$ ms pour les essais;
- température ambiante de raccordement: 25 °C.

Un système conforme à l'Annexe D de la Recommandation G.992.2 (ATU-C et ATU-R) doit répondre aux prescriptions de performance minimale suivantes:

D.1.1 Cas d'essai prescrits

Tableau D.1/G.992.2 – Cas d'essai prescrits

Cas n°	Raccordement	Débit binaire net en aval	Débit binaire net en amont	Bruit
1	Ligne vide	1536 kbit/s	512 kbit/s	Néant
2	T #7	1536 kbit/s	224 kbit/s	49 selon Annexe A/G.992.2
3	T #7	1536 kbit/s	224 kbit/s	24 en DSL
4	T #13	1184 kbit/s	224 kbit/s	49 selon Annexe A/G.992.2
5	T #13	1184 kbit/s	224 kbit/s	24 en DSL
6	T #7 raccourci	1184 kbit/s	256 kbit/s	10 en HDSL
7	T #7 raccourci	512 kbit/s	512 kbit/s	5 sur câble T1 adjacent
8	T #8	256 kbit/s	96 kbit/s	24 selon Annexe A/G.992.2
9	T #8	256 kbit/s	96 kbit/s	10 en DSL
10	T #13 Câblage à domicile selon modèle n°1 de Rec. G.996.1	768 kbit/s	192 kbit/s	49 selon Annexe A/G.992.2
11	T #13 Câblage à domicile selon modèle n°1 de Rec. G.996.1	768 kbit/s	192 kbit/s	24 en DSL

En plus des raccordements ci-dessus, un système conforme à l'Annexe D à la Recommandation G.992.2 (ATU-C et ATU-R) doit satisfaire aux critères de performance suivants afin d'offrir un rayon de raccordement étendu.

D.1.2 Cas de rayon de raccordement étendu

Pour les cas d'essai de raccordement étendu n° 12 et n° 13, des essais de marge doivent être effectués sans contrôler que le bloc ADSL peut se reconditionner au niveau marginal de 4 dB.

Tableau D.2/G.992.2 – Cas d'essai de raccordement étendu

Cas n°	Raccordement	Débit binaire net en aval	Débit binaire net en amont	Bruit
12	T #1	256 kbit/s	96 kbit/s	3 selon Annexe A/G.992.2
13	T #2	256 kbit/s	96 kbit/s	24 selon Annexe A/G.992.2
14	T #5	768 kbit/s	256 kbit/s	49 selon Annexe A/G.992.2
15	T #5	768 kbit/s	256 kbit/s	24 en DSL
16	T #9	1536 kbit/s	256 kbit/s	49 selon Annexe A/G.992.2
17	T #9	1536 kbit/s	256 kbit/s	24 en DSL
18	T#7 raccourci	1536 kbit/s	256 kbit/s	24 en HDSL

NOTE 1 – Un objectif d'améliorations futures de la présente Recommandation consiste à rendre obligatoire les "cas de rayon de raccordement étendu".

NOTE 2 – Les niveaux de performance ne reflètent pas l'effet du câblage des locaux d'abonné, qui est censé réduire le débit binaire.

ANNEXE E

Performance du système pour l'Europe

E.1 Performance du système pour l'Europe

La présente annexe spécifie les prescriptions européennes de performance pour les systèmes conformes à la présente Recommandation sur raccordements courts, moyens et longs sans inclusion de câblage local ni de poste téléphonique.

Le temps de transfert de capacité utile dans un seul sens doit être inférieur à $10 + (S \times D)/4$ ms pour la ligne ADSL (à l'exclusion de la couche ATM-TC).

Les critères de performance indiqués dans le Tableau E-1 doivent toujours être respectés avec un BER de 10^{-7} avec une marge de 6 dB. L'ATU-C et l'ATU-R doivent être connectés directement par l'intermédiaire du raccordement spécifié (sans réseau privé ni présence de poste téléphonique).

Tableau E.1/G.992.2 – Proposition de raccordements d'essai et de critères de performance pour réalisations européennes conformes à la Recommandation G.992.2 en FDM et en spectre superposé

Cas n°	Raccordement (voir Rec. G.996.1)	Affaiblissement d'insertion du raccordement à 300 kHz	Longueur nominale (km)	Débit binaire net en aval (kbit/s)	Débit binaire net en amont (kbit/s)	Bruit dans l'ATU-C	Bruit dans l'ATU-R
1	ETSI-0	0 dB	0	1536	512	Aucun	Aucun
2	ETSI-1	40 dB	2,80	1536	256	Euro-K	ETSI-A
3	ETSI-1	50 dB	3,50	1536	96	Euro-K	ETSI-A
4	ETSI-1	40 dB	2,80	1536	448	ETSI-A	ETSI-A
5	ETSI-1	50 dB	3,50	1536	256	ETSI-A	ETSI-A
6	ETSI-1	60 dB	4,20	512	96	ETSI-A	ETSI-A
7	ETSI-1	60 dB	4,20	1536	512	AWGN-140	AWGN-140

AWGN = bruit blanc gaussien additif

APPENDICE I

En prévision de futures révisions de la présente Recommandation, les constructeurs sont invités à étudier les performances (et à les implémenter) du codage convolutif dans un environnement sans séparateur, comme défini dans la Recommandation G.992.1.

Les réalisateurs souhaitant étudier l'application du codage convolutif devront en négocier l'usage au moyen des capacités de services complémentaires non normalisés (NSF, *non-standard facilities*) de la Recommandation G.994.1.

APPENDICE II

Guide pour les scénarios d'implémentation des diverses procédures dans les Recommandations G.994.1 et G.992.2

Domaine d'application

Le présent appendice a un caractère informatif avec pour but de servir de guide à des réalisateurs en présentant des scénarios multiples utilisant simultanément la Recommandation G.994.1 et la présente Recommandation dans une implémentation. Les scénarios fournissent des exemples de procédures qui se conforment à la Recommandation G.994.1 et à la présente Recommandation. Ces scénarios n'ont pas l'intention d'imposer des limitations à la Recommandation G.994.1 et à la présente Recommandation mais plutôt d'aider les réalisateurs à comprendre les relations entre les diverses procédures définies dans la Recommandation G.994.1 et la présente Recommandation.

Définitions et abréviations

- UC Réduction absolue de la puissance G.992.2 vers l'amont lors du reconditionnement rapide, indiquée par l'équipement client dans les bits u_4-u_0 du message R-MSG-FR1.
- RDC Réduction relative de la puissance G.992.2 vers l'aval lors du reconditionnement rapide, indiquée par l'équipement client dans les bits d_4-d_0 du message R-MSG-FR1.
- DPI Réduction de courtoisie de la puissance G.992.2 lors de l'initialisation, indiquée par le centre de commutation dans les bits 8-6 du message C-MSG1.

- DPF Réduction de courtoisie de la puissance G.992.2 lors du reconditionnement rapide, indiquée par le centre de commutation dans les bits b_4 - b_0 du message C-MSG-FR1.
- UMAX Puissance G.994.1 maximale pour un signal amont, telle qu'elle est définie dans la Recommandation G.994.1.
- DMAX Puissance 994.1 maximale d'un signal aval, telle qu'elle est définie dans la Recommandation G.994.1.
- g_i Valeurs de normalisation du gain G.992.2 appliquées pendant la normalisation dans les directions amont ou aval.

Les lettres U et D représentent, dans les acronymes ci-dessus, respectivement les directions amont [*upstream*] et aval [*downstream*]. La lettre R représente une valeur relative et la lettre C une réduction [*cutback*]. Les lettres I et F représentent respectivement une initialisation et un "reconditionnement rapide" [*fast retrain*].

Note concernant l'utilisation du niveau de densité PSD

Le présent appendice décrit fréquemment des niveaux de densité PSD de certains signaux relatifs aux Recommandations G.992.2 ou G.994.1. Le niveau de densité PSD décrit doit dans tous les cas faire référence au document de définition de manière à définir la méthode exacte de mesure de la puissance.

Dans le cas de signaux qui se composent d'une ou de plusieurs sous-porteuses continues, le niveau de densité PSD doit être interprété comme une valeur de la puissance par sous-porteuse et non comme une densité. Le Tableau II.1 ci-dessous doit être utilisé dans le cas de niveaux maximaux G.992.2. D'autres valeurs de réduction pour les Recommandations G.992.2 et G.994.1 présentent une relation comparable entre le niveau de densité PSD et la puissance par sous-porteuse.

Tableau II.1/G.992.2 – Niveau de densité PSD et puissance par sous-porteuse

Niveau de densité PSD	Puissance
-38 dBm/Hz	-1,65 dBm/sous-porteuse
-40 dBm/Hz	-3,65 dBm/sous-porteuse

Scénarios

Les scénarios présentés dans le présent appendice ont été classés en plusieurs catégories pour plus de commodité. Chaque scénario présente une liste d'étapes successives pouvant être exécutées par les deux unités ATU. Ces étapes sont décrites uniquement à titre d'exemple et ne fournissent pas une liste exhaustive de toutes les étapes autorisées.

Chaque scénario est également présenté sous la forme d'un diagramme de temps comparable à ceux qui sont utilisés dans la partie principale de la présente Recommandation. Le diagramme de temps présente la progression des états des unités ATU, les niveaux de puissance utilisés par chaque émetteur et fait référence aux paragraphes adéquats de la Recommandation G.994.1 et de la présente Recommandation.

Les diagrammes de temps de certains des scénarios qui invoquent diverses réductions de puissance sont complétés par des exemples fictifs qui illustrent diverses conditions pouvant affecter la réduction des niveaux de puissance dans les scénarios en question.

Scénarios d'activation

Ces scénarios représentent des situations dans lesquelles la liaison ADSL est activée lorsque l'une ou l'autre des extrémités ne possède pas de mémoire relative à une activation antérieure.

Première réussite de l'activation du raccrochage

Ce scénario décrit une séquence pouvant se produire au cours de la première activation de la liaison ADSL dans les états L3 à L0 de la gestion de puissance. On suppose que les deux unités ATU sont installées et prêtes à fonctionner. Les unités ATU ne possèdent pas de mémoire d'une activation précédente.

La succession des états de l'unité ATU a été découpée en plusieurs blocs, indiqués dans le Tableau II.2, afin de faciliter la description du scénario. La numérotation des étapes indiquée dans le tableau fait référence aux numéros de paragraphe qui suivent dans le présent sous-paragraphe.

Tableau II.2/G.992.2 – Blocs du premier scénario avec réussite de l'activation du raccrochage

Bloc	Etapes
Première procédure G.994.1	1-3
Abandon du reconditionnement rapide	4-5
Deuxième procédure G.994.1	6-8
Deuxième reconditionnement rapide	9-13
Troisième procédure G.994.1	14-16
Procédure d'initialisation	17-21
SHOWTIME	22

Le scénario se déroule comme décrit dans les étapes ci-dessous et comme représenté par la Figure II.1. La durée des états C-SILENT1 et R-SILENT0 décrits dans le présent paragraphe et représentés par la Figure II.1 peut avoir une valeur imperceptible au niveau de l'unité ATU réceptrice.

dBm/Hz	état	bloc	étape	dBm/Hz	état
n/a	CSILENT-1	première procédure G.994.1	1	n/a	RSILENT-0
≤ DMAX	C-TONES		2	≤ UMAX	R-TONES-REQ
≤ DMAX (même)	divers états G.994.1 aboutissant à C-FLAG2		3	≤ UMAX (même)	divers états G.994.1 aboutissant à R-FLAG2
n/a	C-QUIET-EF1	interruption du recondi- tionnement rapide	4	n/a	R-QUIET-EF1
-40	C-RECOV		5		
n/a	C-SILENT1	deuxième procédure G.994.1	6	-38	R-TONES-REQ
-40	C-TONES		7		
-40	divers états G.994.1 aboutissant à C-FLAG2		8	-38	divers états G.994.1 aboutissant à R-FLAG2
n/a	C-QUIET-EF1	deuxième recondi- tionnement rapide	9	n/a	R-QUIET-EF1
-40	C-RECOV		10		
-40 – DPF	C-REVERB-FR1		11	-38	R-RECOV
-40 – DPF	succession d'états de reconditionnement rapide aboutissant à C-CRC-FR1		12		
			13	≤ -38	succession d'états de reconditionnement rapide aboutissant à QUIET-FR1
n/a	C-SILENT1	troisième procédure G.994.1	14	n/a	R-SILENT0
-40	C-TONES		15	-38 -UC	R-TONES-REQ
- DPF – RDC	divers états G.994.1 aboutissant à C-FLAG2		16	-38 -UC	divers états G.994.1 aboutissant à R-FLAG2
- DPF – RDC	C-QUIET2	procédure d'initialisation	17	n/a	R-QUIET2
-40	C-PILOT1		18		
- DPF – RDC	C-REVERB1		19	-38 -UC	R-REVERB1
-40	succession d'états de reconditionnement rapide aboutissant à C-SEGUE3		20		
- max (DPI, DPF + RDC)			21	-38 -UC	succession d'états de reconditionnement rapide aboutissant à R-SEGUE5
-40 - max (DPI, DPF + RDC) + g_i	SHOWTIME	SHOWTIME	22	-38 -UC + g_i	SHOWTIME

T1535300-00

Figure II.1/G.992.2 – Scénario de première activation

Première procédure G.994.1

- 1 L'unité ATU-R initie la procédure G.994.1 par l'émission du signal R-TONES-REQ à un niveau inférieur ou égal au niveau de puissance G.994.1 maximal vers l'amont (UMAX).
- 2 L'unité ATU-C répond avec une procédure G.994.1 en émettant le signal C-TONES à un niveau inférieur au niveau de puissance G.994.1 maximal vers l'aval (DMAX).
- 3 Les deux unités ATU poursuivent la procédure G.994.1 en utilisant les mêmes niveaux de puissance et y mettent fin en utilisant une transaction de sélection de mode avec un point de code G.992.2 déterminé et le bit d'échappement vers le reconditionnement rapide déterminé.

Abandon du reconditionnement rapide

- 4 Les deux unités ATU respectent la prescription de durée de silence avant de quitter la procédure de reconditionnement rapide.
- 5 L'unité ATU-C initie la procédure de reconditionnement rapide par l'émission du signal C-RECOV avec un niveau égal à -40 dBm/Hz.

Deuxième procédure G.994.1

- 6 L'unité ATU-R interrompt le reconditionnement rapide en émettant de nouveau le signal R-TONES-REQ avec un niveau égal à -38 dBm/Hz, ce qui provoquera la répétition des procédures G.994.1 avec les niveaux de puissance nominaux spécifiés par la Recommandation G.992.2, de manière à faciliter les mesures du niveau moyen de puissance par le centre de commutation.
- 7 L'unité ATU-C redémarre la procédure G.994.1 en passant dans l'état C-SILENT1 et en émettant le signal C-TONES avec un niveau égal à -40 dBm/Hz.
- 8 Les deux unités ATU poursuivent la procédure G.994.1 en utilisant les mêmes niveaux de puissance et y mettent fin en utilisant une transaction de sélection de mode avec un point de code G.992.2 déterminé et le bit d'échappement vers le reconditionnement rapide déterminé. L'unité ATU-C mesure la puissance G.994.1 moyenne reçue pendant la durée de la procédure.

Deuxième reconditionnement rapide

- 9 Les deux unités ATU respectent la prescription de durée de silence avant de quitter la procédure de reconditionnement rapide.
- 10 L'unité ATU-C initie la procédure de reconditionnement rapide par l'émission du signal C-RECOVER avec un niveau égal à -40 dBm/Hz.
- 11 L'unité ATU-R répond au moyen de la procédure de reconditionnement rapide en émettant le signal R-RECOV avec un niveau égal à -38 dBm/Hz et l'unité ATU-C mesure la puissance reçue. Cette mesure de puissance et les mesures faites durant les procédures G.994.1 sont combinées d'une manière propre au fournisseur pour constituer une "moyenne" au niveau du centre de commutation. La "moyenne" est utilisée par l'unité ATU-C pour déterminer une réduction de puissance de courtoisie pendant le reconditionnement rapide (DPF) égale à 0, 2, 4, 6, 8, 10 ou 12 dB.
- 12 L'unité ATU-C poursuit la procédure de reconditionnement rapide par l'émission du signal C-REVERB-FR1 avec un niveau égal à $-40 - \text{DPF}$ dBm/Hz.

- 13 Les deux unités ATU tronquent la procédure de reconditionnement rapide en utilisant les bits dans les messages R-MSG-FR1 et C-MSG-FR1. L'unité ATU-C émet avec un niveau de puissance égal à $-40 - \text{DPF}$ dBm/Hz. L'unité ATU-R émet avec un niveau de puissance unique propre au fournisseur, inférieur ou égal à -38 dBm/Hz. L'unité ATU-R pilote l'unité ATU-C pendant les messages échangés lors de cette procédure de reconditionnement rapide en lui imposant la réduction de puissance relative vers l'aval pour le reconditionnement rapide (RDC) qui sera utilisée et informe l'unité ATU-C au sujet de la réduction de puissance absolue vers l'amont (UC) qu'elle utilisera. L'unité ATU-C informe l'unité ATU-R au sujet de la réduction de courtoisie du reconditionnement rapide (DPF) qui a été utilisée lors de la procédure de reconditionnement rapide.

Troisième procédure G.994.1

- 14 L'unité ATU-R initie la procédure G.994.1 en passant dans l'état R-SILENT0 et en émettant un signal R-TONES-REQ avec un niveau égal à $-38 - \text{UC}$ dBm/Hz.
- 15 L'unité ATU-C répond avec une procédure G.994.1 en passant dans l'état C-SILENT1 et en émettant un signal C-TONES avec un niveau égal à $-40 - \text{DPF} - \text{RDC}$ dBm/Hz.
- 16 Les deux unités ATU poursuivent la procédure G.994.1 et y mettent fin en utilisant une transaction de sélection de mode avec un point de code G.992.2 déterminé (et le bit d'échappement vers le reconditionnement rapide n'est pas déterminé).

Procédure d'initialisation

- 17 Les deux unités ATU respectent la prescription de durée de silence au moment du démarrage de la procédure d'initialisation G.992.2.
- 18 L'unité ATU-C poursuit la procédure d'initialisation en émettant le signal C-PILOT avec un niveau égal à $-40 - \text{DPF} - \text{RDC}$ dBm/Hz.
- 19 L'unité ATU-R répond en émettant le signal R-REVERB1 avec un niveau égal à $-38 - \text{UC}$ dBm/Hz et l'unité ATU-C mesure la puissance reçue dans 12 tonalités afin de déterminer une nouvelle initialisation de la réduction de puissance de courtoisie (DPI) égale à 0, 2, 4, 6, 8, 10 ou 12 dB.
- 20 L'unité ATU-C démarre l'émission du signal C-REVERB1 avec un niveau égal à $-40 - 2n$. La valeur $2n$ est égale à la plus grande des valeurs de $(\text{DPF} + \text{RDC})$ et de l'initialisation DPI.
- 21 Les deux unités ATU mettent fin à la procédure d'initialisation et passent dans l'état SHOWTIME. Lors des messages échangés dans cette procédure d'initialisation, l'unité ATU-C informe l'unité ATU-R au sujet de la valeur de l'initialisation DPI qui a été déterminée (cette valeur $2n$ est égale à la réduction de puissance absolue utilisée par l'unité ATU-C). Les deux unités ATU signalent qu'elles ont perdu tous les profils et effacent toute information de profil qu'elles possèdent actuellement en mémoire.

SHOWTIME [durée de présence]

- 22 Les deux unités ATU mémorisent le profil n° 0 pendant l'état SHOWTIME en utilisant le protocole de commande aoc. L'unité ATU-C émet avec un niveau égal à $-40 - 2n$ dBm/Hz. L'unité ATU-R émet avec un niveau égal à $-38 - \text{UC}$ dBm/Hz.

Ce scénario est conforme à la Recommandation G.992.2 pour tous les cas de boucles courtes ou longues, pour toutes les situations de raccrochage et de décrochage et avec ou sans filtres en ligne. L'effet de la réduction de puissance varie toutefois considérablement dans chacun de ces cas. Un certain nombre d'exemples sont fournis pour expliquer l'effet de la réduction de puissance dans ces cas. Chaque exemple est résumé par un tableau qui décrit la même succession d'états entre les deux unités ATU que dans le cas de la Figure II.1. Le Tableau II.3 donne un modèle pour un tel exemple.

Tableau II.3/G.992.2 – Résumé du scénario de première installation

Bloc ATU-C	dBm/Hz	Etapes	Bloc ATU-R	dBm/Hz
Première procédure G.994.1	\leq DMAX	1-3	Première procédure G.994.1	\leq UMAX
Abandon du premier reconditionnement rapide	-40	4-5	N/A	
Deuxième procédure G.994.1	-40	6-8	Deuxième procédure G.994.1	-38
Deuxième reconditionnement rapide C-RECOV	-40	9-11	Deuxième reconditionnement rapide R-RECOV	-38
Reste du deuxième reconditionnement rapide	-40 – DPF	12-13	Reste du deuxième reconditionnement rapide	\leq -38
Troisième procédure G.994.1	-40 – DPF – RDC	14-16	Troisième procédure G.994.1	-38 – UC
C-PILOT	-40 – DPF – RDC	17-19	R-REVERB1	-38 – UC
C-REVERB1 et reste de la procédure d'initialisation	-40 – max (DPI, DPF + RDC)	20-21	Reste de la procédure d'initialisation	-38 – UC
SHOWTIME	-40 – max (DPI, DPF + RDC) + g_i	22	SHOWTIME	-38 – UC + g_i

Exemple avec boucle longue et filtres en ligne

Aucune réduction de puissance de courtoisie ou de reconditionnement rapide n'aura lieu dans le scénario de cet exemple qui traite de boucles longues sans intervention de dispositifs téléphoniques. Le Tableau II.4 donne le résumé d'un exemple numérique des divers niveaux de puissance.

Tableau II.4/G.992.2 – Niveaux de puissance dans le cas d'une installation avec boucle longue et filtres en ligne

Bloc ATU-C	dBm/Hz	Bloc ATU-R	dBm/Hz
Première procédure G.994.1	\leq DMAX	Première procédure G.994.1	\leq UMAX
Abandon du premier reconditionnement rapide	-40	N/A	
Deuxième procédure G.994.1	-40	Deuxième procédure G.994.1	-38
Deuxième reconditionnement rapide C-RECOV	-40	Deuxième reconditionnement rapide R-RECOV	-38
Reste du deuxième reconditionnement rapide	-40	Reste du deuxième reconditionnement rapide	\leq -38
Troisième procédure G.994.1	-40	Troisième procédure G.994.1	-38
C-PILOT	-40	R-REVERB1	-38
C-REVERB1 et reste de la procédure d'initialisation	-40	Reste de la procédure d'initialisation	-38
SHOWTIME	-40 + g_i	SHOWTIME	-38 + g_i

Exemple avec boucle courte et filtres en ligne

La réduction de puissance de courtoisie sera active dans le scénario de cet exemple et aucune réduction de puissance n'aura lieu pour le reconditionnement. Le Tableau II.5 donne le résumé d'un exemple numérique des divers niveaux de puissance. La valeur de la réduction DPF est égale à 10 dB et celle de l'initialisation DPI est égale à 12 dB dans cet exemple.

Tableau II.5/G.992.2 – Niveaux de puissance dans le cas d'une installation avec boucle courte et filtres en ligne

Bloc ATU-C	dBm/Hz	Bloc ATU-R	dBm/Hz
Première procédure G.994.1	\leq DMAX	Première procédure G.994.1	\leq UMAX
Abandon du premier reconditionnement rapide	-40	N/A	
Deuxième procédure G.994.1	-40	Deuxième procédure G.994.1	-38
Deuxième reconditionnement rapide C-RECOV	-40	Deuxième reconditionnement rapide R-RECOV	-38
Reste du deuxième reconditionnement rapide	-50	Reste du deuxième reconditionnement rapide	\leq -38
Troisième procédure G.994.1	-40	Troisième procédure G.994.1	-38
C-PILOT	-40	R-REVERB1	-38
C-REVERB1 et reste de la procédure d'initialisation	-52	Reste de la procédure d'initialisation	-38
SHOWTIME	$-52 + g_i$	SHOWTIME	$-38 + g_i$

Exemple avec boucle courte et équipements téléphoniques non optimaux

Les réductions de puissance de courtoisie seront actives dans ce scénario et aucune réduction de puissance de reconditionnement rapide ne sera faite dans les deux directions. Le Tableau II.6 donne un exemple numérique des divers niveaux de puissance. La valeur de la réduction DPF est de 4 dB et celle de l'initialisation DPI de 2 dB dans cet exemple. Les valeurs des réductions RDC et UC sont respectivement égales à 12 et à 10 dB.

Tableau II.6/G.992.2 – Niveaux de puissance dans le cas d'une installation avec boucle courte et équipements téléphoniques non optimaux

Bloc ATU-C	dBm/Hz	Bloc ATU-R	dBm/Hz
Première procédure G.994.1	≤ DMAX	Première procédure G.994.1	≤ UMAX
Abandon du premier reconditionnement rapide	-40	N/A	
Deuxième procédure G.994.1	-40	Deuxième procédure G.994.1	-38
Deuxième reconditionnement rapide C-RECOV	-40	Deuxième reconditionnement rapide R-RECOV	-38
Reste du deuxième reconditionnement rapide	-44	Reste du deuxième reconditionnement rapide	≤ -38
Troisième procédure G.994.1	-56	Troisième procédure G.994.1	-48
C-PILOT	-56	R-REVERB1	-48
C-REVERB1 et reste de la procédure d'initialisation	-56	Reste de la procédure d'initialisation	-48
SHOWTIME	-56 + g_i	SHOWTIME	-48 + g_i

Exemple avec boucle longue et équipements téléphoniques non optimaux

Aucune réduction de courtoisie n'aura lieu dans ce scénario, mais les réductions de puissance de reconditionnement rapide seront effectuées dans les deux directions. Le Tableau II.7 donne un exemple numérique des divers niveaux de puissance. Les valeurs des réductions RDC et UC sont respectivement égales à 4 et à 12 dB dans cet exemple.

Tableau II.7/G.992.2 – Niveaux de puissance dans le cas d'une installation avec boucle longue et équipements téléphoniques non optimaux

Bloc ATU-C	dBm/Hz	Bloc ATU-R	dBm/Hz
Première procédure G.994.1	≤ DMAX	Première procédure G.994.1	≤ UMAX
Abandon du premier reconditionnement rapide	-40	N/A	
Deuxième procédure G.994.1	-40	Deuxième procédure G.994.1	-38
Deuxième reconditionnement rapide C-RECOV	-40	Deuxième reconditionnement rapide R-RECOV	-38
Reste du deuxième reconditionnement rapide	-40	Reste du deuxième reconditionnement rapide	≤ -38
Troisième procédure G.994.1	-44	Troisième procédure G.994.1	-50
C-PILOT	-44	R-REVERB1	-50
C-REVERB1 et reste de la procédure d'initialisation	-44	Reste de la procédure d'initialisation	-50
SHOWTIME	-44 + g_i	SHOWTIME	-50 + g_i

Scénarios de fonctionnement normal

Ces scénarios représentent des situations qui se présentent de manière normale lors du fonctionnement dans l'état SHOWTIME avec les états de liaison L0 et L1.

Première situation de décrochage

Ce scénario décrit une séquence pouvant se produire lors de la première situation de décrochage qui suit l'activation de la liaison ADSL. On suppose que les deux unités ATU se trouvent dans l'état SHOWTIME. Les unités ATU disposent uniquement du profil n° 0 mémorisé relatif à la configuration actuelle de l'état SHOWTIME. Ce scénario traite le cas d'un équipement téléphonique non optimal sans filtre en ligne qui passe dans l'état de décrochage.

La succession des états de l'unité ATU a été découpée en plusieurs blocs, indiqués dans le Tableau II.8, afin de faciliter la description du scénario. La numérotation des étapes indiquée dans le tableau fait référence aux numéros de sous-paragraphe qui suivent.

Tableau II.8/G.992.2 – Blocs du premier scénario de décrochage

Bloc	Etapes
Premier état SHOWTIME	
Reconditionnement rapide	1-5
Procédure G.994.1	6-8
Procédure d'initialisation	9-13
Deuxième état SHOWTIME	14

Le scénario se déroule comme décrit dans les étapes ci-dessous et comme représenté par la Figure II.2. La durée des états C-SILENT1 et R-SILENT0 décrits dans le présent sous-paragraphe et représentés par la Figure II.2 peut avoir une valeur imperceptible au niveau de l'unité ATU réceptrice.

dbm/Hz	état	bloc	étape	dbm/Hz	état	
-40 - max (DPI, DPF + RDC) + g_i	SHOWTIME	Premier état SHOWTIME	1	-38 - UC + g_i	SHOWTIME	
-40	C-RECOV	Reconditionnement rapide	2	-38	R-RECOV	
-40 - DPF'	C-REVERB-FR1		3			
-40 - DPF'	succession d'états de reconditionnement rapide aboutissant à C-CRC-FR1		4			≤ -38
-40 - DPF' - RDC'	succession d'états de reconditionnement rapide débutant avec C-REVERB-FR3 et aboutissant à C-SEGUE-FR4		5			-38 - UC'
n/a	C-SILENT1		6			n/a
-40 - DPF' - RDC'	C-TONES	Procédure G.994.1	7	-38 - UC'	R-TONES-REQ	
-40 - DPF' - RDC'	divers états G.994.1 aboutissant à C-FLAG2		8	-38 - UC'	divers états G.994.1 aboutissant à R-FLAG2	
n/a	C-QUIET2		9	n/a	R-QUIET2	
-40 - DPF' - RDC'	C-PILOT1	Procédure d'initialisation	10	-38 - UC'	R-REVERB1	
-40 - max (DPI', DPF' + RDC')	C-REVERB1		11			
-40 - max (DPI', DPF' + RDC')	succession d'états de reconditionnement rapide aboutissant à C-SEGUE3		12			
-40 - max (DPI', DPF' + RDC')	succession d'états de reconditionnement rapide aboutissant à R-SEGUE5		13			
-40 - max (DPI', DPF' + RDC') + g_i'	SHOWTIME	Deuxième état SHOWTIME	14	-38 - UC' + g_i'	SHOWTIME	

T1535310-00

Figure II.2/G.992.2 – Scénario de premier décrochage du téléphone

Reconditionnement rapide

- 1 L'unité ATU-R initie la procédure de reconditionnement rapide par l'émission du signal R-RECOV avec un niveau égal à -38 dBm/Hz. L'unité ATU-C ne mesure pas, dans cet exemple, la puissance de la tonalité reçue pour calculer la réduction DPF, contrairement à ce qui est le cas dans le scénario d'installation de la première réussite de l'activation au décrochage.
- 2 L'unité ATU-C initie la procédure de reconditionnement rapide par l'émission du signal C-RECOV avec un niveau égal à -40 dBm/Hz.
- 3 L'unité ATU-C émet le signal C-REVERB-FR1 avec un niveau égal à $-40 - \text{DPF}$. Dans cet exemple, l'unité ATU-C positionne la réduction DPF sur la valeur précédente de l'initialisation, contrairement à ce qui est le cas pour le scénario d'installation de la première réussite de l'activation du raccrochage.
- 4 Les deux unités ATU exécutent, dans cet exemple, la première partie de la procédure de reconditionnement rapide (états C-CRC-FR1 et R-QUIET-FR1). L'unité ATU-C émet avec un niveau égal à $-40 - \text{DPF}$ dBm/Hz. L'unité ATU-R émet à un niveau de puissance unique propre au fournisseur, inférieur ou égal à -38 dBm/Hz. L'unité ATU-R pilote l'unité ATU-C pendant les messages échangés lors de cette procédure de reconditionnement rapide en lui imposant la valeur de la réduction RDC qui sera utilisée et informe l'unité ATU-C au sujet de la réduction UC qu'elle utilisera. L'unité ATU-C informe l'unité ATU-R au sujet de la réduction DPF qu'elle a utilisée.
- 5 Les deux unités ATU terminent la procédure de reconditionnement rapide. L'unité ATU-C émet avec un niveau égal à $-40 - \text{DPF} - \text{RDC}$ dBm/Hz. L'unité ATU-R émet avec un niveau égal à $-38 - \text{UC}$ dBm/Hz. Dans cet exemple, les unités ATU choisissent toutes deux le profil inconnu lors des échanges de message de la procédure de reconditionnement rapide.

Procédure G.994.1

- 6 L'unité ATU-R initie la procédure G.994.1 en passant dans l'état R-SILENT0 et en émettant le signal R-TONES-REQ avec un niveau égal à $-38 - \text{UC}$ dBm/Hz.
- 7 L'unité ATU-C initie la procédure G.994.1 en passant dans l'état C-SILENT1 et en émettant le signal C-TONES avec un niveau égal à $-40 - \text{DPF} - \text{RDC}$ dBm/Hz.
- 8 Les deux unités ATU poursuivent la procédure G.994.1 et y mettent fin en utilisant une transaction de sélection de mode avec un point de code G.992.2 déterminé. Le bit d'échappement vers le reconditionnement rapide n'est pas déterminé.

Procédure d'initialisation

- 9 Les deux unités ATU respectent la prescription de durée de silence au moment du démarrage de la procédure d'initialisation G.992.2.
- 10 L'unité ATU-C poursuit la procédure d'initialisation par l'émission du signal C-PILOT avec un niveau égal à $-40 - \text{DPF} - \text{RDC}$ dBm/Hz.
- 11 L'unité ATU-R répond en émettant le signal R-REVERB1 avec un niveau égal à $-38 - \text{UC}$ dBm/Hz et l'unité ATU-C mesure la puissance reçue dans 12 tonalités afin de déterminer une nouvelle valeur d'initialisation DPI égale à 0, 2, 4, 6, 8, 10 ou 12 dB.
- 12 L'unité ATU-C démarre l'émission du signal C-REVERB1 avec un niveau égal à $-40 - 2n$. La valeur $2n$ est égale à la plus grande des valeurs de $(\text{DPF} + \text{RDC})$ et de DPI.
- 13 Les deux unités ATU mettent fin à la procédure d'initialisation et passent dans l'état SHOWTIME. Lors des messages échangés dans cette procédure d'initialisation, l'unité ATU-C informe l'unité ATU-R au sujet de la valeur de réduction de l'initialisation DPI qui a

été déterminée (cette valeur est égale à la réduction de puissance absolue utilisée par l'unité ATU-C). Il convient de noter que cette valeur doit, en principe, être identique à la valeur déterminée précédemment pour l'initialisation DPI, mais que des variations sont possibles.

Deuxième état SHOWTIME

14 Les deux unités ATU mémorisent le profil n° 1 pendant l'état SHOWTIME en utilisant le protocole de commande aoc.

Ce scénario est conforme à la Recommandation G.992.2 pour tous les cas de boucles courtes ou longues. L'effet de la réduction de puissance varie toutefois considérablement dans chacun de ces cas. Un certain nombre d'exemples sont fournis pour expliquer l'effet de la réduction de puissance dans ces cas. Chaque exemple est résumé par un tableau qui décrit la même succession d'états entre les deux unités ATU que dans le cas de la Figure II.2. Le Tableau II.9 donne un modèle pour un tel exemple. L'apostrophe (') qui suit les noms indique les nouvelles valeurs déterminées pendant les procédures de reconditionnement rapide et d'initialisation.

Tableau II.9/G.992.2 – Résumé du scénario de la première situation de décrochage

Bloc ATU-C	dBm/Hz	Etapes	Bloc ATU-R	dBm/Hz
Premier état SHOWTIME	$-40 - \max(\text{DPI}, \text{DPF} + \text{RDC}) + g_i$		Premier état SHOWTIME	$-38 - \text{UC} + g_i$
Reconditionnement rapide C-RECOV	-40	1-2	Reconditionnement rapide R-RECOV	-38
Première partie du reconditionnement rapide	$-40 - \text{DPF}'$	3-4	Première partie du reconditionnement rapide	≤ -38
Reste du reconditionnement rapide	$-40 - \text{DPF}' - \text{RDC}'$	5	Reste du reconditionnement rapide	$-38 - \text{UC}'$
G.994.1	$-40 - \text{DPF}' - \text{RDC}'$	6-8	G.994.1	$-38 - \text{UC}'$
C-PILOT	$-40 - \text{DPF}' - \text{RDC}'$	9-11	R-REVERB1	$-38 - \text{UC}'$
C-REVERB1 et reste de la procédure d'initialisation	$-40 - \max(\text{DPI}', \text{DPF}' + \text{RDC}')$	12-13	Reste de la procédure d'initialisation	$-38 - \text{UC}'$
SHOWTIME	$-40 - \max(\text{DPI}', \text{DPF}' + \text{RDC}') + g_i'$	14	SHOWTIME	$-38 - \text{UC}' + g_i'$

Exemple avec boucle longue

Aucune des réductions de courtoisie n'est active durant ce scénario. Le Tableau II.10 donne un exemple numérique des divers niveaux de puissance. Les nouvelles valeurs de réduction RDC et UC dans cet exemple sont respectivement égales à 4 dB et à 18 dB. Les valeurs précédentes des réductions RDC et UC étaient respectivement égales à 0 dB et 6 dB.

Tableau II.10/G.992.2 – Niveaux de puissance pour le cas de décrochage avec boucle longue

Bloc ATU-C	dBm/Hz	Bloc ATU-R	dBm/Hz
Premier état SHOWTIME	$-40 + g_i$	Premier état SHOWTIME	$-44 + g_i$
Reconditionnement rapide C-RECOV	-40	Reconditionnement rapide R-RECOV	-38
Première partie du reconditionnement rapide	-40	Première partie du reconditionnement rapide	≤ -38
Reste du reconditionnement rapide	-44	Reste du reconditionnement rapide	-56
G.994.1	-44	G.994.1	-56
C-PILOT	-44	R-REVERB1	-56
C-REVERB1 et reste de la procédure d'initialisation	-44	Reste de la procédure d'initialisation	-56
SHOWTIME	$-44 + g_i'$	SHOWTIME	$-56 + g_i'$

Exemple avec boucle courte

Les réductions de puissance de courtoisie et de reconditionnement rapide sont toutes deux actives pendant ce scénario. Le Tableau II.11 donne un exemple numérique des divers niveaux de puissance. Les nouvelles valeurs de réduction DPF et d'initialisation DPI dans cet exemple sont respectivement de 6 dB et 8 dB. Les nouvelles valeurs de réduction RDC et de réduction UC sont respectivement de 12 dB et 22 dB. Les valeurs précédentes de réduction DPF et d'initialisation DPI étaient respectivement de 10 dB et 6 dB. Les valeurs précédentes de réduction RDC et de réduction UC étaient toutes deux nulles.

Tableau II.11/G.992.2 – Niveaux de puissance pour le cas de décrochage avec boucle courte

Bloc ATU-C	dBm/Hz	Bloc ATU-R	dBm/Hz
Premier état SHOWTIME	$-50 + g_i$	Premier état SHOWTIME	$-38 + g_i$
Reconditionnement rapide C-RECOV	-40	Reconditionnement rapide R-RECOV	-38
Première partie du reconditionnement rapide	-40	Première partie du reconditionnement rapide	-38
Reste du reconditionnement rapide	-58	Reste du reconditionnement rapide	-60
G.994.1	-58	G.994.1	-60
C-PILOT	-58	R-REVERB1	-60
C-REVERB1 et reste de la procédure d'initialisation	-58	Reste de la procédure d'initialisation	-60
SHOWTIME	$-58 + g_i$	SHOWTIME	$-60 + g_i'$

Retour à la situation de raccrochage

Ce scénario décrit une séquence pouvant se présenter après une situation de décrochage, lorsque l'équipement téléphonique revient dans la situation de raccrochage. Les unités ATU ont mémorisé les profils n° 0 qui sont associés à la situation de raccrochage précédente. On suppose, dans ce scénario, qu'un équipement téléphonique non optimal sans filtre en ligne passe en situation de raccrochage.

La succession des états de l'unité ATU a été découpée en plusieurs blocs, indiqués dans le Tableau II.8, afin de faciliter la description du scénario. La numérotation des étapes indiquée dans le tableau fait référence aux numéros de sous-paragraphe qui suivent.

Tableau II.12/G.992.2 – Blocs du scénario de retour au raccrochage

Bloc	Etapes
Premier état SHOWTIME	
Reconditionnement rapide	1-5
Deuxième état SHOWTIME	6

Le scénario se déroule comme décrit dans les étapes ci-dessous et comme représenté par la Figure II.3.

émetteur aval du centre de commutation			émetteur amont de l'équipement client		
dBm/Hz	état	bloc	étape	dBm/Hz	état
-40 - max (DPI, DPF + RDC) + g_i	SHOWTIME	premier état SHOWTIME		-38 - UC + g_i	SHOWTIME
-40	C-RECOV		1		
-40 - DPF'	C-REVERB-FR1		2	-38	R-RECOV
-40 - DPF'	succession d'états de reconditionnement rapide aboutissant à C-CRC-FR1		3		
-40 - DPF'	succession d'états de reconditionnement rapide aboutissant à C-CRC-FR1		4	≤ -38	succession d'états de reconditionnement rapide aboutissant à R-QUIET-FR1
-40 - DPF' - RDC'	succession d'états de reconditionnement rapide débutant avec C-REVERB-FR3 et aboutissant à C-SEGUE-FR4		5	-38 - UC'	succession d'états de reconditionnement rapide débutant avec R-REVERB-FR3 et aboutissant à C-SEGUE-FR5
-40 - DPF' - RDC' + g_i'	SHOWTIME	deuxième état SHOWTIME	6	-38 - UC' + g_i'	SHOWTIME

T1535320-00

Figure II.3/G.992.2 – Scénario de retour au raccrochage

Reconditionnement rapide

- 1 L'unité ATU-R initie la procédure de reconditionnement rapide par l'émission du signal R-RECOV avec un niveau égal à -38 dBm/Hz. L'unité ATU-C ne mesure pas, dans cet exemple, la puissance de la tonalité reçue pour calculer la réduction DPF, contrairement à ce qui est le cas dans le scénario d'installation de la première réussite de l'activation du raccrochage.
- 2 L'unité ATU-C initie la procédure de reconditionnement rapide par l'émission du signal C-RECOV avec un niveau égal à -40 dBm/Hz.
- 3 L'unité ATU-C émet le signal C-REVERB-FR1 avec un niveau égal à $-40 - \text{DPF}$. L'unité ATU-C positionne la réduction DPF sur la valeur précédente d'initialisation DPI, contrairement à ce qui est le cas dans le scénario d'installation de la première réussite de l'activation du raccrochage.
- 4 Les deux unités ATU exécutent la première partie de la procédure de reconditionnement rapide (états C-CRC-FR1 et R-QUIET-FR1). L'unité ATU-C émet avec un niveau égal à $-40 - \text{DPF}$ dBm/Hz. L'unité ATU-R émet avec un niveau égal à -38 dBm/Hz. L'unité ATU-R pilote l'unité ATU-C pendant les messages échangés lors de cette procédure de reconditionnement rapide en lui imposant la valeur de la réduction RDC que l'unité ATU-C utilisera et l'informe au sujet de la réduction de puissance absolue vers l'amont (UC) qu'elle utilisera. L'unité ATU-C informe l'unité ATU-R au sujet de la valeur de réduction DPF qu'elle a utilisée.
- 5 Les deux unités ATU terminent la procédure de reconditionnement rapide. L'unité ATU-C émet avec un niveau égal à $-40 - \text{DPF} - \text{RDC}$ dBm/Hz. L'unité ATU-R émet avec un niveau égal à $-38 - \text{UC}$ dBm/Hz. Dans cet exemple, les unités ATU choisissent toutes deux le profil n° 0 lors des échanges de message de la procédure de reconditionnement rapide.

Deuxième état SHOWTIME

- 6 Les deux unités ATU reviennent dans l'état SHOWTIME. L'unité ATU-C émet avec un niveau égal à $-40 - \text{DPF} - \text{RDC}$ corrigé au moyen des tables de normalisation g_i du profil n° 0. Il convient de noter que ceci diffère de l'équation de la réduction PSD vers l'aval pour la première réussite de l'activation du raccrochage et de la première situation de décrochage. L'unité ATU-R émet avec un niveau égal à $-38 - \text{UC}$ corrigé au moyen des tables de normalisation g_i du profil n° 0.

Ce scénario est conforme à la Recommandation G.992.2 pour tous les cas de boucles courtes ou longues. L'effet de la réduction de puissance varie toutefois quelque peu dans chacun de ces cas. Un certain nombre d'exemples sont fournis pour expliquer l'effet de la réduction de puissance dans ces cas. Chaque exemple est résumé par un tableau qui décrit la même succession d'états entre les deux unités ATU que dans le cas de la Figure II.3. Le Tableau II.13 donne un modèle pour un tel exemple. L'apostrophe (') qui suit les noms indique les nouvelles valeurs déterminées pendant les procédures de reconditionnement rapide et d'initialisation.

Tableau II.13/G.992.2 – Résumé du scénario de retour au raccrochage

Bloc ATU-C	dBm/Hz	Étapes	Bloc ATU-R	dBm/Hz
Premier état SHOWTIME	$-40 - \max(\text{DPI}, \text{DPF} + \text{RDC}) + g_i$		Premier état SHOWTIME	$-38 - \text{UC} + g_i$
Reconditionnement rapide C-RECOV	-40	1-2	Reconditionnement rapide R-RECOV	-38
Première partie du reconditionnement rapide	$-40 - \text{DPF}'$	3-4	Première partie du reconditionnement rapide	≤ -38
Reste du reconditionnement rapide	$-40 - \text{DPF}' - \text{RDC}'$	5	Reste du reconditionnement rapide	$-38 - \text{UC}'$
SHOWTIME	$-40 - \text{DPF}' - \text{RDC}' + g_i'$	6	SHOWTIME	$-38 - \text{UC}' + g_i'$

Exemple avec boucle longue

Les réductions de courtoisie ne sont pas actives durant ce scénario. Le Tableau II.14 donne un exemple numérique des divers niveaux de puissance. Les nouvelles valeurs des réductions RDC et UC sont nulles dans cet exemple. Les valeurs précédentes de l'initialisation DPI et des réductions DPF, RDC et UC sont respectivement égales à 0, 0, 6, et 12 dB.

Tableau II.14/G.992.2 – Niveaux de puissance dans le cas de raccrochage avec boucle longue

Bloc ATU-C	dBm/Hz	Bloc ATU-R	dBm/Hz
Premier état SHOWTIME	$-46 + g_i$	Premier état SHOWTIME	$-50 + g_i$
Reconditionnement rapide C-RECOV	-40	Reconditionnement rapide R-RECOV	-38
Première partie du reconditionnement rapide	-40	Première partie du reconditionnement rapide	≤ -38
Reste du reconditionnement rapide	-40	Reste du reconditionnement rapide	-38
SHOWTIME	$-40 + g_i$	SHOWTIME	$-38 + g_i$

Exemple avec boucle courte

Les réductions de puissance de courtoisie et de reconditionnement rapide sont actives durant ce scénario. Le Tableau II.15 donne un exemple numérique des divers niveaux de puissance. Les nouvelles valeurs des réductions DPF, RDC et UC sont égales à 4, 2 et 0 dB dans cet exemple. Les valeurs précédentes de l'initialisation DPI et des réductions DPF, RDC et UC sont respectivement égales à 6, 4, 14 et 24 dB.

Tableau II.15/G.992.2 – Niveaux de puissance dans le cas de raccrochage avec boucle courte

Bloc ATU-C	dBm/Hz	Bloc ATU-R	dBm/Hz
Premier état SHOWTIME	$-58 + g_i$	Premier état SHOWTIME	$-62 + g_i$
Reconditionnement rapide C-RECOV	-40	Reconditionnement rapide R-RECOV	-38
Première partie du reconditionnement rapide	-44	Première partie du reconditionnement rapide	≤ -38
Reste du reconditionnement rapide	-46	Reste du reconditionnement rapide	-38
SHOWTIME	$-46 + g_i'$	SHOWTIME	$-38 + g_i'$

Scénarios de gestion de la puissance

Ces scénarios représentent des situations qui se présentent de manière normale lors de la transition entre les trois états L0, L1, et L3 définis pour la gestion de la puissance, en utilisant les transitions de gestion de la puissance décrites dans la présente Recommandation.

Scénarios de reconditionnement

Dans les états SHOWTIME L0 ou L1, des conditions de ligne ou des commandes externes peuvent conduire au besoin de reconditionnement des modems. Les cas spéciaux de raccrochage et décrochage avec transition de l'état L0 vers L0 ont déjà été présentés pour les scénarios de fonctionnement normal dans lesquels une première tentative de reconditionnement rapide est suivie d'une initialisation si nécessaire. Ceci s'applique également au scénario des transitions de l'état L0 vers L0 et de l'état L1 vers L0 qui nécessitent un reconditionnement pour d'autres motifs. Le reconditionnement rapide suivi d'une initialisation fournit toutes les réductions de puissance nécessaires, permet aux modems de revenir rapidement dans l'état SHOWTIME en cas de concordance de tout profil mémorisé et fournit une initialisation complète dans le cas contraire.

Scénarios de réveil

Cette situation se présente si l'une des unités ATU souhaite réveiller la liaison se trouvant dans l'état L3 et la faire revenir dans l'état L0. La procédure de réveil peut être initiée par l'une ou l'autre des unités ATU. Si l'unité ATU initiatrice a reconditionné sa mémoire, elle peut démarrer, soit la procédure de reconditionnement rapide, soit la procédure d'initialisation. Si l'unité ATU initiatrice n'a pas reconditionné sa mémoire, elle démarrera la procédure d'initialisation. Si l'unité ATU répondante a perdu le contenu de sa mémoire, elle interrompra une demande de reconditionnement rapide et démarrera la procédure d'initialisation.

Le Tableau II.16 présente un résumé de ces situations et indique les paragraphes fournissant les détails des procédures.

Tableau II.16/G.992.2 – Scénarios de réveil à partir de l'état L3 de la liaison

Mémoire CO (centre)	Mémoire CP (client)	Initiateur	Première procédure utilisée	Scénario
Reconditionnement	Reconditionnement	ATU-C	Initialisation	Réveil débutant par une initialisation
		ATU-C	Reconditionnement rapide	Réveil débutant par un reconditionnement rapide
		ATU-R	Initialisation	Réveil débutant par une initialisation
		ATU-R	Reconditionnement rapide	Réveil débutant par un reconditionnement rapide
Reconditionnement	Perte	ATU-C	Initialisation	Première réussite de l'activation du raccrochage
		ATU-C	Reconditionnement rapide	L'unité ATU-R interrompt la demande de reconditionnement rapide et applique le réveil débutant par une initialisation
		ATU-R	Initialisation	Réveil débutant par une initialisation
Perte	Reconditionnement	ATU-C	Initialisation	Réveil débutant par une initialisation
		ATU-R	Initialisation	Réveil débutant par une initialisation
		ATU-R	Reconditionnement rapide	L'unité ATU-C interrompt la demande de reconditionnement rapide et applique le réveil débutant par une initialisation
Perte	Perte	ATU-C	Initialisation	Réveil débutant par une initialisation
		ATU-R	Initialisation	Réveil débutant par une initialisation

Réveil débutant par un reconditionnement rapide

Une unité ATU qui a conservé le contenu de sa mémoire peut débuter la procédure de réveil en utilisant la procédure de reconditionnement rapide. L'unité ATU initie l'un des états C-RECOVER ou R-RECOVER. L'action de l'unité ATU répondante dépend du fait qu'elle a ou non conservé le contenu de sa mémoire.

L'unité ATU répondante a conservé le contenu de sa mémoire

Si l'unité ATU répondante a conservé le contenu de sa mémoire, elle répondra alors par un signal C-RECOVER ou R-RECOVER avec le niveau de puissance G.992.2 nominal et tentera de rappeler un profil mémorisé pour revenir dans l'état de liaison L0. Elle appliquera ensuite la procédure d'initialisation si elle obtient comme résultat le profil inconnu.

Lorsque l'unité ATU-R effectue l'initiation, le scénario se déroule en suivant exactement les six mêmes étapes que lors du retour à la situation de raccrochage. La succession des états est identique à celle de la Figure II.3, avec la différence que les deux unités ATU partent d'un état silencieux. Le Tableau II.13 résume les niveaux de densité PSD devant être utilisés.

Si un profil inconnu a été sélectionné dans ce scénario par le reconditionnement rapide, les procédures d'initialisation G.944.1 et G.992.2 seront alors invoquées en utilisant les réductions de puissance de reconditionnement rapide pour revenir dans l'état SHOWTIME L0.

L'unité ATU répondante n'a pas conservé le contenu de sa mémoire

Il n'est pas très utile de tenter de retrouver un profil mémorisé si l'unité ATU répondante n'a pas conservé de mémoire. La procédure de reconditionnement rapide est toutefois utile pour déterminer les niveaux de réduction de puissance. L'unité ATU répondra avec un signal C-RECOVER ou R-RECOVER au niveau de puissance G.992.2 nominal et utilisera le reconditionnement rapide tronqué suivi de la procédure d'initialisation pour revenir dans l'état de liaison L0.

Lorsque l'unité ATU-R effectue l'initiation, le scénario se déroule en suivant exactement les étapes à partir de l'étape 11 que lors de la première réussite de l'activation du raccrochage. La succession des états est identique à celle qui est représentée par la Figure II.1 à partir de l'étape 11. Les deux unités ATU partent d'un état silencieux avant de passer à l'étape 11. Le Tableau II. 3 résume les niveaux de densité PSD devant être utilisés.

Réveil débutant par une initialisation

L'unité ATU démarre la procédure d'initialisation G.994.1 si elle n'a pas conservé le contenu de sa mémoire. Comme elle ne sait pas si l'autre côté a conservé le contenu de sa mémoire, les niveaux de puissance de la réponse peuvent être différents du niveau nominal G.992.2. Il s'ensuit que la procédure utilisée pour le réveil débutant par une initialisation correspond à une première réussite de l'activation du raccrochage.

Le scénario dans lequel l'initiation est effectuée par l'unité ATU-R est exactement le même que pour les étapes de la première réussite d'activation du raccrochage. Le Tableau II.3 résume les niveaux de densité PSD devant être utilisés.

Scénarios de rétablissement après erreur

Ces scénarios correspondent à des situations d'erreur pouvant survenir au cours de ces procédures.

Echec de l'installation du scénario

On suppose, dans ce scénario, que deux unités ATU sont rattachées à la ligne. Elles ne sont toutefois pas en mesure d'atteindre l'état SHOWTIME en raison d'un dysfonctionnement. Dans cet exemple, ce dysfonctionnement survient lors de la procédure d'échange de la séquence d'initialisation.

Le scénario débute comme dans le cas de la première réussite de l'activation du raccrochage, mais, dans cet exemple, un dysfonctionnement survient lors de l'étape 21. Les unités ATU invoquent la procédure de réinitialisation et débutent les échanges G.994.1 avec les niveaux de puissance nominaux. Si on suppose que les unités ATU souhaitent effectuer une nouvelle tentative de connexion, elles répètent la séquence de première réussite de l'activation du raccrochage, à l'exception des étapes 1-5 qui peuvent être omises parce qu'il est déjà établi que les niveaux de puissance G.994.1 possèdent les valeurs nominales. Ce processus peut se répéter un certain nombre de fois. Si l'état SHOWTIME ne peut pas être atteint plusieurs fois de suite, les unités ATU peuvent alors utiliser la procédure G.994.1 pour choisir un autre mode de fonctionnement commun ou mettre fin aux tentatives par l'émission d'une commande de sélection de mode avec tous les bits de mode d'opération positionnés sur zéro.

L'utilisation du reconditionnement rapide suivie d'une initialisation fournit toutes les réductions de puissance nécessaires pour les tentatives répétées de conditionnement qui peuvent se présenter pour des équipements téléphoniques dans diverses situations de raccrochage ou de décrochage.

Echec du reconditionnement rapide

Si un dysfonctionnement survient durant l'exécution de l'algorithme de reconditionnement rapide, les unités ATU peuvent alors, soit répéter un certain nombre de fois le reconditionnement rapide, soit invoquer la procédure d'initialisation. La répétition du reconditionnement rapide un certain nombre de fois peut permettre la réussite du reconditionnement d'un équipement téléphonique qui nécessite un temps d'établissement adéquat. La procédure de réinitialisation est invoquée si les dysfonctionnements persistent et les unités ATU démarrent la procédure G.994.1 avec les niveaux de puissance nominaux. Les unités ATU répètent la séquence de première réussite de l'activation du raccrochage, à l'exception des étapes 1-5 qui peuvent être omises parce qu'il est déjà établi que les niveaux de puissance G.994.1 possèdent les valeurs nominales.

Rétablissement après erreur dans l'état SHOWTIME

Si un dysfonctionnement est détecté dans l'état SHOWTIME, les unités ATU invoquent alors, soit la procédure de reconditionnement rapide, soit la procédure de réinitialisation. Lorsque la procédure de réinitialisation est utilisée, les unités ATU commencent alors les échanges G.994.1 avec les niveaux de puissance nominaux. Si on admet que les unités ATU souhaitent revenir dans l'état L0 ou L1, elles répètent alors la séquence de première réussite de l'activation du raccrochage, à l'exception des étapes 1-5 qui peuvent être omises parce qu'il est déjà établi que les niveaux de puissance G.994.1 possèdent les valeurs nominales.

APPENDICE III

Compatibilité avec d'autres équipements situés dans les locaux du client (CPE, *customer premises equipment*)

Les équipements CPE G.992.2 émetteurs-récepteurs peuvent partager le câblage de l'équipement CPE avec d'autres équipements, par exemple des équipements de mise en réseau.

Certains équipements de mise en réseau peuvent fonctionner au-dessus de 4 MHz en utilisant le câblage téléphonique du client. Il est nécessaire d'inclure en aval un filtre de repliement de spectre adéquat dans l'équipement G.992.2 situé au même emplacement que le filtre passe-haut de la Figure 1. Ce filtre peut se présenter sous la forme d'un filtre externe en ligne ou être intégré dans l'équipement utilisant la Recommandation G.992.2.

Si un séparateur de téléphonie classique est utilisé dans l'application de la Recommandation G.992.2 pour séparer le câblage du client des signaux ADSL, comme indiqué par la Figure 1, les équipements de mise en réseau installés peuvent alors coexister avec des terminaux vocaux et non vocaux sur le côté du séparateur de téléphonie classique distant du port de raccordement (le port qui est relié, dans la Figure 1 au câble conduisant au combiné téléphonique ou au modem en bande vocale). Il est souhaitable, dans de tels cas, que le séparateur de téléphonie classique distant soit compatible avec les autres équipements de câblage des locaux du client (par exemple, l'impédance au-dessus de 4 MHz du raccordement TELE/POTS doit être prise en considération).

De même, si un filtre passe-bas est utilisé dans l'application de la Recommandation G.992.2 comme indiqué par la Figure 1, il est alors souhaitable que le filtre passe-bas en ligne soit compatible avec les autres équipements de câblage des locaux du client (par exemple, l'impédance au-dessus de 4 MHz du filtre en ligne doit être prise en considération).

SERIES DES RECOMMANDATIONS UIT-T

Série A	Organisation du travail de l'UIT-T
Série B	Moyens d'expression: définitions, symboles, classification
Série C	Statistiques générales des télécommunications
Série D	Principes généraux de tarification
Série E	Exploitation générale du réseau, service téléphonique, exploitation des services et facteurs humains
Série F	Services de télécommunication non téléphoniques
Série G	Systèmes et supports de transmission, systèmes et réseaux numériques
Série H	Systèmes audiovisuels et multimédias
Série I	Réseau numérique à intégration de services
Série J	Transmission des signaux radiophoniques, télévisuels et autres signaux multimédias
Série K	Protection contre les perturbations
Série L	Construction, installation et protection des câbles et autres éléments des installations extérieures
Série M	RGT et maintenance des réseaux: systèmes de transmission, de télégraphie, de télécopie, circuits téléphoniques et circuits loués internationaux
Série N	Maintenance: circuits internationaux de transmission radiophonique et télévisuelle
Série O	Spécifications des appareils de mesure
Série P	Qualité de transmission téléphonique, installations téléphoniques et réseaux locaux
Série Q	Commutation et signalisation
Série R	Transmission télégraphique
Série S	Equipements terminaux de télégraphie
Série T	Terminaux des services télématiques
Série U	Commutation télégraphique
Série V	Communications de données sur le réseau téléphonique
Série X	Réseaux pour données et communication entre systèmes ouverts
Série Y	Infrastructure mondiale de l'information et protocole Internet
Série Z	Langages et aspects informatiques généraux des systèmes de télécommunication