

# UIT-T

SECTEUR DE LA NORMALISATION  
DES TÉLÉCOMMUNICATIONS  
DE L'UIT

# G.998.4

**Corrigendum 1**  
(08/2017)

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

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

---

Protection améliorée contre le bruit impulsionnel  
pour les émetteurs-récepteurs (DSL)

**Corrigendum 1**

Recommandation UIT-T G.998.4 (2015) –  
Corrigendum 1

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

CONNEXIONS ET CIRCUITS TÉLÉPHONIQUES INTERNATIONAUX	G.100–G.199
CARACTÉRISTIQUES GÉNÉRALES COMMUNES À TOUS LES SYSTÈMES ANALOGIQUES À COURANTS PORTEURS	G.200–G.299
CARACTÉRISTIQUES INDIVIDUELLES DES SYSTÈMES TÉLÉPHONIQUES INTERNATIONAUX À COURANTS PORTEURS SUR LIGNES MÉTALLIQUES	G.300–G.399
CARACTÉRISTIQUES GÉNÉRALES DES SYSTÈMES TÉLÉPHONIQUES INTERNATIONAUX HERTZIENS OU À SATELLITES ET INTERCONNEXION AVEC LES SYSTÈMES SUR LIGNES MÉTALLIQUES	G.400–G.449
COORDINATION DE LA RADIOTÉLÉPHONIE ET DE LA TÉLÉPHONIE SUR LIGNES	G.450–G.499
CARACTÉRISTIQUES DES SUPPORTS DE TRANSMISSION ET DES SYSTÈMES OPTIQUES	G.600–G.699
EQUIPEMENTS TERMINAUX NUMÉRIQUES	G.700–G.799
RÉSEAUX NUMÉRIQUES	G.800–G.899
SECTIONS NUMÉRIQUES ET SYSTÈMES DE LIGNES NUMÉRIQUES	G.900–G.999
Généralités	G.900–G.909
Paramètres pour les systèmes à câbles optiques	G.910–G.919
Sections numériques à débits hiérarchisés multiples de 2048 kbit/s	G.920–G.929
Systèmes numériques de transmission par ligne à débits non hiérarchisés	G.930–G.939
Systèmes de transmission numérique par ligne à supports MRF	G.940–G.949
Systèmes numériques de transmission par ligne	G.950–G.959
Section numérique et systèmes de transmission numériques pour l'accès usager du RNIS	G.960–G.969
Systèmes de câbles optiques sous-marins	G.970–G.979
Systèmes de transmission par ligne optique pour les réseaux locaux et les réseaux d'accès	G.980–G.989
<b>Réseaux d'accès métalliques</b>	<b>G.990–G.999</b>
QUALITÉ DE SERVICE ET DE TRANSMISSION MULTIMÉDIA – ASPECTS GÉNÉRIQUES ET ASPECTS LIÉS À L'UTILISATEUR	G.1000–G.1999
CARACTÉRISTIQUES DES SUPPORTS DE TRANSMISSION	G.6000–G.6999
DONNÉES SUR COUCHE TRANSPORT – ASPECTS GÉNÉRIQUES	G.7000–G.7999
ASPECTS RELATIFS AUX PROTOCOLES EN MODE PAQUET SUR COUCHE TRANSPORT	G.8000–G.8999
RÉSEAUX D'ACCÈS	G.9000–G.9999

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

## Recommandation UIT-T G.998.4

### Protection améliorée contre le bruit impulsionnel pour les émetteurs-récepteurs (DSL) Corrigendum 1

#### Résumé

La Recommandation UIT-T G.998.4 spécifie des techniques supplémentaires par rapport à celles qui sont définies dans les Recommandations UIT-T G.992.3, UIT-T G.992.5 et UIT-T G.993.2 relatives aux lignes d'abonné numérique (DSL) afin d'assurer une protection améliorée ou plus efficace contre le bruit impulsionnel (INP).

La version de 2015 de la présente Recommandation intègre tous les amendements et corrigenda précédents dans la version de 2010 de la Recommandation UIT-T G.998.4.

Le Corrigendum 1 (2017) a pour objet de corriger:

- les valeurs valables pour RS FEC (corrigendum).

#### Historique

Edition	Recommandation	Approbation	Commission d'études	ID unique*
1.0	UIT-T G.998.4	11-06-2010	15	<a href="http://handle.itu.int/11.1002/1000/10418">11.1002/1000/10418</a>
1.1	UIT-T G.998.4 (2010) Cor. 1	29-11-2010	15	<a href="http://handle.itu.int/11.1002/1000/11017">11.1002/1000/11017</a>
1.2	UIT-T G.998.4 (2010) Cor. 2	13-04-2011	15	<a href="http://handle.itu.int/11.1002/1000/11132">11.1002/1000/11132</a>
1.3	UIT-T G.998.4 (2010) Amd. 1	22-06-2011	15	<a href="http://handle.itu.int/11.1002/1000/11131">11.1002/1000/11131</a>
1.4	UIT-T G.998.4 (2010) Cor. 3	16-12-2011	15	<a href="http://handle.itu.int/11.1002/1000/11399">11.1002/1000/11399</a>
1.5	UIT-T G.998.4 (2010) Amd. 2	06-04-2012	15	<a href="http://handle.itu.int/11.1002/1000/11505">11.1002/1000/11505</a>
1.6	UIT-T G.998.4 (2010) Cor. 4	13-06-2012	15	<a href="http://handle.itu.int/11.1002/1000/11646">11.1002/1000/11646</a>
1.7	UIT-T G.998.4 (2010) Cor. 5	16-03-2013	15	<a href="http://handle.itu.int/11.1002/1000/11894">11.1002/1000/11894</a>
1.8	UIT-T G.998.4 (2010) Amd. 3	13-01-2014	15	<a href="http://handle.itu.int/11.1002/1000/12092">11.1002/1000/12092</a>
1.9	UIT-T G.998.4 (2010) Amd. 4	22-05-2015	15	<a href="http://handle.itu.int/11.1002/1000/12377">11.1002/1000/12377</a>
2.0	UIT-T G.998.4	13-01-2015	15	<a href="http://handle.itu.int/11.1002/1000/12376">11.1002/1000/12376</a>
2.1	UIT-T G.998.4 (2015) Cor. 1	13-08-2017	15	<a href="http://handle.itu.int/11.1002/1000/13312">11.1002/1000/13312</a>

\* Pour accéder à la Recommandation, reporter cet URL <http://handle.itu.int/> dans votre navigateur Web, suivi de l'identifiant unique, par exemple <http://handle.itu.int/11.1002/1000/11830-en>.

## AVANT-PROPOS

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

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

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

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

## NOTE

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

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

## DROITS DE PROPRIÉTÉ INTELLECTUELLE

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

A la date d'approbation de la présente Recommandation, l'UIT avait été avisée de l'existence d'une propriété intellectuelle protégée par des brevets à acquérir pour mettre en œuvre la présente Recommandation. Toutefois, comme il ne s'agit peut-être pas de renseignements les plus récents, il est vivement recommandé aux développeurs de consulter la base de données des brevets du TSB sous <http://www.itu.int/ITU-T/ipr/>.

© UIT 2018

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

## TABLE DES MATIÈRES

	<b>Page</b>
1	Domaine d'application ..... 1
2	Références..... 1
3	Définitions ..... 2
4	Abréviations et acronymes ..... 3
5	Vue d'ensemble ..... 4
6	Modèle de référence fonctionnel ..... 4
7	Fonction TPS-TC..... 7
7.1	Fonction TPS-TC en mode ATM ..... 7
7.2	PTM TPS-TC avec encapsulation à 64/65 octets ..... 9
8	Fonctions de retransmission ..... 10
8.1	Trameur de DTU ..... 10
8.2	Multiplexeur de retransmission ..... 16
8.3	Automate à états de retransmission de l'émetteur..... 16
8.4	Canal de retour de retransmission (RRC)..... 16
8.5	Aller-retour ..... 18
8.6	Paramètres de commande de la retransmission ..... 19
9	Fonction PMS-TC..... 21
9.1	Embrouilleur..... 21
9.2	FEC..... 21
9.3	Multiplexeur des trajets de latence ..... 22
9.4	Paramètres de tramage..... 23
9.5	Protection contre le bruit impulsionnel ..... 27
10	Fonction PMD ..... 29
10.1	Définition du MTBE..... 29
10.2	Définition générale de la marge du rapport signal sur bruit..... 29
10.3	Définition du MTBE_min ..... 30
10.4	Essais accélérés pour le MTBE ..... 30
11	Fonction de gestion de l'exploitation, de l'administration et de la maintenance (OAM) ..... 30
11.1	Paramètres de configuration ..... 30
11.2	Paramètres d'essai ..... 34
11.3	Primitives OAM liées à la ligne ..... 36
11.4	Paramètres de surveillance de la performance ..... 37
11.5	Politiques d'initialisation de canal ..... 39
12	Compteurs DTU..... 40
13	Reconfiguration en ligne (OLR)..... 40
13.1	Transfert de bits ..... 41

	<b>Page</b>
13.2 Adaptation de débit transparente (SRA).....	41
13.3 SOS.....	41
13.4 Mécanisme de transition pour les commandes d'OLR modifiées de type 5 et 6 .....	41
Annexe A – Prise en charge de la Recommandation UIT-T G.998.4 avec la Recommandation UIT-T G.992.3.....	43
A.1 Exigences spécifiques.....	43
A.2 Initialisation.....	44
A.3 Procédures du plan de gestion .....	53
A.4 Chronologie des modifications OLR des paramètres de commande.....	57
Annexe B – Prise en charge de la Recommandation UIT-T G.998.4 avec la Recommandation UIT-T G.992.5.....	58
B.1 Exigences spécifiques.....	58
B.2 Initialisation.....	58
B.3 Procédures du plan de gestion .....	59
B.4 Chronologie des modifications OLR des paramètres de commande.....	60
Annexe C – Prise en charge de la Recommandation UIT-T G.998.4 avec la Recommandation UIT-T G.993.2.....	61
C.1 Exigences spécifiques.....	61
C.2 Initialisation.....	64
C.3 Procédures du plan de gestion .....	78
C.4 Chronologie des modifications des paramètres de commande.....	85
Annexe D – Prise en charge de la Recommandation UIT-T G.998.4 avec la Recommandation UIT-T G.993.5.....	86
Annexe E – Fonctionnement du VDSL2 en mode basse puissance .....	90
E.1 Portée.....	90
E.2 Fonctionnalité .....	90
E.3 Etats de liaison et diagramme des états de liaison.....	91
E.4 Configuration de la CO-MIB et rapports d'état .....	110
E.5 Coordination des transitions d'état de liaison entre les émetteurs- récepteurs VTU-O et VTU-R .....	113
Appendice I – Automate à états de transmission .....	121
I.1 Automate à états de transmission de référence.....	121
I.2 Automate à états de retransmission de la dernière chance .....	122
Appendice II – Motivation des essais accélérés pour le MTBE .....	123
Bibliographie.....	125

## Recommandation UIT-T G.998.4

### Protection améliorée contre le bruit impulsionnel pour les émetteurs-récepteurs (DSL)

#### Corrigendum 1

*Note rédactionnelle: La présente publication contient le texte intégral de la Recommandation. Les modifications introduites par le présent Corrigendum sont indiquées par des marques de révision apportées à la Recommandation UIT-T G.998.4 (2015).*

#### 1 Domaine d'application

La présente Recommandation spécifie des techniques supplémentaires par rapport à celles qui sont définies dans les Recommandations [\[UIT-T G.992.3\]](#), [\[UIT-T G.992.5\]](#) et [\[UIT-T G.993.2\]](#) relatives aux lignes d'abonné numérique (DSL) afin d'assurer une protection améliorée ou plus efficace contre le bruit impulsionnel.

Le bruit impulsionnel est un événement de bruit de durée limitée qui peut dégrader un ou plusieurs symboles transmis. Contrairement aux différents types de bruit continu que l'on trouve sur les lignes DSL, le bruit impulsionnel est de courte durée et peut se répéter, soit de façon aléatoire, soit périodiquement. On appelle SHINE (événement de bruit impulsionnel élevé unique) un bruit impulsionnel qui ne semble pas se répéter périodiquement, mais qui se produit de manière imprévisible. On appelle REIN (bruit impulsionnel électrique répétitif) un bruit impulsionnel causé par l'alimentation secteur, et qui se répète donc à une fréquence constante liée à la fréquence de l'alimentation locale en courant alternatif.

Les techniques de protection contre le bruit impulsionnel sont, en général, des techniques utilisées par un émetteur-récepteur DSL pour protéger le signal émis contre les effets du bruit impulsionnel. Les Recommandations UIT-T existantes relatives aux technologies DSL spécifient des techniques pour améliorer la protection contre les effets du bruit impulsionnel. Il s'agit notamment de l'utilisation du codage et de l'entrelacement avec correction d'erreurs directe (FEC).

La présente Recommandation spécifie une méthode de retransmission dans la couche physique pour améliorer la protection contre le bruit impulsionnel (INP), ses annexes fournissant spécifiquement les détails nécessaires à la mise en oeuvre de ces techniques pour les émetteurs-récepteurs prenant en charge les Recommandations [\[UIT-T G.992.3\]](#), [\[UIT-T G.992.5\]](#) et [\[UIT-T G.993.2\]](#). Les méthodes d'amélioration de l'INP par des techniques autres que la retransmission dans la couche physique doivent faire l'objet d'une étude ultérieure.

#### 2 Références

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

[\[UIT-T G.992.3\]](#) Recommandation UIT-T G.992.3 (2009), *Emetteurs-récepteurs de ligne d'abonné numérique asymétrique 2 (ADSL2)*.

- [[UIT-T G.992.5](#)] Recommandation UIT-T G.992.5 (2009), *Emetteurs-récepteurs de ligne d'abonné numérique asymétrique 2 – ADSL2 à largeur de bande étendue (ADSL2plus)*.
- [[UIT-T G.993.2](#)] Recommandation UIT-T G.993.2 (2015), *Emetteurs-récepteurs de ligne d'abonné numérique à très grande vitesse 2 (VDSL2)*.
- [[UIT-T G.993.5](#)] Recommandation UIT-T G.993.5 (2015), *Annulation de l'autotélédiaphonie (méthode des vecteurs) destinée à être utilisée avec les émetteurs-récepteurs VDSL2*.

### 3 Définitions

La présente Recommandation définit les termes suivants:

- 3.1 Débit de données agrégé (ADR):** Il s'agit de la somme de tous les débits de données agrégés par latence sur tous les trajets de latence et sur le canal de retour de retransmission (RRC). Si la retransmission est activée, le débit de données agrégé sur le trajet de latence 1 est la somme du débit de données net et du débit de trafic de service dû au trameur d'unités de transfert de données (DTU), le débit de données agrégé sur le trajet de latence 0 étant le débit de trafic de service. Le débit de données agrégé du RRC est le débit excluant le trafic de service du code Golay. Le débit de données agrégé est le débit au point de référence A.
- 3.2 Débit escompté (ETR):** Il s'agit du débit disponible pendant la phase active au point de référence  $\alpha/\beta$ , dans l'hypothèse d'une protection complète contre un bruit impulsionnel correspondant à l'environnement de bruit impulsionnel décrit par les paramètres de la MIB.
- 3.3 Direction aller:** Il s'agit de la direction de transmission des DTU.
- 3.4 Protection contre le bruit impulsionnel (INP):** Il s'agit du nombre de symboles DMT consécutifs observés au point de référence  $\delta$  pour lesquels les erreurs peuvent être complètement corrigées par la fonction de retransmission, indépendamment du nombre d'erreurs au sein des symboles DMT (tonalités multiples discrètes) erronés.
- 3.5 Protection contre le bruit impulsionnel électrique répétitif (INP\_REIN):** Il s'agit du nombre de symboles DMT consécutifs corrompus par un REIN, tel qu'ils sont vus au point de référence  $\delta$ , pour lesquels les erreurs peuvent être complètement corrigées par la fonction de retransmission, indépendamment du nombre d'erreurs contenues dans les symboles DMT erronés.
- 3.6 Débit de ligne (LR):** Il s'agit du débit de données à l'interface U.
- 3.7 Débit de données net (NDR):** Il s'agit du débit de données au point de référence  $\alpha/\beta$  du canal support mappé sur le trajet de latence 1, dans l'hypothèse de l'absence de retransmission.
- 3.8 Débit de trafic de service (OR):** Il s'agit du débit attribué au canal de service acheminé sur le trajet de latence 0.
- 3.9 Bruit impulsionnel électrique répétitif (REIN):** Il s'agit d'un type de bruit électrique que l'on trouve sur les lignes d'abonné numériques. Il se manifeste sous la forme d'un flux continu et périodique de brefs événements de bruit impulsionnel. Les impulsions REIN individuelles ont généralement une durée de moins d'une milliseconde. Le REIN est couramment couplé avec les câbles d'alimentation des appareils électriques branchés sur le courant alternatif, son taux de répétition étant de deux fois la fréquence du courant alternatif (100 ou 120 Hz).
- 3.10 Direction retour:** Il s'agit de la direction de transmission des accusés de réception (dans le RRC) des DTU reçus.
- 3.11 Événement de bruit impulsionnel élevé unique (SHINE):** Il s'agit d'un type de bruit électrique que l'on trouve sur les lignes d'abonné numériques. Un SHINE se manifeste généralement sous la forme d'un flux périodique d'impulsions avec une durée entre deux impulsions et une longueur



d'impulsion aléatoires, toutes deux inversement proportionnelles à l'intensité. Généralement, le terme SHINE est associé à des impulsions de longue durée allant de quelques millisecondes à quelques secondes.

**3.12 Débit de données total (TDR):** Il s'agit de la somme du débit de données total par latence sur tous les trajets de latence et du débit du RRC, incluant le trafic de service (Golay) de sa correction d'erreur directe (FEC). Il s'agit du débit au point de référence C.

#### 4 Abréviations et acronymes

La présente Recommandation contient les abréviations et acronymes suivants:

ATM	Mode de transfert asynchrone ( <i>asynchronous transfer mode</i> )
ATTNDR	Débit de données net atteignable ( <i>attainable net data rate</i> )
ATU-C	Emetteur-récepteur ADSL2/ADSL2plus côté central ( <i>central office ADSL2/ADSL2plus transceiver unit</i> )
ATU-R	Emetteur-récepteur ADSL2plus côté terminal distant ( <i>remote ADSL2plus transceiver unit</i> )
CRC	Contrôle de redondance cyclique ( <i>cyclic redundancy check</i> )
DMT	Tonalités multiples discrètes ( <i>discrete multi-tone</i> )
DTU	Unité de transfert de données ( <i>data transfer unit</i> )
EFTR	Débit sans erreur ( <i>error-free throughput rate</i> )
ETR	Débit escompté ( <i>expected throughput</i> )
eoc	Canal d'exploitation intégré ( <i>embedded operations channel</i> )
FEC	Correction d'erreur directe ( <i>forward error correction</i> )
LSB	Bit de plus faible poids ( <i>least significant bit</i> )
MIB	Base d'informations de gestion ( <i>management information base</i> )
MTBE	Temps moyen entre deux événements constituant une erreur ( <i>mean time between error events</i> )
NDR	Débit de données net ( <i>net data rate</i> )
NMS	Système de gestion de réseau ( <i>network management system</i> )
PMD	Dépendante du support physique ( <i>physical media dependent</i> )
PMS-TC	Convergence de transmission propre au support physique ( <i>physical media specific transmission convergence</i> )
PSD	Densité spectrale de puissance ( <i>power spectral density</i> )
PTM	Mode de transfert de paquets (encapsulation 64/65 octets) ( <i>packet transfer mode</i> )
REIN	Bruit impulsionnel électrique répétitif ( <i>repetitive electrical impulse noise</i> )
RRC	Canal de retour de retransmission ( <i>retransmission return channel</i> )
SDO	Fonctionnement discontinu planifié ( <i>scheduled discontinuous operation</i> )
SHINE	Événement de bruit impulsionnel élevé unique ( <i>single high impulse noise event</i> )
SID	Identificateur de séquence ( <i>sequence identifier</i> )
TC	Convergence de transmission ( <i>transmission convergence</i> )

TPS-TC	Convergence de transmission propre au protocole de transport ( <i>transmission protocol specific transmission convergence</i> )
TS	Horodatage ( <i>time stamp</i> )
VTU-O	Emetteur-récepteur VDSL2 côté optique ( <i>VDSL2 transceiver unit – optical side</i> )
VTU-R	Emetteur-récepteur VDSL2 côté distant ( <i>VDSL2 transceiver unit – remote side</i> )

## 5 Vue d'ensemble

La présente Recommandation doit être mise en oeuvre conjointement avec l'une des Recommandations UIT-T suivantes, appelées "Recommandations associées": [\[UIT-T G.992.3\]](#) (ADSL2), [\[UIT-T G.992.5\]](#) (ADSL2plus) ou [\[UIT-T G.993.2\]](#) (VDSL2).

Le corps principal spécifie les éléments qui sont indépendants de la Recommandation associée, notamment:

- le trajet de données et le canal de retour de retransmission pour la direction de transmission pour laquelle la retransmission est activée;
- la gestion et la commande de la fonction de retransmission.

Les annexes précisent les éléments qui dépendent d'une Recommandation associée, notamment:

- les spécifications relatives au trajet de données propres à la Recommandation associée;
- les modifications à apporter à l'initialisation définie dans la Recommandation associée;
- les modifications à apporter aux messages du canal d'exploitation intégré (eoc).

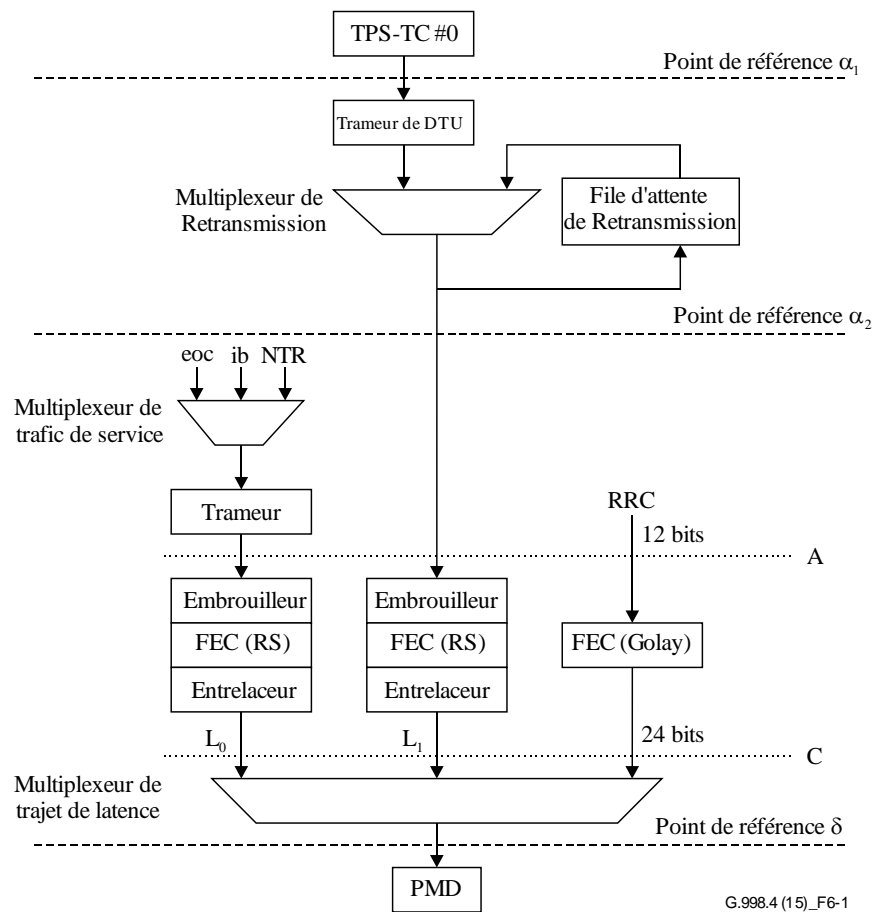
Un émetteur-récepteur conforme à la présente Recommandation doit prendre en charge le corps principal ainsi que l'une des Recommandations associées et l'annexe correspondante.

## 6 Modèle de référence fonctionnel

La Figure 6-1 illustre le modèle de référence fonctionnel pour le cas où la retransmission est activée dans les deux directions de transmission.

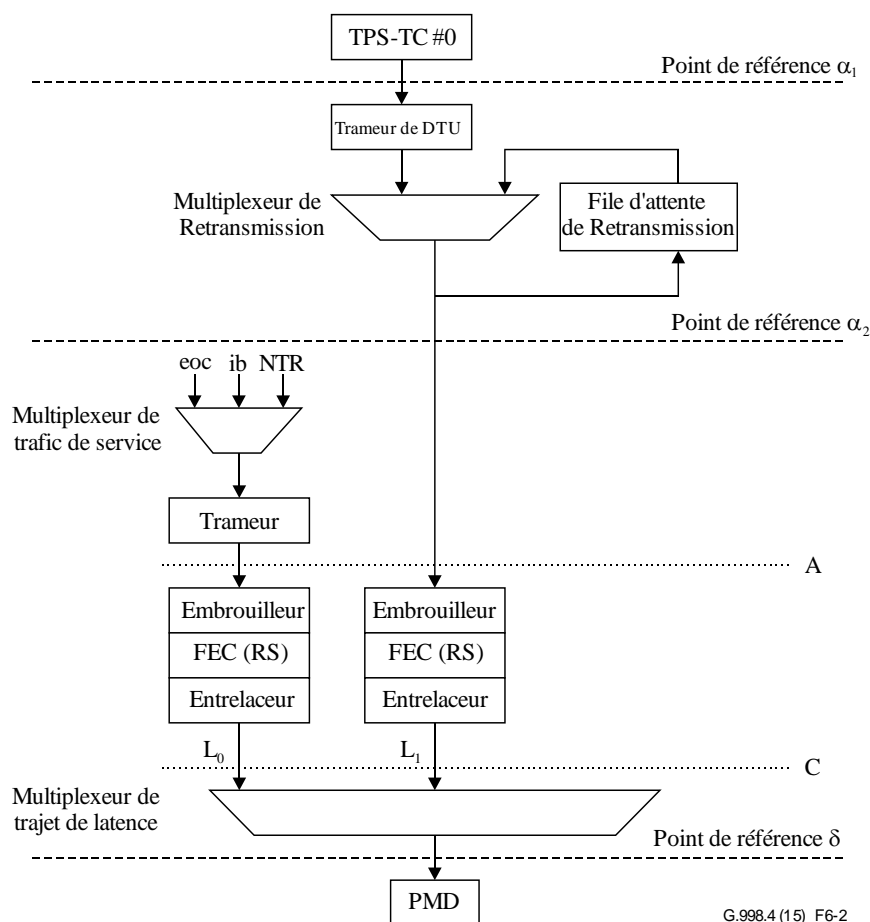
Dans la direction aller, seul un canal support (0) est actif. Les octets du canal support sont encapsulés dans les unités de transfert de données (DTU). Les DTU sont stockées dans une file d'attente de retransmission après la transmission. Un multiplexeur de DTU sélectionnera une nouvelle DTU ou une DTU de la file d'attente de retransmission pour une transmission au point de référence  $\alpha_2$ .

La PMS-TC contient deux trajets de latence et un canal de demande de retransmission (RRC). Le trajet de latence 0 ne contient que des données de service, tandis que le trajet de latence 1 ne contient que des DTU (c'est-à-dire des octets passant par le point de référence  $\alpha_2$ ). Le RRC transporte des accusés de réception pour les DTU reçues. Les trajets de latence sont embrouillés et codés à l'aide d'un codage Reed-Solomon. Le RRC est codé en utilisant un code Golay étendu. Les bits de sortie des trajets de latence et le RRC sont multiplexés dans une trame de données qui est transférée à la couche PMD au point de référence  $\delta$ .



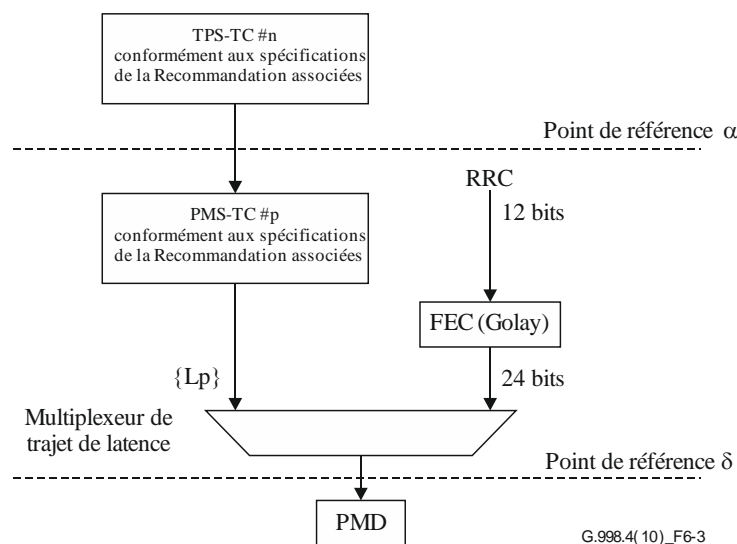
**Figure 6-1 – Modèle de référence lorsque la retransmission est activée dans les deux directions**

La Figure 6-2 illustre le modèle de référence fonctionnel dans la direction aller lorsque la retransmission est activée dans une seule direction. Ce modèle de référence fonctionnel est identique à celui illustré par la Figure 6-1, sauf qu'il n'y a pas de RRC.



**Figure 6-2 – Modèle de référence dans la direction aller lorsque la retransmission est activée dans une seule direction**

La Figure 6-3 illustre le modèle de référence fonctionnel dans la direction retour lorsque la retransmission est activée dans une seule direction. Le modèle de référence fonctionnel pour la TPS-TC est identique au modèle fonctionnel pour la TPS-TC de la Recommandation associée applicable ([UIT-T G.992.3], [UIT-T G.992.5] ou [UIT-T G.993.2]). La PMS-TC se compose d'un trajet de latence et du RRC. Le modèle fonctionnel des trajets de latence est identique à celui de la Recommandation associée applicable ([UIT-T G.992.3], [UIT-T G.992.5] ou [UIT-T G.993.2]). Le RRC est multiplexé avec la sortie des trajets de latence dans une trame de données qui est transférée à la PMD au point de référence  $\delta$ .



**Figure 6-3 – Modèle de référence dans la direction retour lorsque la retransmission est activée dans une seule direction**

Dans le modèle de référence des Figures 6-1 et 6-2, on a placé la file d'attente de retransmission entre la TPS-TC et l'embrouilleur uniquement dans l'objectif de définir la structure de trame de l'unité de transmission de données (DTU) décrite au paragraphe 8 ci-dessous. On notera que la structure de trame de la DTU est définie de manière à être transparente par rapport à l'emplacement de la file d'attente de retransmission qui peut être placée sur une couche dans la structure de l'émetteur-récepteur et interfonctionner avec un autre appareil dont la file d'attente est placée dans une couche différente.

## 7 Fonction TPS-TC

Les émetteurs-récepteurs conformes à la présente Recommandation doivent prendre en charge l'ATM TC, la PTM TC avec encapsulation à 64/65 octets ou les deux.

### 7.1 Fonction TPS-TC en mode ATM

L'ATM TC doit être conforme aux spécifications de la Recommandation UIT-T associée relative à l'ADSL2, à l'ADSL2plus ou au VDSL2, sauf que l'embrouilleur de charge utile ATM, tel que défini au § K.2.8 des Recommandations [UIT-T G.992.3] et [UIT-T G.993.2], doit être désactivé et que les paramètres de commande définis aux paragraphes suivants doivent être inclus. Les modifications des paramètres de commande des Recommandations UIT-T associées sont précisées aux Annexes A, B et C.

#### 7.1.1 Paramètres de commande propres à la Recommandation UIT-T G.998.4

Les paramètres de commande de l'ATM TPS-TC propres à la Recommandation UIT-T G.998.4 sont définis au Tableau 7-1.

**Tableau 7-1 – Paramètres de commande de l'ATM TPS-TC**

Paramètre	Définition
<i>ETR_min</i>	Valeur minimale autorisée de l'ETR en kbits/s
<i>ETR_max</i>	Valeur maximale autorisée de l'ETR en kbits/s
<i>net_max</i>	Valeur maximale autorisée du NDR en kbits/s

**Tableau 7-1 – Paramètres de commande de l'ATM TPS-TC**

Paramètre	Définition
<i>INP_min</i>	Protection minimale contre le bruit impulsionnel (INP) de type SHINE dans les symboles DMT
<i>SHINERatio</i>	Perte de débit pendant un intervalle d'une seconde, exprimée sous la forme d'une fraction du NDR, en raison d'un environnement de bruit impulsionnel SHINE dont l'opérateur attend qu'elle se produise avec une probabilité acceptable pour les services
<i>INP_min_rein</i>	Protection minimale contre le bruit impulsionnel répétitif électrique (REIN) dans les symboles DMT
<i>iat_rein_flag</i>	Indicateur de configuration indiquant le délai séparant l'arrivée de deux REIN; l'indicateur doit être mis à 0 si ce délai provient d'un REIN à 100 Hz et à 1 si ce délai provient d'un REIN à 120 Hz (notes 1 et 2).
<i>delay_max</i>	Délai maximal (voir paragraphe 8.1.6) en ms
<i>delay_min</i>	Délai minimal (voir paragraphe 8.1.6) en ms
<i>lefr_thresh</i>	Seuil utilisé pour déclarer les défauts lefr (voir paragraphe 11.3.3), exprimé comme une fraction du NDR. La valeur 0 est une valeur spéciale pour indiquer que le récepteur doit utiliser une valeur spéciale pour déclarer un défaut lefr. Le seuil minimal valide pour déclarer un défaut lefr est ETR/2. Le récepteur doit ignorer les valeurs de seuil inférieures au minimum et doit plutôt utiliser ETR/2 pour déclarer un défaut lefr (voir paragraphe 11.3.3).
<i>Clpolicy</i>	Politique d'initialisation de canal utilisée pour ce canal support
NOTE 1 – Ce paramètre n'est pas pertinent si l'INP_min_rein est positionnée à 0. NOTE 2 – La périodicité des bruits de type REIN est calculée à partir de l'hypothèse de deux impulsions équidistantes dans le temps par cycle du courant alternatif de 50 Hz ou 60 Hz. Les cas dans lesquels les deux impulsions ne sont pas équidistantes dans le temps feront l'objet d'une étude ultérieure.	

### 7.1.2 Configurations valides

Une configuration valide de l'ATM TPS-TC doit consister en la configuration de chaque paramètre de commande avec l'une de ses valeurs valides spécifiées au Tableau 7-2.

**Tableau 7-2 – Configurations valides de l'ATM TPS-TC**

Paramètre	Valeurs valides
<i>ETR_min</i>	Les valeurs valides sont toutes des multiples de 8, à partir de 0 jusqu'au maximum des valeurs valides du débit de données net minimal spécifié dans la Recommandation associée.
<i>ETR_max</i>	Les valeurs valides sont toutes des multiples de 8, à partir de 0 jusqu'au maximum des valeurs valides du débit de données net maximal spécifié dans la Recommandation associée.
<i>net_max</i>	Les valeurs valides sont toutes des multiples de 8, à partir de 0 jusqu'au maximum des valeurs valides du débit de données net maximal spécifié dans la Recommandation associée.
<i>INP_min</i>	Les valeurs valides sont toutes des entiers compris entre 0 et 63 pour un système avec un espacement entre sous-porteuses de 4,3125 kHz. Les valeurs valides sont toutes des entiers de 0 à 127 pour un système avec un espacement entre sous-porteuses de 8,625 kHz.

**Tableau 7-2 – Configurations valides de l'ATM TPS-TC**

<b>Paramètre</b>	<b>Valeurs valides</b>
<i>SHINeratio</i>	Les valeurs valides sont toutes des multiples de 0,001 de 0 à 0,1.
<i>INP_min_rein</i>	Les valeurs valides sont toutes des entiers compris entre 0 et 7 pour un système avec un espacement entre sous-porteuses de 4,3125 kHz. Les valeurs valides sont toutes des entiers compris entre 0 et 13 pour un système avec un espacement entre sous-porteuses de 8,625 kHz.
<i>iat_rein_flag</i>	Les valeurs valides sont 0 ou 1.
<i>delay_max</i>	Les valeurs valides sont toutes des entiers compris entre 1 et 63.
<i>delay_min</i>	Les valeurs valides sont toutes des entiers compris entre 0 et 63.
<i>leftr_thresh</i>	Les valeurs valides sont toutes des multiples de 0,01, de 0,01 à 0,99.
<i>Cpolicy</i>	La valeur valide est 0.

### 7.1.3 Configurations obligatoires

Les configurations obligatoires de la TPS-TC à prendre en charge sont un sous-ensemble des configurations valides. Elles doivent consister en la configuration de chaque paramètre de commande avec l'une de ses valeurs obligatoires spécifiées au Tableau 7-3.

**Tableau 7-3 – Configurations obligatoires de l'ATM TPS-TC**

<b>Paramètre</b>	<b>Valeurs valides</b>
<i>ETR_min</i>	Les valeurs obligatoires doivent toutes être des multiples de 8, de 0 jusqu'au maximum des valeurs obligatoires du débit net de débit de données net minimal spécifié dans la Recommandation associée.
<i>ETR_max</i>	Les valeurs obligatoires doivent toutes être des multiples de 8, de 0 jusqu'au maximum des valeurs obligatoires du débit de données net maximal spécifié dans la Recommandation associée.
<i>net_max</i>	Les valeurs obligatoires doivent toutes être des multiples de 8, de 0 jusqu'au maximum des valeurs obligatoires du débit de données net maximal spécifié dans la Recommandation associée.
<i>INP_min</i>	Toutes les valeurs valides doivent être prises en charge.
<i>SHINeratio</i>	Toutes les valeurs valides doivent être prises en charge
<i>INP_min_rein</i>	Toutes les valeurs valides doivent être prises en charge
<i>iat_rein_flag</i>	Toutes les valeurs valides doivent être prises en charge.
<i>delay_max</i>	Toutes les valeurs valides doivent être prises en charge.
<i>delay_min</i>	Toutes les valeurs valides doivent être prises en charge.
<i>leftr_thresh</i>	Toutes les valeurs valides doivent être prises en charge
<i>Cpolicy</i>	Toutes les valeurs valides doivent être prises en charge.

## 7.2 PTM TPS-TC avec encapsulation à 64/65 octets

La PTM TC avec encapsulation à 64/65 octets doit être telle que spécifiée dans la Recommandation UIT-T associée avec inclusion des paramètres de commande spécifiés aux paragraphes suivants. Les modifications apportées aux paramètres de commande des Recommandations UIT-T associées sont spécifiées aux Annexes A, B et C.

### 7.2.1 Paramètres de commande propres à la Recommandation UIT-T G.998.4

Les paramètres de commande de la PTM TPS-TC propres à la Recommandation UIT-T G.998.4 sont les mêmes que pour l'ATM TPS-TC (voir Tableau 7-1).

### 7.2.2 Configurations valides

Les configurations valides des paramètres de commande de la PMS TPS-TC propres à la Recommandation UIT-T G.998.4 sont les mêmes que pour l'ATM TPS-TC (voir Tableau 7-2).

### 7.2.3 Configurations obligatoires

Les configurations obligatoires des paramètres de commande de la PMS TPS-TC propres à la Recommandation UIT-T G.998.4 sont les mêmes que pour l'ATM TPS-TC (voir Tableau 7-3).

## 8 Fonctions de retransmission

### 8.1 Trameur de DTU

Chaque DTU doit contenir un nombre entier de cellules ATM de 53 octets (cellules de données ou cellules inactives) ou un nombre entier de mots de code PTM de 64/65 octets ainsi que les octets suivants:

- un octet contenant l'identificateur de séquence (SID);
- un octet contenant l'horodatage (TS);
- $W$  octets contenant les données de service pour un CRC de 8 bits;
- $V$  octets contenant les octets de bourrage.

Le contenu du SID et du TS est spécifié aux paragraphes 8.1.5 et 8.1.6. Le contenu des  $W$  octets visant à insérer le CRC de 8 bits est spécifié aux paragraphes sur le tramage de DTU. Le contenu des octets de bourrage est à la discrétion du fournisseur. Le nombre d'octets de bourrage par DTU,  $V$ , doit être choisi par le récepteur lors de l'initialisation.

La DTU doit être mappée et synchronisée avec un nombre entier,  $Q$ , de mots de code RS. Par conséquent, la relation générale entre le nombre d'octets de charge utile par mot de code Reed-Solomon,  $H$ , (voir tableau 9-2) et le nombre de mots de code RS par DTU,  $Q$ , s'exprime ainsi:

$$(Q * H - 2 - V - W) = A * 53 \text{ pour ATM}$$

$$(Q * H - 2 - V - W) = A * 65 \text{ pour PTM}$$

où  $A$  est le nombre entier de cellules ATM ou de mots de code PTM.

L'émetteur doit prendre en charge la structure de tramage sans CRC comme décrit au paragraphe 8.1.1.

En outre, l'émetteur doit indiquer, pendant l'initialisation, la prise en charge de l'une des structures de DTU décrites aux paragraphes 8.1.2, 8.1.3 et 8.1.4. Les structures de DTU décrites aux paragraphes 8.1.2, 8.1.3 et 8.1.4 contiennent un CRC de 8 bits supplémentaire pour faciliter la détection des erreurs dans la TPS-TC.  $W$  est le nombre d'octets insérés lorsqu'un CRC est ajouté à la DTU.

Pendant l'initialisation, le récepteur doit sélectionner soit la structure de DTU sans CRC, soit la structure de DTU avec CRC, ayant été indiquée comme prise en charge par l'émetteur pendant l'initialisation.

La taille de la DTU dans les symboles DMT est égale à  $S * Q$ . Pour fonctionner avec la ligne à l'état L0, l'émetteur et le récepteur doivent prendre en charge toutes les valeurs de  $S * Q$  comprises entre 0,5 et 4.



Les structures de configuration valides sont décrites aux paragraphes 8.1.1, 8.1.2, 8.1.3 et 8.1.4.

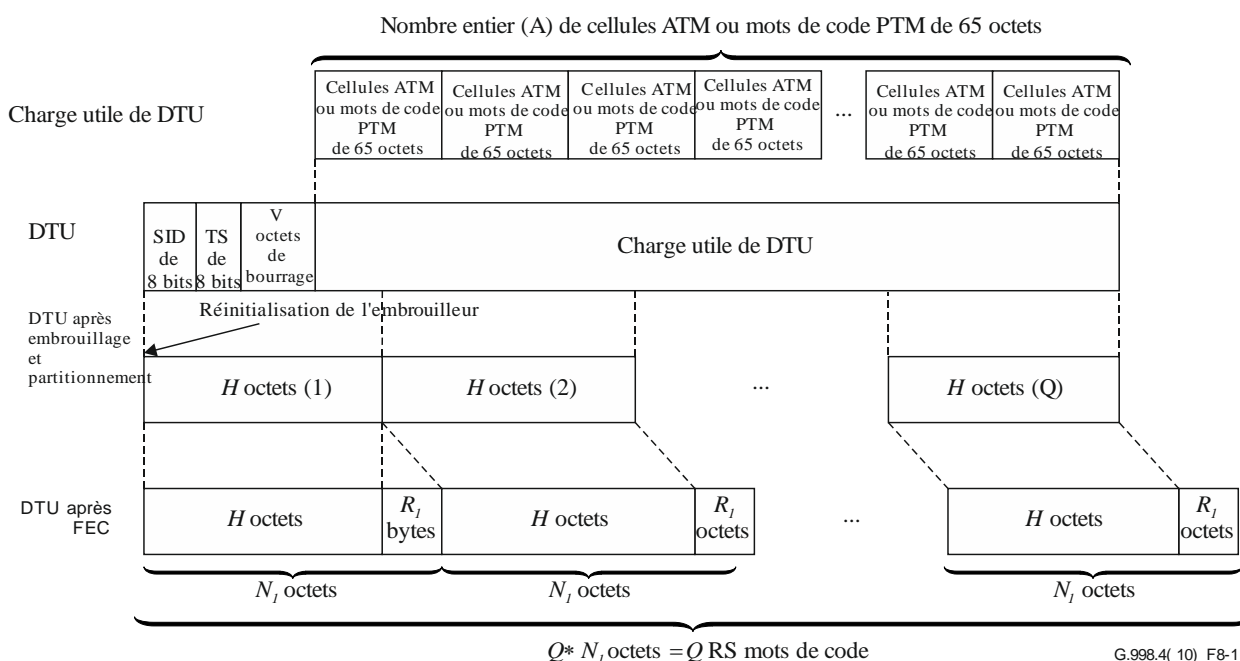
### 8.1.1 Trameur de DTU sans CRC-8 (tramage de type 1)

Le tramage de DTU de type 1 ne doit pas contenir de CRC de 8 bits ( $W = 0$ ). Le SID, le TS et les octets de bourrage doivent être mappés en premier dans cet ordre, suivis des  $A$  cellules ATM ou mots de code 64/65 octets. L'octet SID doit être mappé dans le premier octet d'un mot de code RS. La relation entre le nombre d'octets de charge utile par mot de code Reed-Solomon,  $H$ , et le nombre de mots de code RS par DTU,  $Q$ , s'exprime ainsi:

$$(Q * H - 2 - V) = A * 53 \text{ pour ATM}$$

$$(Q * H - 2 - V) = A * 65 \text{ pour PTM}$$

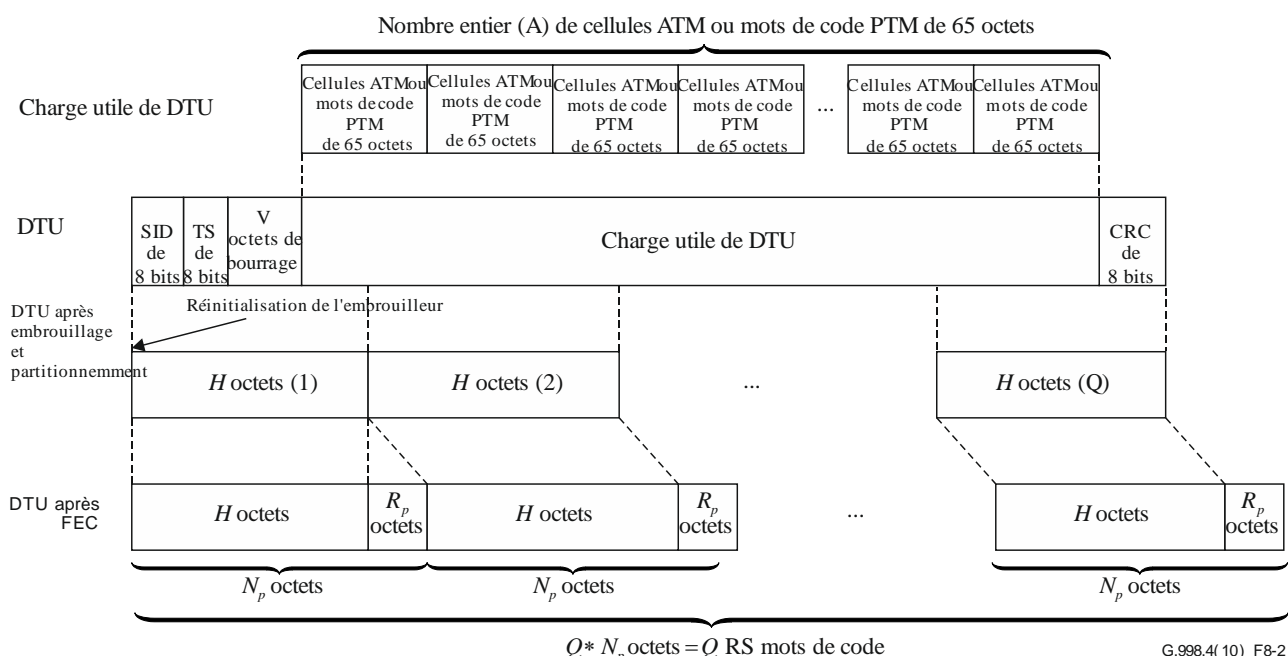
La Figure 8-1 illustre l'assemblage d'une DTU avec tramage de type 1 et sa synchronisation avec les mots de code RS.



**Figure 8-1 – Structure de DTU sans CRC (tramage de type 1) et synchronisation avec les mots de code RS**

### 8.1.2 Trameur de DTU avec CRC-8 (tramage de type 2)

Dans ce mode, la structure de DTU est la même qu'au paragraphe 8.1.1 avec un CRC de 8 bits supplémentaire inséré à la fin de la DTU (c'est-à-dire  $W = 1$ ). Ce CRC doit être calculé avant l'embrouillage sur les octets de charge utile, le SID, le TS et les octets de bourrage de la DTU. Le CRC de 8 bits doit être généré comme le CRC de la PMS-TC défini au paragraphe 9.5.2.3 de la Recommandation [UIT-T G.993.2]. Le SID doit être mappé dans le premier octet d'un mot de code Reed-Solomon. La figure 8-2 présente l'assemblage d'une DTU avec tramage de type 2 et sa synchronisation avec les mots de code RS.



**Figure 8-2 – Structure de DTU avec CRC à la fin (tramage de type 2) et synchronisation avec les mots de code RS**

La relation entre  $Q$ ,  $H$ ,  $A$  et  $V$  pour la structure DTU avec CRC ( $W = 1$ ) s'exprime ainsi:

$$(Q * H - 3 - V) = A * 53 \text{ pour ATM}$$

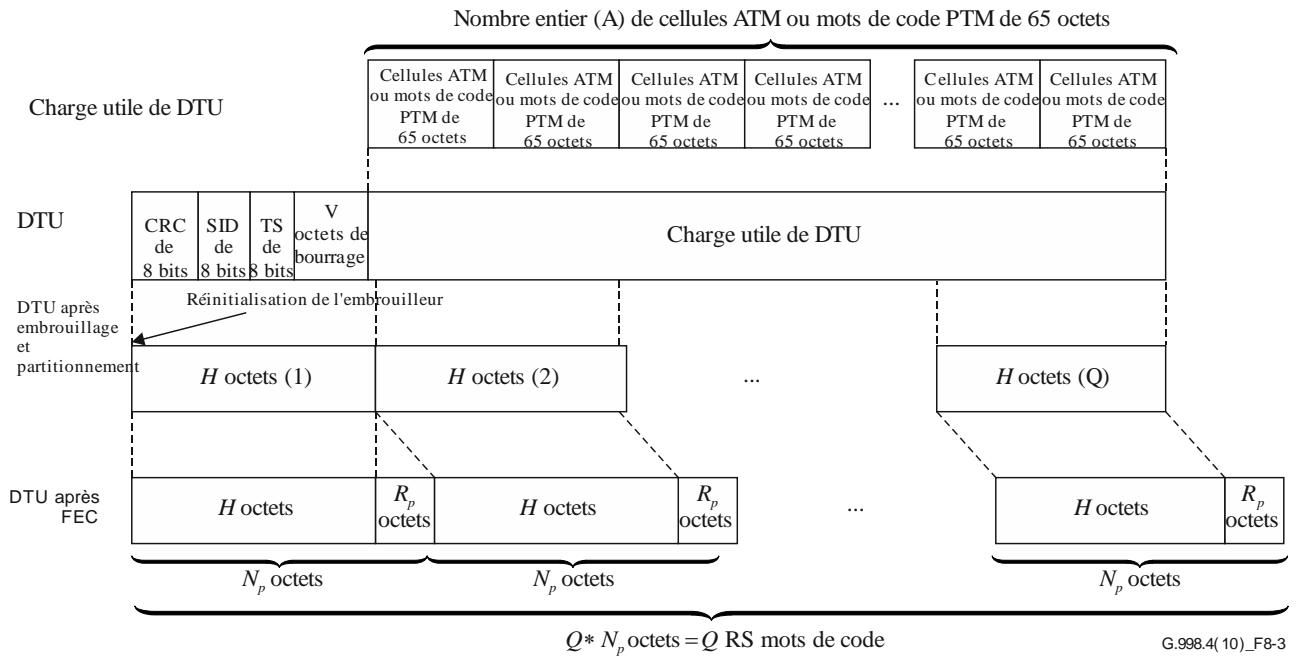
$$(Q * H - 3 - V) = A * 65 \text{ pour PTM}$$

### 8.1.3 Trameur de DTU avec CRC-8 (tramage de type 3)

Dans ce mode, la structure de DTU est celle décrite au paragraphe 8.1.1 avec un code CRC de 8 bits inséré en tant que premier octet de la DTU. Ce CRC doit être calculé avant l'embrouillage sur les octets de charge utile, le SID, le TS et les octets de bourrage de la DTU précédemment transférés par le point de référence  $\alpha_2/\beta_2$ . Le CRC de 8 bits doit être généré comme le CRC de la PMS-TC défini au paragraphe 9.5.2.3 de la Recommandation [UIT-T G.993.2]. Le CRC de 8 bits doit être mappé dans le premier octet d'un mot de code Reed-Solomon.

Les octets qui suivent l'octet CRC doivent être le SID, le TS et les octets de bourrage, suivis de la séquence des  $A$  cellules ATM ou mots de code 64/65 octets.

La Figure 8-3 présente l'assemblage d'une DTU avec tramage de type 3 et sa synchronisation avec les mots de code RS.



**Figure 8-3 – Structure de DTU avec CRC au début (tramage de type 3) et synchronisation avec les mots de code RS**

La relation entre  $Q$ ,  $H$ ,  $A$  et  $V$  pour la structure de DTU avec CRC s'exprime ainsi:

$$(Q * H - 3 - V) = A * 53 \text{ pour ATM}$$

$$(Q * H - 3 - V) = A * 65 \text{ pour PTM}$$

#### 8.1.4 Trameur de DTU avec CRC-8 (tramage de type 4)

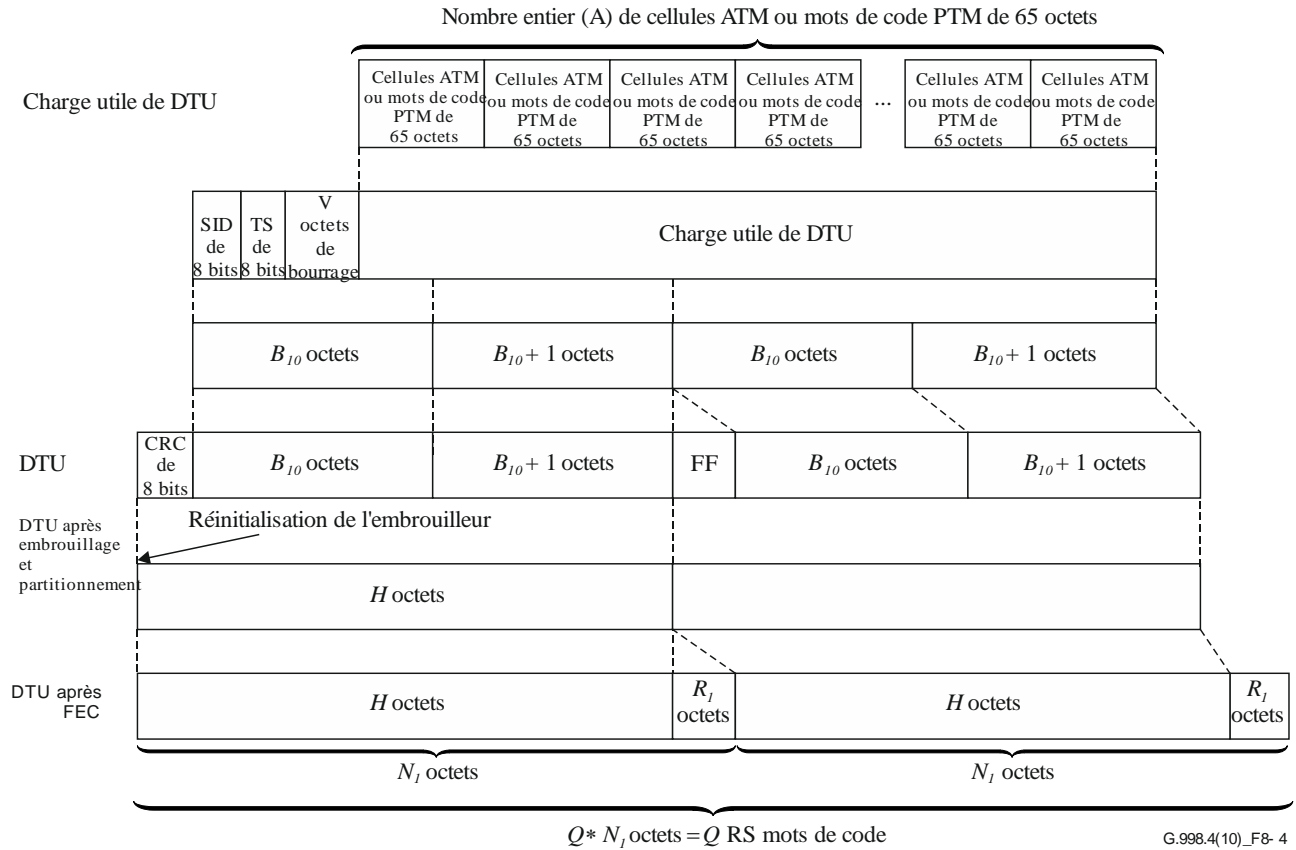
Dans ce mode, la structure de DTU est celle décrite au paragraphe 8.1.1 avec un code CRC de 8 bits inséré en tant que premier octet de la DTU. Le CRC doit être calculé avant l'embrouillage sur les octets de charge utile, le SID, le TS et les octets de bourrage de la DTU précédemment transférés par le point de référence  $\alpha/2/\beta/2$ . Le CRC de 8 bits doit être généré comme le CRC de la PMS-TC défini au paragraphe 9.5.2.3 de la Recommandation [UIT-T G.993.2]. Le CRC de 8 bits doit être mappé dans le premier octet d'un mot de code Reed-Solomon. Le nombre d'octets insérés par DTU grâce à cette méthode est égal à  $SEQ_1$ . Les paramètres de tramage doivent être choisis de manière à respecter les contraintes suivantes:

- $W = SEQ_1$ , avec  $SEQ_1 = 2$  pour l'ADSL et  $SEQ_1 = 8$  pour le VDSL
- $M_1 \times Q \times G_1 = T_1 \times SEQ_1$ , avec:
  - $G_1 = 1$  si  $SEQ_1 = 2$
  - $T_1/M_1$  est un entier si  $SEQ_1 = 8$
- $H = M_1 \times (B_{10} + \lceil G_1/T_1 \rceil)$ , avec  $G_1 = 1$  si  $SEQ_1 = 2$

où  $SEQ_1$ ,  $M_1$ ,  $G_1$  et  $T_1$  correspondent aux  $SEQ_p$ ,  $M_p$ ,  $G_p$  et  $T_p$  dans la Recommandation associée pour le trajet de latence  $p = 1$ ,  $B_{10}$  correspond au  $B_{pn}$  dans la Recommandation associée pour le trajet de latence  $p = 1$  et le support de trame  $n = 0$ , et  $\lceil x \rceil$  indique la valeur plafond de  $x$ .

Avec les paramètres de trameur ci-dessus,  $W-1$  octets sont insérés dans la DTU. La valeur des octets supplémentaires doit être égale à  $FF_{16}$ .  $W$  doit être égal à 2 si la Recommandation associée est la Recommandation [UIT-T G.992.3] ou [UIT-T G.992.5] et doit être égal à 8 si la Recommandation associée est la Recommandation [UIT-T G.993.2]. Quand  $G_1 = 1$ , les octets supplémentaires sont insérés à égale distance.

Les octets qui suivent le CRC de 8 bits sont le SID, le TS et les octets de bourrage, suivis de la séquence des  $A$  cellules ATM ou mots de code 64/65 octets avec les octets FF<sub>16</sub> insérés aux emplacements appropriés de la DTU. La distribution des  $W$  octets parmi les  $T_1$  MDF doit être exécutée conformément au paragraphe 9.5.2.1 de la Recommandation [UIT-T G.993.2] avec  $G_1 = 1$  si  $W = 2$ . La DTU avec CRC et l'octet FF<sub>16</sub> correspondant sont mappés et synchronisés avec les  $Q$  mots de code RS conformément à la représentation à la Figure 8-4 pour  $W = 2$ ,  $Q = 2$  et  $M_1 = 2$ .



**Figure 8-4 – Exemple de structure de DTU avec CRC en tête (tramage de type 4,  $W = 2$ ) et synchronisation avec les mots de code RS [ $M_1 = 2$ ,  $T_1 = Q = 2$ ,  $SEQ_1 = 2$  et  $B_{10} = (H/2) - 1$ ]**

La relation entre  $Q$ ,  $H$ ,  $A$ ,  $V$  et  $W$  pour la structure DTU avec CRC s'exprime ainsi:

$$(Q * H - 2 - W - V) = A * 53 \text{ pour ATM}$$

$$(Q * H - 2 - W - V) = A * 65 \text{ pour PTM}$$

NOTE – L'emplacement des  $W = 8$  octets est choisi de telle sorte à ce qu'ils coïncident avec l'emplacement des octets dans une trame de service VDSL2 transportant une trame de service de type 2, lorsque la trame de service coïncide avec la DTU. L'emplacement des  $W = 2$  octets est choisi de telle sorte à ce qu'ils coïncident avec l'emplacement des octets dans une trame de service ADSL2 selon le tableau 7-14 avec  $SEQ_1 = 2$ , lorsque la trame de service coïncide avec la DTU.

### 8.1.5 Identificateur de séquence (SID)

L'octet SID de chaque DTU désigne la DTU dans la séquence de transmission. L'émetteur incrémente le SID pour chaque DTU nouvellement tramée. Les DTU retransmises doivent avoir le même SID que pour leur première transmission. L'octet SID doit être initialisé à 00<sub>16</sub> qui sera le SID de la première DTU transmise en phase active. Lorsque le SID atteint la valeur FF<sub>16</sub>, sa valeur suivante doit être 00<sub>16</sub>.

### 8.1.6 Horodatage

L'horodatage est utilisé dans deux fonctionnalités:

- 1) L'horodatage doit être utilisé pour contrôler le délai  $\alpha 1$ - $\beta 1$  de la DTU et sa charge utile de données associée.
- 2) L'horodatage peut être utilisé pour réduire la gigue de délai entre les interfaces  $\gamma$  de l'émetteur et du récepteur.

La référence de temps (également appelée ID de symbole DMT) est le nombre de tous les symboles DMT, c'est-à-dire les symboles de données et les symboles de synchronisation transmis sur la ligne après le début de la phase active.

L'octet d'horodatage d'une DTU doit contenir la valeur de la référence de temps modulo 255 du symbole DMT qui doit contenir le premier bit de cette DTU, en supposant qu'aucun événement de retransmission ne survienne entre le tramage de la DTU et sa transmission sur la ligne.

La valeur  $FF_{16}$  (255) dans l'octet TS est réservée.

- 1) En général, l'octet d'horodatage (TS) de chaque DTU est utilisé à la fois pour les lignes dans un groupe d'agrégation et pour les lignes sans agrégation:

Pour contrôler le délai maximal  $\alpha 1$ - $\beta 1$  de la DTU et de sa charge utile de données associée, le paramètre de configuration *delay\_max* doit prendre comme valeur la limite supérieure pour le délai ajouté au délai de transmission dû uniquement aux retransmissions. Dans ce cas, le récepteur et/ou l'émetteur doivent repérer et rejeter toutes les DTU dont la charge utile ne peut être transférée au récepteur sur le point de référence  $\beta 1$  sans violer la limite *delay\_max*. L'horodatage doit être le critère de rejet des DTU.

Le délai de traitement entre l'interface U et la sous-couche de retransmission du récepteur (point de référence  $\beta 2$ ) dans la direction du trajet de retransmission des données ne doit pas être pris en compte pour la détermination du *delay\_max* dans la direction du trajet de retransmission des données.

NOTE 1 – Par conséquent, le délai de bout en bout entre les points de référence  $\alpha 1$  et  $\beta 1$  peut dépasser la valeur de *delay\_max* d'une durée correspondant au délai de traitement dans l'émetteur et dans le récepteur.

Pour réduire la variation du délai entre les interfaces  $\gamma$  du côté émission et réception:

- 1) La mise en forme de l'accès de départ dans le récepteur doit être prise en charge.
- 2) Le délai entre l'interface  $\gamma$  et le point de référence  $\alpha$  ainsi que le délai entre le point de référence  $\beta 1$  et l'interface  $\gamma$  doivent être indépendants des retransmissions des DTU.

Le paramètre de configuration *delay\_min* doit être la limite inférieure du délai ajouté au délai de transmission uniquement du seul fait des retransmissions. L'horodatage doit être utilisé par la fonction de mise en forme de l'accès de départ pour déterminer le moment où la charge utile de la DTU doit être envoyée au point de référence  $\beta 1$  afin de respecter les limites de délai. La fonction de mise en forme de l'accès de départ doit minimiser le délai supplémentaire susceptible d'être introduit et de s'ajouter à la valeur *delay\_min* et ne doit jamais dépasser la valeur *delay\_max*.

NOTE 2 – En raison de la mémoire limitée de la file d'attente de retransmission du récepteur (voir paragraphes A.1.1, B.1.1 et C.1.1), il est possible qu'une XTU doive limiter le débit de données net afin de se conformer à la limite *delay\_min*.

- 2) Si la XTU est configurée en tant que partie d'un groupe d'agrégation, le délai différentiel dans la couche physique entre toutes les lignes agrégées dans un groupe doit rester limité.

NOTE 3 – Les exigences relatives au délai différentiel de la spécification régissant l'agrégation (par exemple les Recommandations UIT-T G.998.1 pour une agrégation ATM ou UIT-T G.998.2 pour une agrégation PTM) doivent être respectées sur toutes les lignes d'un groupe d'agrégation.

## 8.2 Multiplexeur de retransmission

Tous les  $H \cdot Q$  octets (en rapport avec le débit de données agrégé du trajet de latence 1), une DTU doit être transférée au point de référence  $\alpha 2$ . Le multiplexeur de retransmission sélectionnera le type de DTU à transférer. La DTU doit être soit une nouvelle DTU prise à partir du trameur de DTU, soit une DTU précédemment transmise prise dans la file d'attente de retransmission. Le contrôle de la sélection sera effectué par un automate à états de retransmission de l'émetteur en fonction du contenu du RRC, en respectant les exigences en matière d'INP et les délais configurés sur le support transporté sur le trajet de latence.

## 8.3 Automate à états de retransmission de l'émetteur

Dans l'émetteur, toute DTU pour laquelle il n'y a pas eu d'accusé de réception doit être retransmise si la contrainte du délai maximal est satisfaite. Le moment précis auquel une DTU est retransmise est propre à la mise en oeuvre particulière, l'émetteur devant toutefois s'assurer qu'au moins *NRET* (voir paragraphe 8.6.4) retransmissions de la même DTU sont possibles en respectant la contrainte de délai maximal. Les DTU pour lesquelles un accusé de réception a été reçu n'ont pas besoin d'être retransmises à nouveau, même si le récepteur le demande.

## 8.4 Canal de retour de retransmission (RRC)

Le canal de retour de retransmission est utilisé pour accuser réception des DTU. Il consiste en 24 bits multiplexés avec les trajets de latence pour chaque trame de données. La charge utile du RRC contient trois champs:

- 1) Un champ de 5 bits, *AbsoluteDTUCountLsbs*, contenant les bits de plus faible poids (LSB) du nombre absolu de la dernière DTU reçue. Le nombre absolu d'une DTU correspond au nombre de toutes les DTU (nouvelles ou retransmises, avec ou sans erreur) reçues avant cette DTU depuis l'entrée en phase active. Pour la première DTU lors de l'entrée en phase active, *AbsoluteDTUCountLsbs* doit être nul.
- 2) Un champ de 2 bits, *Nack[k]* ( $k = 0,1$ ), indiquant le statut des deux dernières DTU reçues. *Nack[0]* indique le statut de la dernière DTU reçue et *Nack[1]* indique le statut de l'avant-dernière DTU reçue. *Nack[k] = 0* si la DTU a fait l'objet d'un accusé de réception, sinon *Nack[k] = 1*.
- 3) Un champ de 5 bits, *ConsecutiveGoodDTUs*:
  - si *Nack[1] = 0*, ce champ indique le nombre de DTU avant l'avant-dernière DTU reçue ayant fait l'objet d'un accusé de réception. Si le nombre est supérieur à 31, ce champ doit être paramétré à 31;
  - si *Nack[1] = 1*, ce champ indique le nombre de DTU consécutives ayant fait l'objet d'un accusé de réception, les DTU consécutives étant décomptées à partir de *lb* (voir paragraphe 8.6) DTU précédant l'avant-dernière DTU reçue.

Ces champs sont protégés par 12 bits de redondance. La structure globale est illustrée à la Figure 8-5.

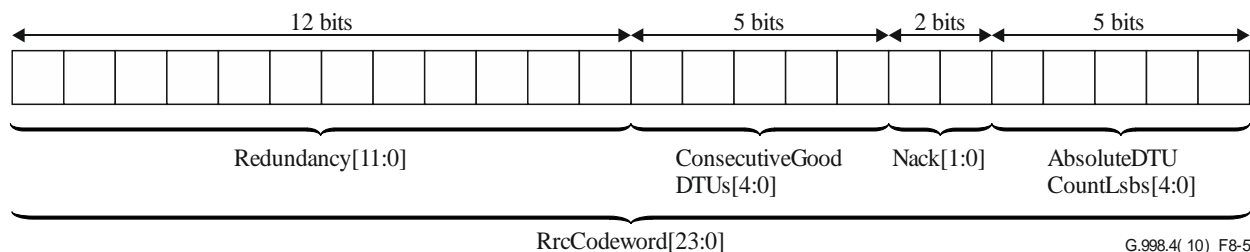


Figure 8-5 – Structure et contenu du mot de code du RRC

Les données sont transportées dans le mot de code du RRC, les LSB en premier, c'est-à-dire:

$RrcCodeword[4:0] = AbsoluteDTUCountLsbs[4:0]$

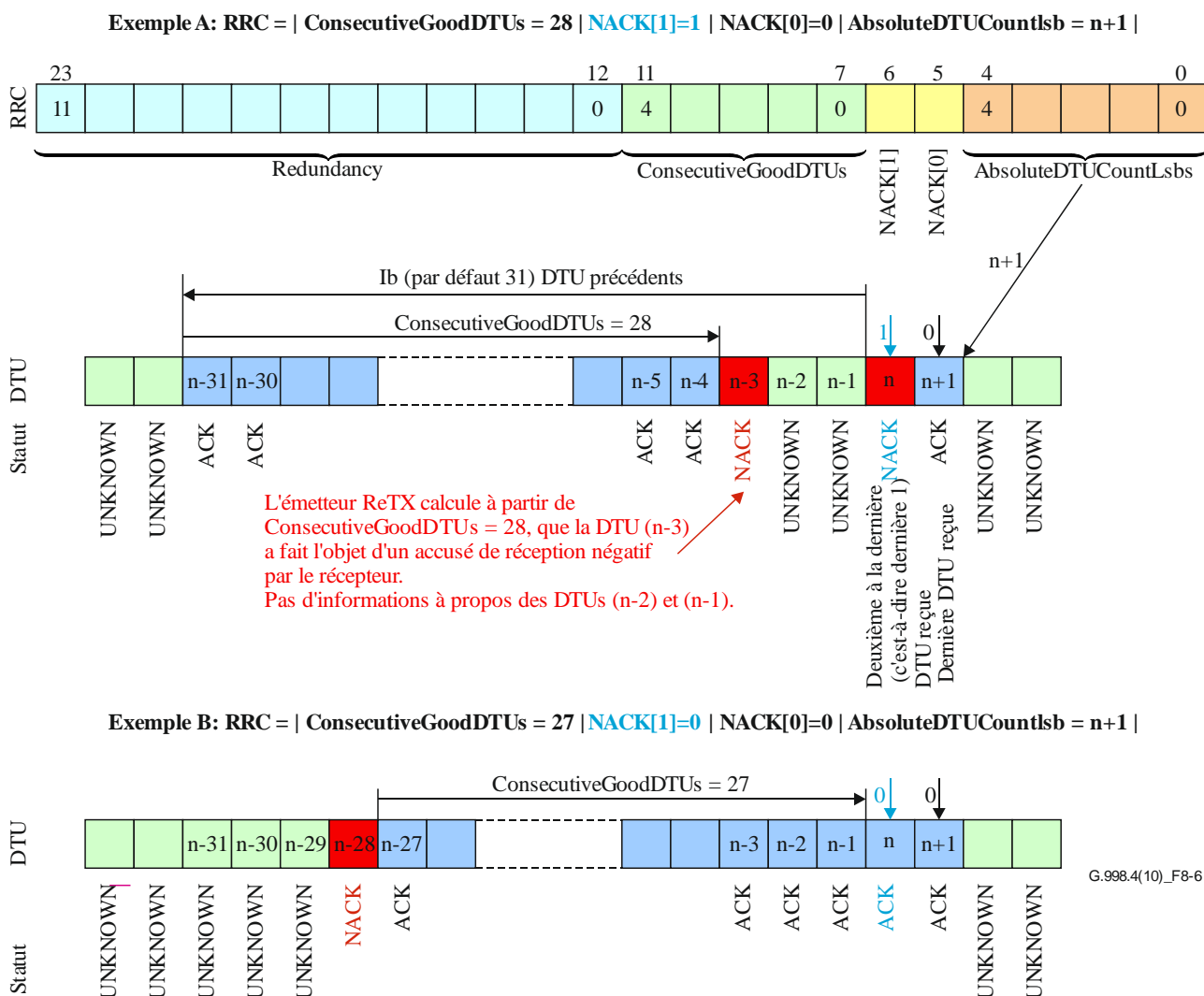
$RrcCodeword[6:5] = Nack[1:0]$

$RrcCodeword[11:7] = ConsecutiveGoodDTUs[4:0]$

$RrcCodeword[23:12] = Redundancy[11:0]$

NOTE – Avec un débit de symboles de 4 kHz, le débit du RRC est de 96 kbits/s.

La Figure 8-6 présente des exemples d'évaluations de ConsecutiveGoodDtus.



**Figure 8-6 – Exemples d'évaluations de ConsecutiveGoodDtus avec  $lb = 31$**

#### 8.4.1 Initialisation du champ RRC

Une extension virtuelle doit être créée pour les DTU reçues, en supposant que 33 DTU ont été correctement reçues avant d'entrer en phase active sans avoir eu besoin de retransmission.

#### 8.4.2 Description du code Golay étendu

Les bits de redondance du mot de code RRC,  $[b_{12} \ b_{13} \ \dots \ b_{23}]$ , doivent contenir les bits de contrôle du code Golay étendu (24,12) modifié.

Pour une trame RRC transmise par un message de données de 12 bits, les bits de redondance Golay  $[b_{13} \ b_{14} \ \dots \ b_{23}]$  doivent être calculés au moyen de l'opération suivante dans GF(2):

$$C(D) = M(D) \times D^{11} \text{ modulo } G(D),$$

où  $D$  est l'opérateur de délai et

$$M(D) = b_0 D^{11} + b_1 D^{10} + \dots + b_{10} D + b_{11}$$

est le polynôme du message de données,

$$G(D) = D^{11} + D^9 + D^7 + D^6 + D^5 + D + 1$$

est le polynôme générateur,

$$C(D) = b_{17} D^{10} + b_{18} D^9 + b_{22} D^8 + b_{21} D^7 + b_{14} D^6 + b_{19} D^5 + b_{23} D^4 + b_{13} D^3 + b_{20} D^2 + b_{15} D + b_{16}$$

est le polynôme de contrôle de parité.

Le bit  $b_{12}$  est le bit de parité globale calculé en GF(2) comme suit:

$$b_{12} = \sum_{k=0}^{11} b_k + \sum_{k=13}^{23} b_k$$

## 8.5 Aller-retour

L'aller-retour dans chaque direction est divisé en deux parties: l'une due à l'émetteur des DTU, appelée demi-aller-retour de l'émetteur et notée  $HRT_{tx}$ , et l'autre due au récepteur des DTU, appelée demi-aller-retour du récepteur et notée  $HRT_{rx}$ . Les deux demi-allers-retours ont une partie exprimée en symbole DMT notée  $HRT_{tx}^S$  et  $HRT_{rx}^S$  et une partie calculée dans la DTU notée  $HRT_{tx}^D$  et  $HRT_{rx}^D$ .

La partie symbolique du demi-aller-retour du récepteur,  $HRT_{rx}^S$ , est définie comme le temps maximal dans le symbole DMT mesuré à l'interface U entre le dernier bit reçu de la DTU avec un nombre absolu  $k + HRT_{rx}^D$  et la transmission du premier RRC contenant des informations sur la DTU avec un nombre absolu  $k$ . La valeur est arrondie à l'entier le plus proche.

La partie symbolique du demi-aller-retour de l'émetteur,  $HRT_{tx}^S$ , est définie comme le temps maximal dans le symbole DMT mesuré à l'interface U entre la réception du premier RRC contenant la demande de retransmission de la DTU avec un nombre absolu  $k$  et le premier bit du  $HRT_{tx}^D$  de la DTU transmise avant la retransmission effective de la DTU transmise avec un nombre absolu  $k$ . Cette valeur suppose que la DTU retransmise est envoyée dès que possible, c'est-à-dire qu'elle n'est retardée ni par l'automate à états de transmission ni par la transmission de la DTU en cours sur l'interface U. La valeur est arrondie à l'entier le plus proche.

Les valeurs  $HRT_{rx}^S$  et  $HRT_{tx}^S$  sont calculées en supposant qu'aucun symbole de synchronisation n'est transmis, quelle que soit la direction, à partir de la transmission de la DTU avec un nombre absolu  $k$  et sa retransmission.

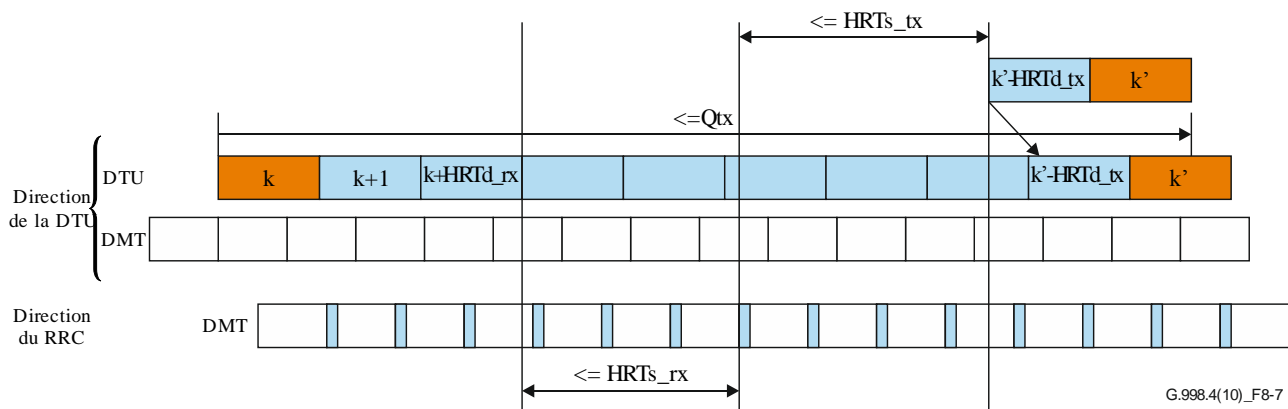
A partir de la définition des demi-allers-retours, la taille minimale de la file d'attente de transmission  $Q_{tx,min}$  est calculée comme suit:

$$Q_{tx,min} = \left\lceil \frac{HRT_{tx}^S + HRT_{rx}^S + 1}{Q \times S_1} \right\rceil + HRT_{tx}^D + HRT_{rx}^D + 1$$

Cette relation est illustrée à la Figure 8-7.

NOTE – Le symbole supplémentaire dans la fonction d'arrondi prend en compte le défaut d'alignement potentiel des symboles de synchronisation entre les directions amont et aval. Ce symbole supplémentaire pourrait être supprimé si les symboles de synchronisation dans la direction de la transmission de la DTU étaient alignés avec les symboles de synchronisation dans la direction du RRC dans une plage de  $-HRT_{rx}^S + \lfloor (HRT_{rx}^D + 1) \times Q \times S_1 \rfloor$  à  $HRT_{tx}^S + \lfloor HRT_{tx}^D \times Q \times S_1 \rfloor - 1$  symboles DMT, une valeur positive indiquant que le symbole de synchronisation dans la direction de la transmission de la DTU est envoyé après le symbole de synchronisation dans la direction du RRC.





**Figure 8-7 – Relation entre la définition du demi-aller-retour et le  $Q_{tx}$  minimal**

Le temps d'aller-retour complet (RTT) incluant la contribution du récepteur et de l'émetteur, exprimé en millisecondes, est donné par la formule:

$$RTT = \frac{Q_{tx,min} \times Q \times S_1}{f_s}$$

où  $f_s$  est le débit de symboles de données exprimé en milliers de symboles par seconde.

## 8.6 Paramètres de commande de la retransmission

### 8.6.1 Paramètres de commande

Les paramètres de commande de la retransmission sont définis au Tableau 8-1.

**Tableau 8-1 – Paramètres de commande de la fonction de retransmission**

Paramètre	Définition
<i>FramingType</i>	Type de tramage de DTU
<i>Q</i>	Nombre de mots de code Reed-Solomon par DTU
<i>V</i>	Nombre d'octets de bourrage par DTU
$HRT_{tx}^S$	Partie symbolique du demi-aller-retour de l'émetteur exprimée en symboles DMT conformément à la définition du paragraphe 8.5
$HRT_{tx}^D$	Partie DTU du demi-aller-retour de l'émetteur exprimée en DTU conformément à la définition du paragraphe 8.5
$HRT_{rx}^S$	Partie symbolique du demi-aller-retour du récepteur exprimée en symboles DMT conformément à la définition du paragraphe 8.5
$HRT_{rx}^D$	Partie DTU du demi-aller-retour du récepteur exprimée en symboles DMT conformément à la définition du paragraphe 8.5
$Q_{tx}$	Délai en DTU entre deux transmissions consécutives de la même DTU prises en charge par le récepteur pour l'automate à états de référence
<i>lb</i>	Valeur de retour (voir paragraphe 8.4).

### 8.6.2 Configurations valides

Une configuration valide de la fonction de retransmission doit consister en la configuration de chaque paramètre de commande avec l'une de ses valeurs valides spécifiées au Tableau 8-2.

**Tableau 8-2 – Configuration valide de la fonction de retransmission**

Paramètre	Valeurs valides
<i>FramingType</i>	Les valeurs valides sont 1, 2, 3 et 4.
$HRT_{tx}^S$	Les valeurs valides sont les entiers de 0 à 15 si la Recommandation associée est [UIT-T G.992.3], [UIT-T G.992.5] ou [UIT-T G.993.2], sauf pour le profil 30a. Les valeurs valides sont les multiples de 2, de 0 à 30 si la Recommandation associée est [UIT-T G.993.2], avec le profil 30a.
$HRT_{tx}^D$	Les valeurs valides sont les entiers de 0 à 2.
$HRT_{rx}^S$	Les valeurs valides sont les entiers de 1 à 16 si la Recommandation associée est [UIT-T G.992.3], [UIT-T G.992.5] ou [UIT-T G.993.2], sauf pour le profil 30a. Les valeurs valides sont les multiples de 2, de 2 à 32 si la Recommandation associée est [UIT-T G.993.2], avec le profil 30a.
$HRT_{rx}^D$	Les valeurs valides sont les entiers de 0 à 2.
$Q_{tx}$	Les valeurs valides sont les entiers de 1 à 63. La configuration valide doit être compatible avec la mémoire telle qu'elle est définie dans l'annexe associée.
<i>lb</i>	Les valeurs valides sont les entiers de 1 à 31. La configuration valide doit être telle que $lb \leq \min(31, Q_{tx})$ .

### 8.6.3 Configurations obligatoires

Les configurations obligatoires de la fonction de retransmission à prendre en charge sont un sous-ensemble des configurations valides. Elles doivent consister en la configuration de chaque paramètre de commande avec l'une de ses valeurs obligatoires spécifiées au Tableau 8-3.

**Tableau 8-3 – Configuration obligatoire de la fonction de retransmission**

Paramètre	Valeurs valides
<i>FramingType</i>	L'émetteur doit prendre en charge le <i>FramingType</i> 1 et au moins l'un des <i>FramingType</i> 2, 3 ou 4.
$Q_{tx}$	Toutes les valeurs valides doivent être prises en charge.
<i>lb</i>	Toutes les valeurs valides doivent être prises en charge.

### 8.6.4 Sélection des valeurs des paramètres

Un automate à états de transmission de référence est défini pour permettre au récepteur de calculer le paramétrage du trajet de retransmission ( $H$ ,  $Q$ ,  $V$ ,  $R$ ,  $L$ ) et le délai de la file d'attente ( $Q_{tx}$ ). Ces paramètres sont basés sur les contraintes ci-après.

- Les contraintes sur les délais: *delay\_min* et *delay\_max*;
- les contraintes sur le bruit impulsionnel: *INP\_min*, *INP\_min\_rein* et *iat\_rein\_flag*;
- les contraintes sur le bruit: *SNR\_margin*;
- les contraintes sur le débit.

NOTE – Le récepteur devrait prendre des précautions pour tolérer les RFI non stationnaires.

L'automate à états de transmission de référence retransmet toute DTU n'ayant pas fait l'objet d'un accusé de réception comme un nombre fixe de DTU,  $Q_{tx}$ , après la dernière transmission de la même DTU. Une DTU n'ayant pas fait l'objet d'un accusé de réception n'est pas retransmise après la première transmission de la même DTU au-delà de  $delay\_max$ . Par conséquent, pas plus de  $NRET = \left\lfloor \frac{delay\_max \times f_s}{Q_{tx} \times Q \times S} \right\rfloor$  retransmissions de la même DTU sont possibles avec l'automate à états

de transmission de référence.

L'INP réelle rapportée par l'émetteur dépend de son automate à états. L'automate à états de l'émetteur peut retransmettre des DTU à des intervalles différents de  $Q_{tx}$  DTU. L'annexe I présente des exemples de ces automates à états. Ils peuvent différer des valeurs calculées à partir de la formule provenant de l'automate à états de référence. La valeur de l'INP réelle rapportée dans la MIB doit être celle calculée par l'émetteur.

## 9 Fonction PMS-TC

Le modèle fonctionnel PMS-TC consiste en deux trajets de latence. Cependant, le multiplexage des données de service et des données de l'utilisateur doit être restreint comme décrit ci-dessous.

Le trajet de latence 0 ne doit contenir que le canal de service sans données de l'utilisateur (c'est-à-dire  $B_{0n} = 0$ ). Ce trajet de latence prend en charge la FEC et l'entrelacement. Seul un nombre réduit de combinaisons de L, N, R et D doit être autorisé pour ce trajet de latence. Ces combinaisons sont spécifiées dans les annexes correspondantes.

Le trajet de latence 1 ne doit transporter les données de l'utilisateur que pour le support 0 (c'est-à-dire  $B_{1n} = 0$  pour  $n \neq 0$ ) et doit être protégé par retransmission. Le trajet de latence 1 doit utiliser le tramage de DTU conformément à la description des paragraphes 8.1 et 8.2.

Le paragraphe 9.3 décrit le multiplexage des deux trajets de latence et du RRC.

### 9.1 Embrouilleur

L'embrouilleur PMS-TC pour le trajet de latence 1 doit être identique à celui spécifié dans la Recommandation associée (paragraphe 9.2 de la Recommandation [\[UIT-T G.993.2\]](#), paragraphe 7.7.1.3 de la Recommandation [\[UIT-T G.992.3\]](#)), mais son état doit être réinitialisé entièrement avec des ZEROS au premier bit de chaque DTU. L'embrouilleur est réinitialisé de sorte que les deux premiers octets de chaque DTU soient identiques avant ou après l'embrouillage. Pour les DTU avec un tramage de type 1 ou 2, cela permet de décoder le SID et le TS dans le récepteur avant le désembrouillage.

### 9.2 FEC

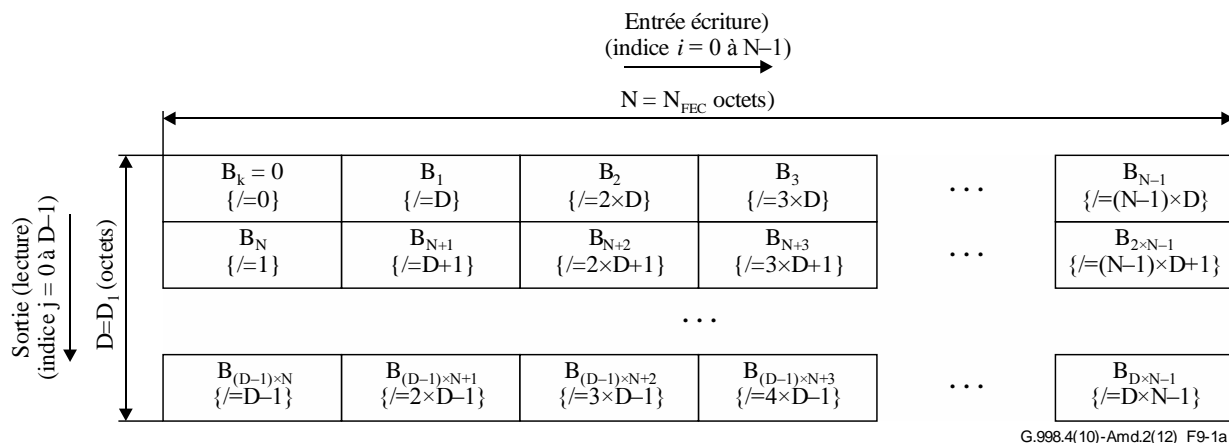
Pour un fonctionnement conforme à l'annexe A, la FEC doit être la même que dans la Recommandation [\[UIT-T G.992.3\]](#). L'entrelacement utilisé sur le trajet de latence 0 doit être identique à l'entrelacement convolutionnel défini dans la Recommandation [\[UIT-T G.992.3\]](#).

Pour un fonctionnement conforme à l'annexe B, la FEC doit être la même que dans la Recommandation [\[UIT-T G.992.5\]](#). L'entrelacement utilisé sur le trajet de latence 0 doit être identique à l'entrelacement convolutionnel défini dans la Recommandation [\[UIT-T G.992.5\]](#).

Pour un fonctionnement conforme à l'annexe C, la FEC doit être la même que dans la Recommandation [\[UIT-T G.993.2\]](#). L'entrelacement utilisé sur le trajet de latence 0 doit être identique à l'entrelacement convolutionnel défini dans la Recommandation [\[UIT-T G.993.2\]](#).

L'entrelacement utilisé sur le trajet de latence 1 doit être un entrelacement de blocs. Le bloc d'entrelacement doit avoir une taille de  $D_1 \times N_{FEC}$  octets,  $N_{FEC}$  étant la longueur du mot de code RS, et  $D_1$  la profondeur d'entrelacement. Si  $D_1 = 1$ , un bloc d'entrelacement est égal à un mot de code RS.

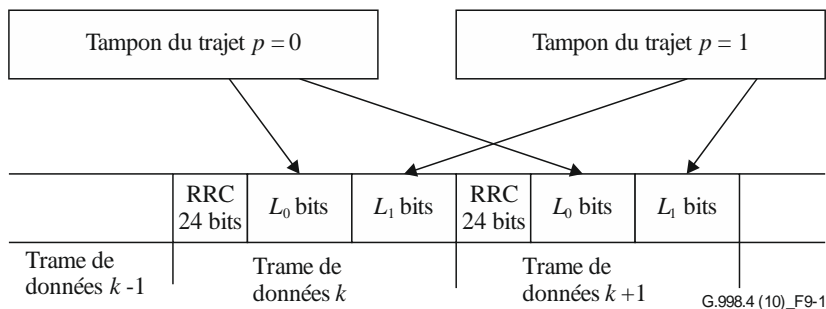
Si  $D_1 = Q$  (le nombre de mots de code RS par DTU) alors un bloc d'entrelacement est égal à une DTU. Chaque octet  $B_k$  d'un bloc d'entrelacement (entrée à la position  $k$ , l'indice  $k$  appartenant à l'intervalle 0 à  $D_1 \times N_{FEC} - 1$ ) doit être situé à la sortie de la fonction d'entrelacement à la position  $l$  donnée par  $l = i \times D_1 + j$ , où  $i = k \text{ MOD } N_{FEC}$  et  $j = \text{floor}(k / N_{FEC})$ . L'entrelaceur de blocs est illustré à la figure 9-1a.



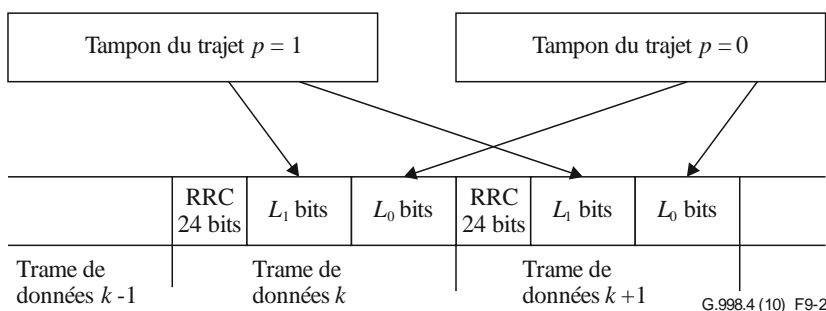
**Figure 9-1a – Illustration de l'entrelaceur de blocs**

### 9.3 Multiplexeur des trajets de latence

Le RRC doit être mappé en premier sur la trame de données. Ensuite, les trajets de latence doivent être mappés dans un ordre conforme à la Recommandation associée. Le multiplexage du RRC et des trajets de latence est représenté à la Figure 9-1 pour la Recommandation [UIT-T G.993.2] et à la Figure 9-2 pour les Recommandations [UIT-T G.992.3] et [UIT-T G.992.5].



**Figure 9-1 – Multiplexage du RRC et des trajets de latence pour la Recommandation UIT-T G.993.2**



**Figure 9-2 – Multiplexage du RRC et des trajets de latence pour les Recommandations UIT-T G.992.3 et UIT-T G.992.5**

## 9.4 Paramètres de tramage

Les paramètres de tramage pour les deux trajets de latence sont fournis dans les paragraphes ci-après. On définit deux types de paramètres de tramage:

- les paramètres de tramage primaires, les paramètres qui sont échangés lors de l'initialisation;
- les paramètres de tramage secondaires, les paramètres pouvant être calculés en utilisant les paramètres primaires en entrée, qui peuvent être utilisés pour vérifier les débits de données ou des contraintes supplémentaires sur la validité des paramètres primaires.

### 9.4.1 Paramètres primaires

Le Tableau 9-1 présente les paramètres primaires.

**Tableau 9-1 – Paramètres de tramage primaires**

Paramètre	Définition
$B_{pn}$	Nombre d'octets par MDF du canal support $n$ dans le trajet de latence $p$ Le nombre réel d'octets dans une MDF dans le trajet de latence 1 peut varier entre $B_{1n}-V-W-2$ et $B_{1n} + 1$ , en fonction du type de tramage de DTU.
$FramingType$	Structure de tramage de DTU (note 1)
$Q$	Nombre de mots de code RS par DTU (note 1)
$D_1$	Profondeur d'entrelacement pour le trajet de latence 1
$V$	Nombre d'octets de bourrage par DTU (note 1)
$R_p$	Nombre d'octets de redondance par mot de code Reed-Solomon dans le trajet de latence $p$ (note 2)
$M_p$	Nombre de MDF par mot de code Reed-Solomon (note 2)
$L_p$	Nombre de bits du trajet de latence $p$ transmis dans chaque symbole de données (note 2)
$G_p$	Nombre total d'octets de service dans une sous-trame de service (note 3)
$T_p$	Nombre de MDF transportant $G_p$ octets de service
NOTE 1 – Ce paramètre ne s'applique qu'au trajet de latence 1. NOTE 2 – Le trajet de latence 0 ne contient que du trafic de service. Les valeurs valides de ce paramètre dans le trajet de latence 0 doivent être limitées comme indiqué dans les annexes. NOTE 3 – Ce paramètre n'est pas défini si la Recommandation associée est la Recommandation [UIT-T G.992.3] ou la Recommandation [UIT-T G.992.5]. Dans ce cas, le paramètre équivalent suppose une valeur spéciale de 0 ou 1 (voir Tableau 9-3).	

### 9.4.2 Paramètres secondaires

Le Tableau 9-2 présente les paramètres secondaires.

**Tableau 9-2 – Paramètres de tramage secondaires**

Paramètre	Définition
$W$	Octets de service de DTU liés à l'insertion du CRC: <ul style="list-style-type: none"><li>– <math>W = 0</math> pour <math>FramingType = 1</math></li><li>– <math>W = 1</math> pour <math>FramingType = 2</math> ou <math>3</math></li><li>– <math>W = 2</math> pour <math>FramingType = 4</math> lorsque la Recommandation associée est la Recommandation [UIT-T G.992.3] ou la Recommandation [UIT-T G.992.5]</li><li>– <math>W = 8</math> pour <math>FramingType = 4</math> lorsque la Recommandation associée est la Recommandation [UIT-T G.993.2]</li></ul>

**Tableau 9-2 – Paramètres de tramage secondaires**

Paramètre	Définition
$N_{FECp}$	<p>Taille du mot de code Reed-Solomon:</p> $N_{FEC1} = M_1 \times \left( B_{10} + \left\lceil \frac{G_1}{T_1} \right\rceil \right) + R_1$ $N_{FEC0} = M_0 \times \left\lceil \frac{G_0}{T_0} \right\rceil + R_0$ <p>par convention, <math>\left\lceil \frac{G_l}{T_l} \right\rceil</math> est égal à 1 si <math>G_l = T_l = 0</math></p>
$H$	<p>Le nombre d'octets de charge utile par mot de code Reed-Solomon dans une DTU:</p> $H = N_{FEC1} - R_1$
$S_p$	<p>Nombre de symboles de données par mot de code Reed-Solomon pour le trajet de latence <math>p</math>:</p> $S_p = \frac{8 \times N_{FECp}}{L_p}$
$DTUframingOH$	<p>Trafic de service dû au tramage de DTU:</p> $\frac{V + W + 2}{Q \times H}$
$f_{DMT}$	<p>Débit de transmission des symboles DMT en kHz</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– <math>f_{DMT} = 4,3125 \times 16/17</math> kHz si la Recommandation associée est la Recommandation <a href="#">[UIT-T G.992.3]</a> ou la Recommandation <a href="#">[UIT-T G.992.5]</a>.</li> <li>– <math>f_{DMT}</math> est conforme à la spécification du paragraphe 10.4.4 de la Recommandation <a href="#">[UIT-T G.993.2]</a> si la Recommandation associée est la Recommandation <a href="#">[UIT-T G.993.2]</a>.</li> </ul>
$f_s$	<p>Débit de transmission des symboles de données en kHz</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– <math>f_s = 4</math> kHz si la Recommandation associée est la Recommandation <a href="#">[UIT-T G.992.3]</a> ou la Recommandation <a href="#">[UIT-T G.992.5]</a>.</li> <li>– <math>f_s</math> est conforme à la spécification du paragraphe 10.4.4 de la Recommandation <a href="#">[UIT-T G.993.2]</a> si la Recommandation associée est la Recommandation <a href="#">[UIT-T G.993.2]</a>.</li> </ul>
$TDR_p$	<p>Débit de données total par trajet de latence en kbits/s:</p> $TDR_p = L_p \times f_s$
$TDR$	<p>Débit de données total en kbits/s:</p> $TDR = \sum_p TDR_p + 24 \times f_s \text{ si le RRC est présent dans cette direction.}$ $TDR = \sum_p TDR_p \text{ si le RRC est absent dans cette direction.}$
$NDR_p$	<p>Débit de données net par trajet de latence:</p> <p align="center"><math>NDR_1 = L_1 \times f_s \times \frac{H}{N} \times (1 - DTUframingOH)</math></p> <p>Si la retransmission est activée, , et <math>NDR_0 = 0</math>.</p> <p>Si la retransmission est désactivée, le débit de données net par trajet de latence est défini dans la Recommandation associée.</p>

**Tableau 9-2 – Paramètres de tramage secondaires**

Paramètre	Définition
$OR_p$	Trafic de service par trajet de latence: $OR_0 = 8 \times f_s \times \frac{G_0 \times M_0}{S_0 \times T_0}$ Si la retransmission est activée, Si la retransmission est désactivée, le trafic de service par trajet de latence est défini dans la Recommandation associée.
$ADR_p$	Débit de données agrégé par trajet de latence: $ADR_p = NDR_p + OR_p$ kbits/s.
$ADR$	Débit de données agrégé: $ADR = \sum_p ADR_p + 12 \times f_s$ kbits/s si le RRC est présent dans cette direction. $ADR = \sum_p ADR_p$ kbits/s si le RRC est absent dans cette direction.
$RTxOH$	Trafic de service de retransmission nécessaire pour assurer une protection contre l'environnement de bruit impulsionnel le plus néfaste, tel que configuré dans la MIB, et contre le bruit stationnaire $RTxOH = REIN\_OH + SHINE\_OH + STAT\_OH$ sachant que si $INP\_min\_rein > 0$ : $REIN\_OH = \left( \frac{INP\_min\_rein}{Q \times S_1} + 1 \right) \times Q \times S_1 \times \left( \left\lfloor \frac{f_{DMT}}{f_{REIN}} \right\rfloor \right)^{-1}$ avec $f_{REIN}$ , la fréquence de répétition du REIN en kHz. Si $INP\_min\_rein = 0$ alors $REIN\_OH = 0$ . $SHINE\_OH = SHINEratio$ $STAT\_OH = 10^{-4}$
$ETRu$	Version illimitée du débit escompté en kbits/s: $(1 - RTxOH) \times NDR$
$ETR$	Débit escompté en kbits/s: $ETR = \min(ETRu, ETR\_max)$

### 9.4.3 Configurations valides

Les valeurs valides des paramètres de tramage et les contraintes supplémentaires éventuelles sont indiquées au Tableau 9-3.

**Tableau 9-3 – Configurations valides des paramètres de tramage**

Paramètre	Définition
$B_{pn}$	Les valeurs valides de $B_{10}$ sont les nombres entiers compris entre 0 et 254. La valeur valide de $B_{00}$ , $B_{01}$ et $B_{11}$ est 0.
$FramingType$	Les valeurs valides sont 1, 2, 3 ou 4, correspondant aux types 1 à 4 de tramage (voir paragraphes 8.1.1 à 8.1.4).

**Tableau 9-3 – Configurations valides des paramètres de tramage**

Paramètre	Définition
$Q$	<p>Les valeurs valides de <math>Q</math> sont les entiers de 1 à 64 si la Recommandation associée est la Recommandation [UIT-T G.993.2].</p> <p>Les valeurs valides de <math>Q</math> sont les entiers de 1 à 16 si la Recommandation associée est la Recommandation [UIT-T G.992.3] ou la Recommandation [UIT-T G.992.5].</p> <p>En outre, les configurations valides de <math>Q</math> doivent être telles que <math>0,5 \leq Q \times S_1 \leq 4</math> dans l'état <math>L_0</math>.</p>
$D_1$	<p>La seule valeur valide de <math>D_1</math> est 1 si la Recommandation associée est la Recommandation [UIT-T G.992.3] ou la Recommandation [UIT-T G.992.5].</p> <p>Les valeurs valides de <math>D_1</math> sont les entiers de 1 à 64 si la Recommandation associée est la Recommandation [UIT-T G.993.2], toutefois limitées à l'ensemble des valeurs recommandées par l'émetteur distant (voir paragraphes C.2.1.1 et C.2.2.1). En outre, les valeurs valides de <math>D_1</math> doivent être telles que <math>D_1 = Q</math> ou <math>D_1 = 1</math>.</p>
$V$	Les valeurs valides de $V$ sont les entiers de 0 à 15.
$R_p$	<p>Les valeurs valides de <math>R_1</math> sont 0, 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14 ou 16.</p> <p>Les valeurs valides de <math>R_0</math> sont définies aux annexes A, B et C.</p>
$M_p$	<p>La valeur valide de <math>M_1</math> est 1 pour un FramingType = 1, 2 ou 3.</p> <p>La valeur valide de <math>M_1</math> est spécifiée au paragraphe 8.1.4 pour un FramingType = 4.</p>
$L_p$	<p>Les valeurs valides de <math>L_1</math> sont identiques aux valeurs valides du trajet de latence 0 spécifiées dans la Recommandation associée.</p> <p>Les valeurs valides de <math>L_0</math> sont définies aux annexes A, B et C.</p>
$G_p$	<p>Les valeurs valides de <math>G_0</math> sont définies à l'annexe C si la Recommandation associée est la Recommandation UIT-T G.993.2.</p> <p>La valeur valide de <math>G_0</math> est 1 si la Recommandation associée est la Recommandation [UIT-T G.992.3] ou la Recommandation [UIT-T G.992.5].</p> <p>La valeur valide de <math>G_1</math> est 0 pour un FramingType = 1, 2 ou 3.</p> <p>Les valeurs valides de <math>G_1</math> sont définies au paragraphe 8.1.4 pour un FramingType = 4.</p>
$T_p$	<p>Les valeurs valides de <math>T_0</math> sont définies aux annexes A, B et C.</p> <p>La valeur valide de <math>T_1</math> est 0 pour un FramingType = 1, 2 ou 3.</p> <p>Les valeurs valides de <math>T_1</math> sont définies au paragraphe 8.1.4 pour un FramingType = 4.</p>
$N_{FECp}$	<p>Les valeurs valides de <math>N_{FEC1}</math> sont les entiers de 1 à 255 si la Recommandation associée est la Recommandation [UIT-T G.992.3] ou la Recommandation [UIT-T G.992.5].</p> <p>Les valeurs valides de <math>N_{FEC1}</math> sont les entiers de 32 à 255 si la Recommandation associée est la Recommandation [UIT-T G.993.2].</p> <p>Les valeurs valides de <math>N_{FEC0}</math> sont définies aux annexes A, B et C.</p>
$S_1$	Les valeurs valides sont identiques aux valeurs valides du trajet de latence 0 spécifiées dans la Recommandation associée.

#### 9.4.4 Configurations obligatoires

Les valeurs obligatoires des paramètres de tramage sont indiquées au Tableau 9-4, le terme "obligatoire" s'appliquant à la prise en charge au niveau de l'émetteur.



**Tableau 9-4 – Configurations obligatoires des paramètres de tramage**

Paramètre	Valeurs valides
$B_{pn}$	Toutes les valeurs valides doivent être prises en charge
$FramingType$	Pour un émetteur, $FramingType = 1$ doit être pris en charge, ainsi qu'au moins l'une des autres valeurs de $FramingType$ (2, 3 ou 4). Pour un récepteur, le type 1 de tramage ou les types 2, 3 et 4 de tramage doivent être pris en charge.
$Q$	Toutes les valeurs valides doivent être prises en charge
$D_1$	La seule valeur obligatoire de $D_1$ est 1.
$V$	Toutes les valeurs valides doivent être prises en charge
$R_p$	Toutes les valeurs valides doivent être prises en charge
$M_p$	Toutes les valeurs valides doivent être prises en charge
$L_p$	Toutes les valeurs valides de $L_0$ doivent être prises en charge Les valeurs obligatoires de $L_1$ doivent être identiques aux valeurs obligatoires du trajet de latence 0 spécifiées dans la Recommandation associée.
$G_p$	Toutes les valeurs valides doivent être prises en charge
$T_p$	Toutes les valeurs valides doivent être prises en charge
$N_{FECp}$	Toutes les valeurs valides doivent être prises en charge
$S_1$	Les valeurs obligatoires doivent être identiques aux valeurs obligatoires du trajet de latence 0 spécifiées dans la Recommandation associée.

## 9.5 Protection contre le bruit impulsif

Pendant l'initialisation, le récepteur doit sélectionner des valeurs pour les paramètres de tramage qui garantissent la protection contre l'environnement de bruit impulsif le plus néfaste défini par les paramètres de la MIB associée.

Ces paramètres de la MIB sont:

- $INP_{min}$ : protection minimale contre le bruit impulsif de type SHINE, exprimée en symboles DMT au point de référence  $\delta$ ;
- $INP_{min\_rein}$ : protection minimale contre le bruit impulsif de type REIN, exprimée en symboles DMT au point de référence  $\delta$ ;
- $f_{REIN}$ : fréquence de répétition du REIN exprimée en kHz, seules deux valeurs (0,1 et 0,12 kHz) étant possibles et configurées par l'entremise de  $iat\_rein\_flag$ .

L'environnement de bruit impulsif le plus néfaste suppose que:

- chaque impulsion provoque la retransmission de toutes les DTU chevauchant l'impulsion;
- chaque impulsion est de la longueur maximale (symboles DMT  $INP_{min}$  ou  $INP_{min\_rein}$  en fonction du type d'impulsion);
- les impulsions SHINE sont présumées isolées.

Pour calculer le paramétrage du trameur, le récepteur doit s'appuyer sur l'hypothèse du modèle de référence de l'émetteur décrit au paragraphe 8.6.4 et de l'environnement de bruit impulsif le plus néfaste.

Les paragraphes suivants énumèrent les contraintes sur les paramètres de tramage qui doivent être respectées pour satisfaire à la condition requise. Les contraintes seront différentes selon que l'environnement de bruit impulsif sera constitué d'un seul type d'impulsion (REIN ou SHINE) ou des deux types, REIN et SHINE, simultanément.

### 9.5.1 Environnement de bruit impulsionnel exclusivement de type SHINE ou de type REIN

Lorsque l'environnement de bruit ne comporte qu'un seul type d'impulsion, les paramètres de tramage doivent respecter les contraintes indiquées ci-dessous. Dans ces formules,  $INP\_min$  devrait être interprété soit comme  $INP\_min$  (décrivant l'INP pour les SHINE), soit comme  $INP\_min\_rein$  (décrivant l'INP pour les REIN), en fonction du type d'environnement de bruit.

- 1) Contrainte sur l'aller-retour de la file d'attente de transmission pour la retransmission:

$$Q_{tx} \geq \left\lceil \frac{HRT_{tx}^S + HRT_{Rx}^S + 1}{S_1 \times Q} \right\rceil + HRT_{Tx}^{DTU} + HRT_{Rx}^{DTU} + 1$$

- 2) Reprogrammation FIFO de la retransmission au niveau du récepteur. Il doit y avoir un nombre entier  $Nret \geq 1$  permettant de respecter les deux contraintes suivantes:

- a.  $Nret \times Q_{tx} \times S_1 \times Q \leq \lfloor delayMax \times f_{DMT} \rfloor - \lfloor delayMax \times f_{sync} \rfloor$

- b.  $Nret \times Q_{tx} \geq \left\lceil \frac{INP\_min}{S_1 \times Q} \right\rceil + 1$

- 3) Si  $INP\_min\_REIN$  est supérieur à 0, une contrainte REIN supplémentaire sera incluse:

$$Nret \times Q_{tx} \leq \left\lfloor \left( \left\lfloor \frac{f_{DMT}}{f_{REIN}} - INP\_min\_rein \right\rfloor - \left\lfloor \left( \frac{1}{f_{REIN}} - \frac{INP\_min\_rein}{f_{DMT}} \right) \times f_{sync} \right\rfloor \right) \times \frac{1}{S_1 \times Q} \right\rfloor - 1$$

Dans les équations ci-dessus,  $f_{sync}$  est le taux de répétition du symbole de synchronisation en kHz.

NOTE – La retransmission fournit une correction aux impulsions SHINE de longueur  $INP\_min$  avec un délai entre l'arrivée de deux impulsions supérieur à  $delay\_max + (S_1 \times Q \times Q_{tx})/f_s$ .

### 9.5.2 Environnement de bruit impulsionnel mixte de types SHINE et REIN

Lorsque l'environnement de bruit est constitué d'un mélange de bruits de types REIN et SHINE, les paramètres de tramage doivent satisfaire aux contraintes indiquées ci-dessous.

- 1) Contrainte sur l'aller-retour de la file d'attente de transmission pour la retransmission:

$$Q_{tx} \geq \left\lceil \frac{HRT_{tx}^S + HRT_{Rx}^S + 1}{S_1 \times Q} \right\rceil + HRT_{Tx}^{DTU} + HRT_{Rx}^{DTU} + 1$$

- 2) Reprogrammation FIFO de la retransmission au niveau du récepteur. Il doit y avoir un entier  $Nret \geq 2$  et un entier  $k \geq 1$  tels que les deux contraintes suivantes soient satisfaites:

- a.  $Nret \times Q_{tx} \times S_1 \times Q \leq \lfloor delayMax \times f_{DMT} \rfloor - \lfloor delayMax \times f_{sync} \rfloor$

- b.  $\left( Nret \times Q_{tx} + \left\lceil \frac{INP\_min\_rein}{S_1 \times Q} \right\rceil + 1 \right) \times S_1 \times Q \leq \left\lfloor \frac{k \times f_{DMT}}{f_{REIN}} \right\rfloor - \left\lfloor \frac{k \times f_{sync}}{f_{REIN}} \right\rfloor$  et

- c.  $Nret \times Q_{tx} \geq \left\lfloor \left( \left\lfloor \frac{(k-1) \times f_{DMT}}{f_{REIN}} + INP\_min\_rein \right\rfloor - \left\lfloor \left( \frac{(k-1)}{f_{REIN}} + \frac{INP\_min\_rein}{f_{DMT}} \right) \times f_{sync} \right\rfloor \right) \times \frac{1}{S_1 \times Q} \right\rfloor + 1$

- 3) Contrainte REIN de l'automate d'états de transmission de référence:

$$\left( Q_{tx} + \left\lceil \frac{INP\_min\_rein}{S_1 \times Q} \right\rceil + 1 \right) \times S_1 \times Q \leq \left\lfloor \frac{f_{DMT}}{f_{REIN}} \right\rfloor - \left\lfloor \frac{f_{sync}}{f_{REIN}} \right\rfloor$$

Contrainte SHINE de l'automate d'états de transmission de référence:

$$\left\lceil \frac{INP\_min}{S_1 \times Q} \right\rceil + 1 \leq (Nret - 1) \times Q_{tx}$$

Dans les équations ci-dessus,  $f_{sync}$  est le taux de répétition du symbole de synchronisation en kHz.

NOTE – La retransmission fournit une correction aux impulsions SHINE de longueur INP\_min avec un délai entre l'arrivée de deux impulsions supérieur à  $delay\_max + (S_1 \times Q \times Q_{tx})/f_s$ .

## 10 Fonction PMD

La fonction PMD doit être conforme à la Recommandation associée, à l'exception des dispositions ci-dessous.

### 10.1 Définition du MTBE

Le temps moyen entre deux événements constituant une erreur (MTBE) est égal à la moyenne du nombre de secondes s'écoulant entre deux événements de ce type. Un événement constituant une erreur est défini comme un bloc d'une ou de plusieurs DTU consécutives non corrigées.

En ce qui concerne les bruits stationnaires, on peut supposer que chaque événement constituant une erreur est composé d'une seule DTU corrompue. Dans ce cas, le MTBE peut être calculé comme suit:

$$MTBE = \left( \frac{Measurement\_Time}{Number\_of\_uncorrected\_DTUs} \right)$$

où

*MTBE* est exprimé en secondes.

*Measurement\_Time* est exprimé en secondes.

*Number\_of\_uncorrected DTUs* est le nombre de DTU détectées comme des erreurs au niveau du récepteur et qui n'ont pas été corrigées par une retransmission (voir le compteur DTU rtx-uc au paragraphe 12).

$f_s$  est le débit de symboles de données en milliers de symboles par seconde.

Ce calcul n'est valable que dans l'hypothèse d'un bruit stationnaire.

### 10.2 Définition générale de la marge du rapport signal sur bruit

Si la retransmission est utilisée dans une direction donnée, le MTBE de référence est défini au point de fonctionnement pour lequel la marge du rapport signal sur bruit est égale à 1 dB.

La marge du rapport signal sur bruit est donc égale à 1 dB plus l'augmentation maximale (gain scalaire en dB) de la densité spectrale de puissance du bruit de référence (PSD) à toutes les fréquences pertinentes pour lesquelles le MTBE du flux TPS-TC actif n'est pas inférieur au MTBE minimal (MTBE\_min, voir paragraphe 10.3) spécifié pour ce flux TPS-TC, sans modification des paramètres PMD (par exemple bits et gains) et des paramètres PMS-TC (par exemple les paramètres  $L_p$  et FEC) et avec EFTR (voir paragraphe 11.2.2)  $\geq$  ETR. Le MTBE est référencé à la sortie de la fonction PMS-TC après la retransmission (c'est-à-dire au point de référence  $\alpha 1/\beta 1$ ).

Pendant l'essai relatif à la marge du rapport signal sur bruit, seul un bruit stationnaire doit être appliqué (c'est-à-dire qu'aucun bruit impulsionnel ne doit être présent).

La définition de la PSD du bruit de référence dépend du paramètre de commande SNRM\_MODE tel qu'il est respectivement défini dans les Recommandations [UIT-T G.992.3], [UIT-T G.992.5] ou [UIT-T G.993.2].

### 10.3 Définition du MTBE\_min

Le MTBE minimal (MTBE\_min) est défini comme étant égal à 14 400 secondes (ce qui correspond à une moyenne d'un événement constituant une erreur en quatre heures).

NOTE – Cette valeur provient du Broadband Forum [b-TR-126] et correspond à la qualité TVHD.

### 10.4 Essais accélérés pour le MTBE

Afin de faciliter les essais, un mode d'essai spécial est défini dans lequel les retransmissions ne doivent pas être demandées par le récepteur ni envoyées de manière autonome par l'émetteur. Ces essais ne doivent être mis en oeuvre qu'en présence d'un bruit stationnaire. Le côté distant doit entrer dans le mode d'essai à la suite d'une demande d'eoc (voir paragraphes A.3.1.3.1 et C.3.1.3.1).

Le mode d'essai doit être sélectionné en paramétrant  $RTX\_ENABLE = RTX\_TESTMODE$ . Le passage de l'extrémité distante dans cet état doit être forcé en envoyant une commande de diagnostic par l'entremise de l'eoc.

$P_{DTU}$  est défini comme la probabilité que le conteneur d'une DTU soit corrompu, c'est-à-dire qu'une DTU ne soit pas reçue correctement dans une seule transmission. Dans ce mode d'essai, elle peut être calculée à partir des compteurs de DTU comme suit:

$$P_{DTU} = \left( \frac{Number\_of\_uncorrected\_DTUs}{Measurement\_Time / T_{DTU}} \right)$$

où

$Measurement\_Time$  est exprimé en secondes.

$T_{DTU}$  est la durée d'une DTU exprimée en secondes.

$Number\_of\_uncorrected\_DTUs$  est le nombre de DTU dont on a détecté, au niveau du récepteur, qu'elles constituaient des erreurs et dont on a détecté qu'elles n'avaient pas été corrigées du fait de l'absence de retransmission. Par conséquent,  $Number\_of\_uncorrected\_DTUs = Number\_of\_errored\_DTUs$ .

Dans ces essais accélérés, l'exigence portant sur  $P_{DTU}$  est la suivante:

$$P_{DTU} \leq \frac{8.3333 \times 10^{-3}}{\sqrt{f_s}} \times (T_{DTU\_in\_DMT})^{1/2}$$

où  $f_s$  est le débit de symboles en Hz.

NOTE – L'appendice II présente les calculs justifiant cette exigence.

## 11 Fonction de gestion de l'exploitation, de l'administration et de la maintenance (OAM)

### 11.1 Paramètres de configuration

#### 11.1.1 Débit minimal escompté (MINETR\_RTX)

Le paramètre MINETR\_RTX est un paramètre de configuration utilisé pour calculer le paramètre de commande  $ETR\_min$  qui spécifie la valeur minimale autorisée pour le débit escompté  $ETR$  (voir paragraphe 7).

Il est utilisé dans les politiques d'initialisation de canal et dans les procédures de reconfigurations en ligne.

Les valeurs aval et amont de MINETR\_RTX doivent être configurées dans la CO-MIB.

Les valeurs vont de 0 à la plus grande valeur valide du débit de données net minimal spécifié dans la Recommandation associée, par paliers de 1 000 bits/s.

Le paramètre de commande *ETR\_min* est calculé en arrondissant MINETR\_RTX au multiple supérieur de 8 kbits/s.

#### **11.1.2 Débit maximal escompté (MAXETR\_RTX)**

Le paramètre MAXETR\_RTX est un paramètre de configuration utilisé pour calculer le paramètre de commande *ETR\_max* qui spécifie la valeur maximale autorisée pour le débit escompté *ETR* (voir paragraphe 7).

Il est utilisé dans la définition de l'ETR comme valeur limite.

Les valeurs aval et amont de MAXETR\_RTX doivent être configurées dans la CO-MIB.

Les valeurs vont de 0 à la plus grande valeur valide du débit de données net maximal spécifié dans la Recommandation associée, par paliers de 1 000 bits/s.

Le paramètre de commande *ETR\_max* est calculé en arrondissant MAXETR\_RTX au multiple supérieur de 8 kbits/s si  $ETR_{min} \leq ETR_{max}$  après arrondi pour la direction correspondante, autrement, *ETR\_max* est paramétré sur  $ETR_{max} = ETR_{min}$ .

#### **11.1.3 Débit de données net maximal (MAXNDR\_RTX)**

Le paramètre MAXNDR\_RTX est un paramètre de configuration utilisé pour calculer le paramètre de commande *net\_max* qui spécifie la valeur maximale autorisée pour le débit de données net *NDR* (voir paragraphe 7).

Il est utilisé dans les politiques d'initialisation de canal et dans les procédures de reconfigurations en ligne.

Les valeurs aval et amont de MAXNDR\_RTX doivent être configurées dans la CO-MIB.

Les valeurs vont de 0 à la plus grande valeur valide du débit de données net maximal spécifié dans la Recommandation associée, par paliers de 1 000 bits/s.

La valeur de MAXNDR\_RTX est arrondie au multiple supérieur de 8 kbits/s pour obtenir *net\_max*.

#### **11.1.4 Délai maximal (DELAYMAX\_RTX)**

Le paramètre DELAYMAX\_RTX est un paramètre de configuration utilisé pour calculer le paramètre de commande *delay\_max* qui spécifie le délai maximal autorisé pour la retransmission (voir paragraphe 7).

Il est utilisé dans les politiques d'initialisation de canal et dans les procédures de reconfigurations en ligne.

Les valeurs aval et amont DELAYMAX\_RTX doivent être configurées dans la CO-MIB.

Les valeurs vont de 1 à 63 ms par paliers de 1 ms.

Le paramètre de commande *delay\_max* doit être réglé à la même valeur que le paramètre de configuration DELAYMAX\_RTX.

#### **11.1.5 Délai minimal (DELAYMIN\_RTX)**

Le DELAYMIN\_RTX est un paramètre de configuration utilisé pour calculer le paramètre de commande *delay\_min* qui spécifie le délai minimal autorisé pour la retransmission (voir paragraphe 7).

Il est utilisé dans les politiques d'initialisation de canal et dans les procédures de reconfigurations en ligne.

Les valeurs aval et amont de DELAYMIN\_RTX doivent être configurées dans la CO-MIB.

Les valeurs vont de 0 à 63 ms par paliers de 1 ms.

Le paramètre de commande *delay\_min* doit avoir la même valeur que le paramètre de configuration DELAYMIN\_RTX.

#### **11.1.6 Protection minimale contre le bruit impulsionnel de type SHINE pour les systèmes utilisant un espacement entre sous-porteuses de 4,3125 kHz (INPMIN\_SHINE\_RTX)**

Le paramètre INPMIN\_SHINE\_RTX est un paramètre de configuration qui, dans le cas d'un espacement entre sous-porteuses de 4,3125 kHz, est utilisé pour calculer le paramètre de commande *INP\_min* qui spécifie la protection minimale contre le bruit impulsionnel de type SHINE (voir paragraphe 7).

Il est utilisé dans les politiques d'initialisation de canal et dans les procédures de reconfigurations en ligne.

Les valeurs aval et amont d'INPMIN\_SHINE\_RTX doivent être configurées dans la CO-MIB.

Les valeurs vont de 0 à 63 symboles DMT de 4,3125 kHz par paliers de 1 DMT.

Le paramètre de commande *INP\_min* doit avoir la même valeur que le paramètre de configuration INPMIN\_SHINE\_RTX.

#### **11.1.7 Protection minimale contre le bruit impulsionnel de type SHINE pour les systèmes utilisant un espacement entre sous-porteuses de 8,625 kHz (INPMIN8\_SHINE\_RTX)**

Le paramètre INPMIN8\_SHINE\_RTX est un paramètre de configuration qui, dans le cas d'un espacement entre sous-porteuses de 8,625 kHz, est utilisé pour calculer le paramètre de commande *INP\_min* qui spécifie la protection minimale contre le bruit impulsionnel de type SHINE (voir paragraphe 7).

Il est utilisé dans les politiques d'initialisation de canal et dans les procédures de reconfigurations en ligne.

Les valeurs aval et amont d'INPMIN8\_SHINE\_RTX doivent être configurées dans la CO-MIB.

Les valeurs vont de 0 à 127 symboles DMT de 8,625 kHz par paliers de 1 DMT.

Le paramètre de commande *INP\_min* doit avoir la même valeur que le paramètre de configuration INPMIN8\_SHINE\_RTX.

#### **11.1.8 SHINERATIO\_RTX**

Le paramètre SHINERATIO\_RTX est un paramètre de configuration utilisé pour calculer le paramètre de commande *SHINERatio* utilisé dans la définition du débit attendu (*ETR*) (voir paragraphe 7).

Les valeurs aval et amont doivent être configurées dans la CO-MIB.

Les valeurs vont de 0 à 0,1 par incréments de 0,001.

NOTE – Généralement, les caractéristiques détaillées de l'environnement de bruit impulsionnel SHINE ne sont pas connues à l'avance par l'opérateur. Par conséquent, il est prévu que ce paramètre soit défini par l'opérateur en utilisant des méthodes empiriques.

Le paramètre de commande *SHINERatio* doit avoir la même valeur que le paramètre de configuration SHINERATIO\_RTX.

#### **11.1.9 Protection minimale contre le bruit impulsionnel de type REIN pour les systèmes utilisant un espacement entre sous-porteuses de 4,3125 kHz (INPMIN\_REIN\_RTX)**

Le paramètre INPMIN\_REIN\_RTX est un paramètre de configuration qui, dans le cas d'un espacement entre sous-porteuses de 4,3125 kHz, est utilisé pour calculer le paramètre de commande *INP\_min* qui spécifie la protection minimale contre le bruit impulsionnel de type REIN (voir paragraphe 7).

Il est utilisé dans les politiques d'initialisation de canal et dans les procédures de reconfigurations en ligne.

Les valeurs aval et amont de INPMIN\_REIN\_RTX doivent être configurées dans la CO-MIB.

Les valeurs vont de 0 à 7 symboles DMT de 4,3125 kHz par paliers de 1 DMT.

Le paramètre de commande *INP\_min* doit avoir la même valeur que le paramètre de configuration INPMIN\_REIN\_RTX.

#### **11.1.10 Protection minimale contre le bruit impulsionnel de type REIN pour les systèmes utilisant un espacement entre sous-porteuses de 8,625 kHz (INPMIN8\_REIN\_RTX)**

Le paramètre INPMIN8\_REIN\_RTX est un paramètre de configuration qui, dans le cas d'un espacement entre sous-porteuses de 8,625 kHz, est utilisé pour calculer le paramètre de commande *INP\_min* qui spécifie la protection minimale contre le bruit impulsionnel de type REIN (voir paragraphe 7).

Il est utilisé dans les politiques d'initialisation de canal et dans les procédures de reconfiguration en ligne.

Les valeurs aval et amont d'INPMIN8\_REIN\_RTX doivent être configurées dans la CO-MIB.

Les valeurs vont de 0 à 13 symboles DMT de 8,625 kHz par paliers de 1 DMT.

Le paramètre de commande *INP\_min* doit avoir la même valeur que le paramètre de configuration INPMIN8\_REIN\_RTX.

#### **11.1.11 Délai entre deux bruits de type REIN pour la retransmission (IAT\_REIN\_RTX)**

IAT\_REIN\_RTX est un paramètre de configuration utilisé pour calculer le paramètre de commande *iat\_rein\_flag* qui spécifie le délai entre deux bruits de type REIN (voir paragraphe 7).

Il est utilisé dans les politiques d'initialisation de canal et dans les procédures de reconfiguration en ligne.

Les valeurs aval et amont de IAT\_REIN\_RTX doivent être configurées dans la CO-MIB.

Les valeurs sont 0 et 1.

Le paramètre de commande *iat\_rein\_flag* doit avoir la même valeur que le paramètre de configuration IAT\_REIN\_RTX.

#### **11.1.12 Seuil de déclaration d'un défaut "*leftr*" (LEFTR\_THRESH)**

Le paramètre LEFTR\_THRESH est un paramètre de configuration utilisé pour calculer le paramètre de commande *leftr\_thresh*, qui spécifie la fraction du *NDR* qui doit être utilisée comme seuil de déclaration des défauts *leftr* (voir paragraphe 7).

Les valeurs aval et amont de LEFTR\_THRESH doivent être configurées dans la CO-MIB.

La plage valide pour LEFTR\_THRESH s'étend de 0,01 à 0,99 avec une granularité de 0,01 et une valeur spéciale indiquant que l'ETR doit être utilisé comme seuil de déclaration des défauts *leftr*.

Le paramètre de commande *leftr\_thresh* doit avoir la même valeur que le paramètre de configuration LEFTR\_THRESH. La valeur spéciale de LEFTR\_THRESH doit être mappée à *leftr\_thresh* = 0.

Le seuil minimal valide pour la déclaration d'un défaut *leftr* est *ETR/2*. Le récepteur doit utiliser *ETR/2* dans le cas où le seuil est configuré par l'opérateur à une valeur inférieure à *ETR/2*.

#### **11.1.13 Mode de retransmission (RTX\_MODE)**

Le paramètre RTX\_MODE est un paramètre de configuration utilisé pour commander l'activation de la retransmission lors de l'initialisation.

Ce paramètre a 4 valeurs valides:

- 0: RTX\_FORBIDDEN: retransmission UIT-T G.998.4 non autorisée;
- 1: RTX\_PREFERRED: retransmission UIT-T G.998.4 préférée par l'opérateur (c'est-à-dire que si la capacité RTX UIT-T G.998.4 est prise en charge par les deux XTU, ces dernières doivent sélectionner un fonctionnement UIT-T G.998.4 pour cette direction);
- 2: RTX\_FORCED: utilisation forcée de la retransmission UIT-T G.998.4 (c'est-à-dire qu'un échec de l'initialisation se produira si la capacité RTX UIT-T G.998.4 dans cette direction n'est pas prise en charge par les deux XTU ou n'est pas sélectionnée par ces dernières);  
NOTE – La retransmission UIT-T G.998.4 en direction amont étant optionnelle, l'utilisation de RTX\_FORCED dans cette direction peut entraîner un échec de l'initialisation, et ce, même si la XTU prend en charge la Recommandation UIT-T G.998.4 dans la direction aval.
- 3: RTX\_TESTMODE: utilisation forcée de la retransmission UIT-T G.998.4 dans le mode d'essai décrit au paragraphe 10.4 (c'est-à-dire qu'un échec de l'initialisation se produira si la capacité RTX UIT-T G.998.4 n'est pas prise en charge par les deux XTU ou n'est pas sélectionnée par ces dernières).

## 11.2 Paramètres d'essai

Les paragraphes suivants spécifient un certain nombre de paramètres d'essai généraux, propres à la Recommandation UIT-T G.998.4.

Ces paramètres d'essai sont calculés ou mesurés par la fonction de transmission ou de réception et doivent être signalés sur demande à l'entité de gestion locale qui doit, sur demande, envoyer la valeur d'un paramètre d'essai à l'entité de gestion de l'extrémité distante, durant la phase active, en utilisant les commandes eoc de lecture des paramètres d'essai définies dans les annexes.

Les paramètres d'essai suivants doivent être transmis, sur demande, de la fonction PMS-TC de réception à l'entité de gestion locale:

- débit escompté (*ETR*);
- délai réel de retransmission (*delay\_act\_RTX*).

Les paramètres d'essai doivent être transmis, sur demande, de la fonction PMS-TC d'émission à l'entité de gestion de l'extrémité proche:

- protection réelle contre le bruit impulsionnel de type SHINE (*INP\_act\_SHINE*);
- protection réelle contre le bruit impulsionnel de type REIN (*INP\_act\_REIN*).

### 11.2.1 Débit escompté (*ETR*)

Le paramètre d'essai du débit escompté (*ETR*) est défini au tableau 9-2 comme suit:

$$ETR = \min(ETRu, ETR_{\max}) \text{ kbits/s}$$

où

*ETRu* est la version non limitée de *ETR* donnée par:

$$ETRu = (1 - RTxOH) \times NDR$$

Il doit être calculé par le récepteur lors de l'initialisation et mis à jour après une OLR.

Le paramètre RTxOH (voir Tableau 9-2) correspond à la perte de débit escomptée, exprimée sous la forme d'une fraction du débit de données net (NDR), due aux effets combinés:

- de la protection contre le bruit impulsionnel de type REIN le plus néfaste conformément à la description des paramètres de configuration INPMIN\_REIN\_RTX et IAT\_REIN\_RTX dans la CO-MIB;



- de la protection contre le bruit impulsionnel de type SHINE le plus néfaste conformément à la description des paramètres de configuration INPMIN\_SHINE\_RTX et SHINERATIO\_RTX dans la CO-MIB;
- du trafic de service dû à la correction des erreurs de bruit stationnaire.

Les valeurs valides sont tous les entiers compris entre 0 et le maximum des valeurs valides du débit de données net maximal spécifié dans les valeurs de la Recommandation associée.

Le paramètre d'essai *ETR* doit être représenté comme un entier non signé de 32 bits exprimant la valeur de *ETR* en kbit/s. Ce format de données prend en charge une granularité de 1 kbit/s.

Le paramètre d'essai *ETR* doit être mappé sur le paramètre de rapport "Débit de données réel". Les valeurs aval et amont doivent être rapportées dans la CO-MIB.

### 11.2.2 Débit sans erreur (*EFTR*)

Le débit sans erreur (*EFTR*) est défini comme la moyenne du débit binaire, calculé au cours d'un intervalle d'une seconde au point de référence  $\beta_1$ , relatif aux bits provenant de DTU pour lesquelles on n'a pas détecté de contenu erroné au moment du franchissement du point de référence  $\beta_1$ . Ces intervalles d'une seconde sont consécutifs et ne se chevauchent pas. En conséquence,  $EFTR \leq NDR$ .

Le paramètre *EFTR* doit être calculé en phase active par le récepteur.

Le paramètre *EFTR* doit être calculé pour chaque seconde entière durant laquelle la xTU est en phase active. Le paramètre *EFTR* n'est défini que pour ces secondes.

Le paramètre *EFTR* n'est pas un paramètre d'essai directement rapporté à l'entité de gestion, mais est indirectement utilisé dans la définition du paramètre associé *EFTRmin* et des défauts *leftr*.

### 11.2.3 INP réelle contre les bruits de type SHINE (*INP\_act\_SHINE*)

Le paramètre d'essai *INP\_act\_SHINE* est défini comme l'INP réelle contre les bruits de type SHINE du trajet de latence avec retransmission dans les conditions spécifiques suivantes:

- on suppose une protection contre le bruit impulsionnel de type REIN égale à *INPmin\_rein*;
- on suppose  $EFTR \geq ETR$ .

NOTE 1 – Si l'automate à états de transmission de référence est utilisé par l'émetteur (paragraphe 8.6.4), l'INP réelle contre les bruits de type SHINE du trajet de latence avec retransmission est égale à la plus grande valeur de *INP\_min* compatible avec les contraintes définies au paragraphe 9.5.1 ou au paragraphe 9.5.2 et avec les conditions spécifiques ci-dessus.

Le paramètre d'essai *INP\_act\_SHINE* doit être calculé par l'émetteur lors de l'initialisation et mis à jour après une OLR.

Il doit être représenté comme un entier non signé de 16 bits exprimant la valeur en fractions de symboles DMT avec une granularité de 0,1 symbole.

La plage valide est comprise entre 0 et 204,6, la valeur spéciale 204,7 indiquant une valeur supérieure ou égale à 204,7.

NOTE 2 – Le format linéaire est choisi pour des raisons de simplicité et n'implique aucune future exigence en matière de précision.

Le paramètre d'essai *INP\_act\_SHINE* doit être mappé sur le paramètre de rapport ACTINP, les valeurs aval et amont devant être rapportées dans la CO-MIB.

#### 11.2.4 INP réelle contre les bruits de type REIN (*INP\_act\_REIN*)

Le paramètre d'essai *INP\_act\_REIN* est défini comme le minimum entre:

- 1) l'INP réelle contre les bruits de type REIN du trajet de latence avec retransmission dans les conditions spécifiques suivantes:
  - on suppose une protection contre le bruit impulsionnel de type SHINE égale à *INP\_min\_SHINE*;
  - $EFTR \geq ETR$ .
- 2) l'INP réelle dans le trajet de latence transportant le canal de service.

NOTE 1 – Si l'automate à états de transmission de référence est utilisé par l'émetteur (paragraphe 8.6.4), l'INP réelle contre les bruits de type REIN du trajet de latence avec retransmission est égale à la plus grande valeur de *INP\_min\_rein* compatible avec les contraintes définies au paragraphe 9.5.1 ou au paragraphe 9.5.2 et avec les conditions spécifiques ci-dessus.

*INP\_act\_REIN* doit être calculé par l'émetteur lors de l'initialisation et mis à jour après une OLR.

Il doit être représenté comme un entier de 8 bits non signé exprimant la valeur codée en fractions de symboles DMT avec une granularité de 0,1 symbole.

La plage va de 0 à 25,4, la valeur spéciale 25,5 indiquant une valeur supérieure ou égale à 25,5.

NOTE 2 – Le format linéaire est choisi pour des raisons de simplicité et n'implique aucune future exigence en matière de précision.

Le paramètre d'essai *INP\_act\_REIN* doit être mappé sur le paramètre de rapport ACTINP\_REIN, les valeurs aval et amont devant être rapportées dans la CO-MIB.

#### 11.2.5 Délai réel de RTX (*delay\_act\_RTX*)

Si la retransmission est utilisée dans une direction de transmission donnée, le paramètre d'essai *delay\_act\_RTX* est défini comme la valeur réelle de la composante indépendante du temps du délai entre les points de référence  $\alpha 1$  et  $\beta 1$  due à la fonctionnalité de retransmission. Cette valeur peut être calculée comme le délai instantané le plus court possible entre les points de référence  $\alpha 1$  et  $\beta 1$  en fonction du paramétrage réel des paramètres de tramage.

Il doit être calculé par le récepteur lors de l'initialisation et mis à jour après une OLR.

Le paramètre d'essai *delay\_act\_RTX* est codé en ms (arrondi à la ms la plus proche) et doit être représenté comme un entier non signé de 8 bits, les valeurs valides étant comprises entre 0 et 63 ms.

Le paramètre d'essai *delay\_act\_RTX* doit être mappé sur le paramètre de rapport "Délai réel". Les valeurs aval et amont doivent être rapportées dans la CO-MIB.

### 11.3 Primitives OAM liées à la ligne

#### 11.3.1 Anomalies d'extrémité proche

Les anomalies d'extrémité proche suivantes sont redéfinies par rapport à la définition dans les Recommandations associées. Elles ne sont définies que pour le trajet de latence 1 transportant les DTU:

- correction d'erreur directe *fec-p* (avec  $p = 1$ ): une anomalie *fec-p* se produit pour tout mot de code Reed-Solomon reçu ayant été corrigé par la FEC même s'il faisait partie d'une DTU rejetée ou corrigée par une retransmission. Cette anomalie n'est pas validée si des erreurs sont détectées et ne peuvent pas être corrigées;
- contrôle de redondance cyclique *crc-p* (avec  $p = 1$ ): étant donné qu'il n'y a pas de CRC sur le trajet de latence transportant les DTU, l'anomalie *crc-p* est redéfinie par la détection d'au moins une DTU non corrigée par intervalle de 17 ms.

NOTE 1 – L'anomalie *crc-p* ne doit pas être confondue avec CRC-8 dans les tramages de DTU de type 2, 3 et 4.

NOTE 2 – Les paramètres CV et ES sont calculés, conformément à la Recommandation associée, à partir de l'anomalie *crc-p* ou des autres anomalies ou défauts redéfinis. Le paramètre SES est calculé, conformément à la Recommandation associée, à partir de l'anomalie *crc-p* ou des autres anomalies ou défauts redéfinis, avec l'ajout du défaut *seftr* de la Recommandation UIT-T G.998.4.

On ne définit ni défaut, ni anomalie, ni défaillance pour le trajet de latence transportant le canal de service.

### 11.3.2 Anomalies d'extrémité distante

La présente Recommandation ne définit aucune anomalie d'extrémité distante.

### 11.3.3 Défauts d'extrémité proche

Le défaut de faible débit sans erreur *leftr* est défini comme suit.

Pour les secondes pour lesquelles le paramètre *EFTR* est défini.

- Quand le paramètre *leftr\_thresh* prend une valeur non nulle:  
un défaut *leftr* se produit quand  $EFTR < \max(\text{leftr\_thresh} * NDR, ETR/2)$  ;  
un défaut *leftr* disparaît quand  $EFTR \geq \max(\text{leftr\_thresh} * NDR, ETR/2)$  .
- Quand le paramètre *leftr\_thresh* prend la valeur spéciale 0:  
un défaut *leftr* se produit quand  $EFTR < 0,998 \times ETR$  ;  
un défaut *leftr* disparaît quand  $EFTR \geq 0,998 \times ETR$  .

Pour les secondes pour lesquelles le paramètre *EFTR* n'est pas défini, le défaut *leftr* doit disparaître ou rester à l'état inactif.

Le défaut de perte grave de débit sans erreur *seftr* est défini comme suit:

Pour les secondes pour lesquelles le paramètre *EFTR* est défini, le défaut *seftr* se produit quand  $EFTR < ETR/2$  et se termine lorsque  $EFTR \geq ETR/2$ .

Pour les secondes pour lesquelles le paramètre *EFTR* n'est pas défini, le défaut *seftr* doit se terminer ou rester à l'état inactif.

### 11.3.4 Défauts d'extrémité distante

La présente Recommandation ne définit aucun défaut d'extrémité distante.

## 11.4 Paramètres de surveillance de la performance

Les paragraphes suivants spécifient un certain nombre de paramètres de surveillance de la performance généraux, propres à la Recommandation UIT-T G.998.4.

Les paramètres de surveillance de la performance sont mesurés par la fonction de réception et doivent être rapportés, sur demande, à l'entité de gestion locale qui doit, sur demande, envoyer la valeur d'un paramètre de surveillance à l'entité de gestion d'extrémité distante, durant la phase active, en utilisant la commande eoc de lecture de compteur de gestion définie dans les annexes.

Les paramètres de surveillance de la performance suivants doivent être transmis, sur demande, de la fonction PMS-TC de réception à l'entité de gestion locale:

- Deux compteurs:
  - Compteur de secondes avec défaut *leftr*;
  - Compteur de bits sans erreur.
- Un paramètre:

- Paramètre du débit minimal sans erreur (*EFTR\_min*).

#### 11.4.1 Compteur de secondes avec défaut "*lefr*"

Il s'agit d'un compteur local décomptant les secondes présentant un défaut "*lefr*" au niveau de l'extrémité proche.

Il s'agit d'un compteur de débordement de 32 bits. Il doit être réinitialisé à la mise sous tension. Les compteurs ne doivent être remis à zéro ni lors d'une transition d'état de liaison ni après lecture.

La valeur amont doit être rapportée dans la CO-MIB en tant que valeur de l'extrémité proche.

La valeur aval doit être rapportée dans la CO-MIB en tant que valeur de l'extrémité distante.

#### 11.4.2 Compteur de bits sans erreur

Il s'agit d'un compteur local décomptant le nombre de bits sans erreur transmis au point de référence  $\beta_1$ , divisé par  $2^{16}$ . Les bits sans erreur sont des bits provenant de DTU pour lesquelles on n'a détecté aucune erreur de contenu au moment du passage sur le point de référence  $\beta_1$ .

Il s'agit d'un compteur de débordement de 32 bits. Il doit être réinitialisé à la mise sous tension. Les compteurs ne doivent être remis à zéro ni lors d'une transition d'état de liaison ni après lecture.

La valeur amont doit être rapportée dans la CO-MIB en tant que valeur de l'extrémité proche.

La valeur aval doit être rapportée dans la CO-MIB en tant que valeur de l'extrémité distante.

#### 11.4.3 Paramètre du débit minimal sans erreur (*EFTR\_min*)

Le paramètre de surveillance de la performance du débit minimal sans erreur (*EFTR\_min*) est défini comme le minimum de l'*EFTR* observé dans les secondes qui suivent la dernière lecture de l'*EFTR\_min*, excluant les secondes suivantes:

- les secondes pour lesquelles les valeurs de *EFTR* sont inférieures à *ETR/2*;
- les secondes pour lesquelles *EFTR* n'est pas défini;
- la seconde précédant une seconde présentant un défaut *sefr*;
- la seconde suivant une seconde présentant un défaut *sefr*.

Le paramètre *EFTR\_min* doit être mesuré en phase active par le récepteur. La lecture par l'entité de gestion xTU-C (c'est-à-dire la VME pour la Recommandation [UIT-T G.993.2]) de l'*EFTR\_min* de l'extrémité distante doit être réalisée par l'entremise d'une commande eoc sur l'interface U. La lecture par l'entité de gestion xTU-C de l'*EFTR\_min* de l'extrémité proche doit être réalisée par la PMS-TC à la réception sur la MPS-TC (c'est-à-dire sur l'interface  $\gamma_0$  pour la Recommandation [UIT-T G.993.2]).

Les valeurs valides sont les entiers compris entre *ETR/2* et le maximum des valeurs valides du NDR maximal spécifié dans les Recommandations associées.

Le paramètre de surveillance de la performance *EFTR\_min* doit être représenté comme un entier non signé de 32 bits exprimant sa valeur en kbits/s. Ce format de données prend en charge une granularité de 1 kbit/s. Pour les périodes d'observation pour lesquelles *EFTR* est non défini, toujours inférieur à *ETR/2* ou les deux, sur l'intégralité de la période d'observation, *EFTR\_min* doit être paramétré à une valeur spéciale de 32 bits égale à  $0xFFFFFFFF_{16}$ .

La valeur précédente d'*EFTR\_min* doit être rapportée si aucune mesure du paramètre *EFTR* n'a été effectuée depuis la dernière lecture d'*EFTR\_min*.

NOTE 1 – L'exigence ci-dessus concerne le cas dans lequel deux récupérations d'*EFTR\_min* sur l'eoc ont eu lieu en moins d'une seconde et dans lequel aucune nouvelle mesure *EFTR* n'est disponible puisque ce paramètre n'est mis à jour que toutes les secondes.

Bien que ce paramètre *EFTR\_min* soit rapporté par l'entremise d'une commande eoc de lecture d'un compteur de gestion, il ne constitue pas lui-même un compteur. En conséquence, les exigences des Recommandations [UIT-T G.992.3], [UIT-T G.993.2] et [UIT-T G.997.1] applicables aux compteurs en général ne s'appliquent pas à ce paramètre.

Le paramètre rapporté à la CO-MIB sur l'interface Q, MINEFTR, est défini comme le minimum des valeurs *EFTR\_min* récupérées, observé sur des périodes d'accumulation de 15 minutes ou de 24 heures.

L'entité de gestion XTU-C doit récupérer l'*EFTR\_min* de l'extrémité distante pour calculer le paramètre MINEFTR de l'extrémité distante tel que défini sur l'interface Q. L'entité de gestion XTU-C doit récupérer l'*EFTR\_min* de l'extrémité proche pour calculer le paramètre MINEFTR de l'extrémité proche tel que défini sur l'interface Q.

NOTE 2 – La fréquence de récupération pour l'extrémité proche et l'extrémité distante sera déterminée au moment de la mise en oeuvre afin d'assurer une surveillance précise.

La valeur MINEFTR amont doit être rapportée à la CO-MIB en tant que valeur de l'extrémité proche.

La valeur MINEFTR aval doit être rapportée à la CO-MIB en tant que valeur de l'extrémité distante.

### 11.5 Politiques d'initialisation de canal

La méthode utilisée par le récepteur pour sélectionner les valeurs des paramètres de l'émetteur-récepteur décrits dans ce paragraphe dépend de la mise en oeuvre. Cependant, dans la limite du débit total de données fourni par la sous-couche PMD locale, les valeurs retenues doivent satisfaire à toutes les contraintes communiquées par l'émetteur avant la phase d'analyse de canal et d'échange, notamment:

- débit de données de service (fondé sur les messages)  $\geq$  débit minimal de données de service (fondé sur les messages);
- $ETR \geq ETR_{min}$ ;
- il doit exister une protection contre le bruit impulsionnel permettant au moins une protection contre une menace combinée du bruit de type REIN le plus néfaste, tel que décrit dans les paramètres de la CO-MIB *INPmin\_REIN* et *IAT\_REIN\_flag*, et du bruit de type SHINE le plus néfaste, tel que décrit dans le paramètre de la CO-MIB *INPmin*;
- $\text{délai minimal} \leq \text{Délai} \leq \text{Délai maximal}$ ;
- $\text{marge de SNR} \geq \text{TARSNRM}$ .

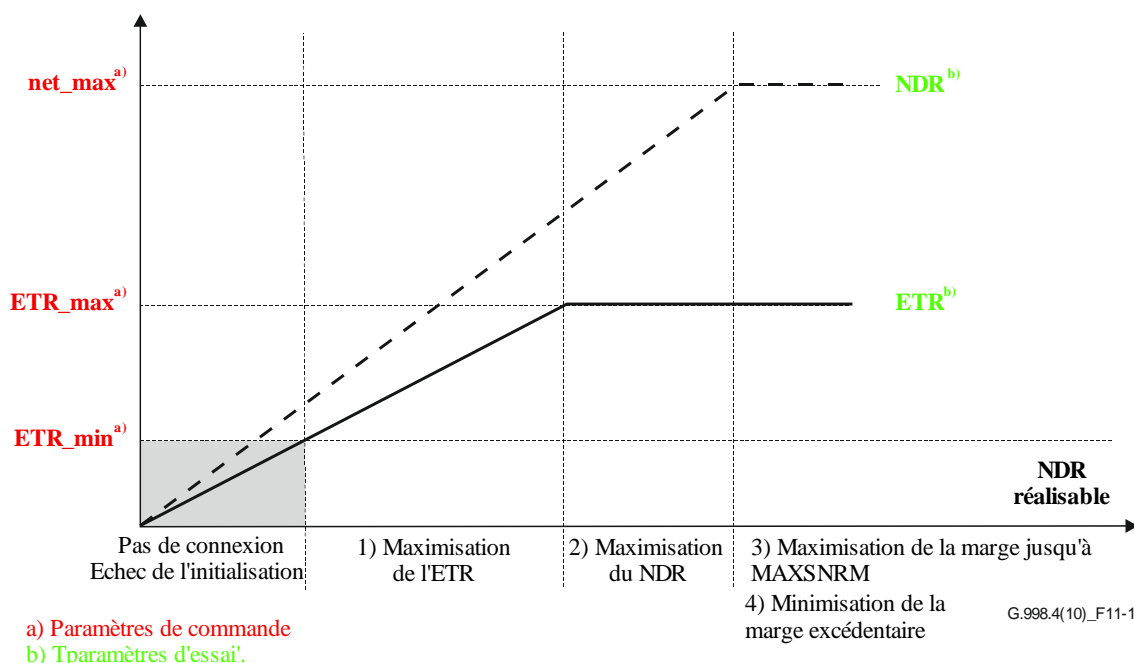
Si, en respectant ces contraintes, le récepteur est incapable de sélectionner un ensemble de paramètres de configuration, alors l'émetteur doit entrer dans l'état silencieux plutôt qu'en phase active à la fin des procédures d'initialisation.

Dans les limites de ces contraintes, le récepteur doit choisir les valeurs de façon à optimiser la liste des priorités ci-après. La politique d'initialisation de canal s'applique uniquement à l'ensemble des valeurs choisies échangées au cours de l'initialisation; elle ne s'applique pas pendant la phase active.

La politique d'initialisation de canal ci-après est définie

- comme politique ZERO, si  $CIpolicy_n = 0$ , dans ce cas:
  - 1) on maximisera l'*ETR* jusqu'à la limite *ETR\_max*;
  - 2) on maximisera le *NDR* jusqu'à une limite *net\_max*;
  - 3) on maximisera la marge jusqu'à *MAXSNRM*;

- 4) on minimisera l'excédent de marge par rapport à la marge maximale de SNR (MAXSNRM) par l'entremise des réglages de gain (voir paragraphe 10.3.4.2 de la Recommandation [UIT-T G.993.2]). Les autres paramètres de commande peuvent être utilisés pour atteindre cet objectif (par exemple MAXMASK, voir paragraphe 7.2.3 de la Recommandation [UIT-T G.993.2]).



**Figure 11-1 – Illustration de  $Clpolicy = 0$**

La prise en charge de la politique d'initialisation de canal 0 est obligatoire.

Les valeurs des paramètres  $Clpolicy_n$  autres que 0 sont réservées à l'usage de l'UIT-T.

## 12 Compteurs DTU

On définit trois compteurs DTU de surveillance de la retransmission à des fins de dépannage et d'essais de la fonctionnalité de retransmission:

- compteur de DTU non corrigées (rtx-uc): ce compteur est incrémenté chaque fois que l'on détecte une DTU erronée n'ayant pas été corrigée par une ou plusieurs retransmissions avant l'expiration de la contrainte *delay\_max*;
- compteur de DTU corrigées (rtx-c): ce compteur est incrémenté chaque fois que l'on détecte une DTU erronée ayant été corrigée avec succès par une retransmission;
- compteur de DTU retransmises par l'émetteur (rtx-tx): ce compteur est incrémenté chaque fois qu'une DTU a été retransmise par l'émetteur. On comptabilise chacune des retransmissions de la même DTU.

Ces compteurs, consistant en des valeurs de 32 bits avec débordement, doivent être maintenus par la xTU, disponibles sur demande sur l'eoc et réinitialisés à la mise sous tension. Ils ne doivent être remis à zéro ni lors d'une transition d'état de liaison ni après lecture.

## 13 Reconfiguration en ligne (OLR)

Toute reconfiguration en ligne (OLR) non définie dans les paragraphes ci-après fera l'objet d'une étude ultérieure.

### 13.1 Transfert de bits

Les transferts de bits utilisant des messages OLR de type 1 du canal de service doivent respecter les spécifications de la Recommandation associée [UIT-T G.992.3], [UIT-T G.992.5] ou [UIT-T G.993.2].

### 13.2 Adaptation de débit transparente (SRA)

La SRA doit utiliser des messages OLR de type 5 du canal de service respectant les spécifications de l'annexe associée de la présente Recommandation UIT-T G.998.4.

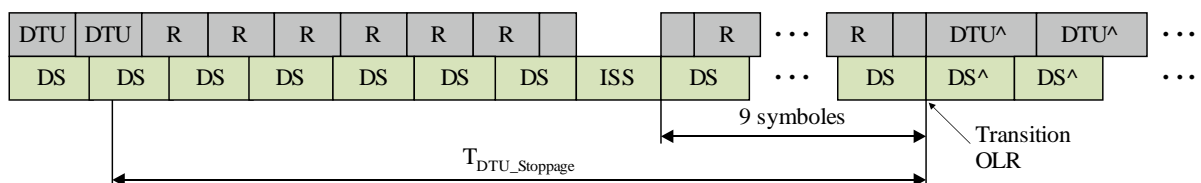
### 13.3 SOS

La fonction SOS doit utiliser des messages OLR de type 6 modifiés du canal de service, respectant les spécifications de l'annexe associée de la présente Recommandation UIT-T G.998.4.

NOTE – Le type 6 n'est pas pris en charge en association avec les Recommandations [UIT-T G.992.3] et [UIT-T G.992.5].

### 13.4 Mécanisme de transition pour les commandes d'OLR modifiées de type 5 et 6

Lorsque l'émetteur de retransmission reçoit une requête SRA ou une requête SOS, par l'entremise, respectivement, d'un message OLR de type 5 ou OLR de type 6 du canal de service provenant du récepteur de retransmission, la procédure doit être celle illustrée à la Figure 13-1 et définie plus en détail dans le présent paragraphe.



Arrêt du trameur de DTU

G.998.4(15)\_F13-1

- DS Symbole de données avant l'exécution de la transition SRA/SOS
- ISS Symbole de synchronisation inversé à l'emplacement habituel d'un symbole de synchronisation par rapport à la période du symbole de synchronisation
- DS^ Symbole de données après l'exécution de la transition SRA/SOS avec application du nouveau tramage
- DTU DTU avant la transition SRA/SOS
- R DTU avant la transition SRA/SOS transmis du tampon de retransmission
- DTU^ DTU après la transition SRA/SOS

**Figure 13-1 – Mécanisme de transition vers de nouveaux paramètres de configuration OLR**

Le trameur de DTU doit s'arrêter pendant un certain temps,  $T_{DTU-stoppage}$ , avant de terminer la transmission de la primitive de transition.

$T_{DTU-stoppage}$  doit être la plus longue des durées suivantes:

- le temps d'arrêt minimum requis pour satisfaire aux configurations  $INP_{min}$  et  $INP_{min\_rein}$ ;
- le délai minimal configuré par  $delay_{min}$ .

NOTE – Dans le cas où l'on utilise l'automate à états de référence dans l'émetteur, le temps d'arrêt minimum requis pour satisfaire aux configurations  $INP_{min}$  et  $INP_{min\_rein}$  est égal à  $N_{ret} * Q_{ix} * T_{DTU}$ , où  $N_{ret}$  est le plus petit entier respectant les contraintes spécifiées au paragraphe 9.5.

Lorsque le trameur de DTU est arrêté, les DTU du tampon de retransmission doivent être transférées au multiplexeur de retransmission. Dans le cas où un émetteur utilise un automate à états de transmission autre que l'automate à états de référence, les DTU transmises pendant le temps d'arrêt peuvent inclure des DTU ayant donné lieu à un accusé de réception positif.

La primitive de transition est composée du symbole de synchronisation inversée, ISS marker, tel que défini dans les Recommandations [UIT-T G.992.3], [UIT-T G.992.5] et [UIT-T G.993.2], suivi de 9 symboles DMT transitoires avant le début de la transmission des symboles de données avec les nouveaux paramètres de tramage.

Le premier symbole DMT suivant la primitive de transition doit transporter la première DTU avec le nouveau tramage. L'alignement entre le début de la DTU et le début du symbole de données DMT doit être identique à l'alignement à l'entrée en phase active.

Le paramètre `absoluteDTUcounts` doit être réinitialisé à 0 pour la première DTU avec le tramage modifié. Le RRC dans la direction opposée par rapport à la direction associée à la modification de tramage doit être réinitialisé avec les conditions spécifiées au paragraphe 8.4.1 lorsque l'on accuse réception de la première DTU avec le nouveau tramage.

L'octet SID doit être remis à 0 pour la première DTU avec le nouveau tramage, comme c'est le cas pour l'entrée en phase active.

L'octet TS ne doit pas être réinitialisé lors de l'application du nouveau tramage, mais doit conserver sa signification lors des modifications de tramage, de sorte qu'il puisse encore être utilisé pour réduire la gigue de délai entre les interfaces  $\gamma$  du transmetteur et du récepteur après la période de transition OLR.



## Annexe A

### Prise en charge de la Recommandation UIT-T G.998.4 avec la Recommandation UIT-T G.992.3

(Cette annexe fait partie intégrante de la présente Recommandation.)

#### A.1 Exigences spécifiques

Pour la Recommandation [UIT-T G.992.3], la retransmission n'est définie que pour la direction aval (c'est-à-dire que les DTU ne sont transmises que dans la direction aval et le RRC dans la direction amont).

##### A.1.1 Mémoire

La taille de la file d'attente de retransmission en émission dans le CO est limitée à la moitié du délai d'entrelacement aval en octets, c'est-à-dire:

$$Q_{tx} * Q * H \leq 8\,001 \text{ octets pour la Recommandation [UIT-T G.992.3]}$$

où  $Q_{tx}$  est la longueur de la file d'attente de retransmission en émission dans les DTU.

La mémoire minimale pour la file d'attente de retransmission du récepteur doit être identique à la quantité de la mémoire pour la file d'attente de transmission correspondante.

La taille maximale des DTU en octets ( $Q * H$ ) doit être 1 024.

##### A.1.2 Accès au canal de service (complète le paragraphe 7.8.2 de la Recommandation UIT-T G.992.3)

Le canal de service doit être inclus dans le trajet de latence 0 conformément aux spécifications de la Recommandation [UIT-T G.992.3] pour  $ms_{GLP} = 0$ , avec des contraintes supplémentaires sur le trajet de latence 0:

- $L_0$  doit être un multiple de 8;
- $T_0$  doit être égal à 1;
- $B_{0n}$  doit être égal à 0;
- $R_0$  doit être égal à 16;  $N_{FEC,0}$  doit être supérieur ou égal à 32;
- les valeurs valides de  $D_0$  sont 1, 2 ou 4;
- l'INP<sub>0</sub> (INP du trajet de latence défini au Tableau 7-7 de la Recommandation [UIT-T G.992.3]) doit être supérieur ou égal à 7;
- pour assurer la robustesse vis-à-vis des bruits de type REIN à 120 Hz, il doit y avoir la relation suivante entre  $N_0$ ,  $D_0$  et  $L_0$ :

$$\frac{8 \times N_{FEC,0} \times D_0}{L_0} \leq \left\lfloor \frac{f_{DMT}}{120\text{Hz}} \right\rfloor - 1 = 32 \text{ avec } f_{DMT} = 4\,312,5 * 16/17 \text{ Hz.}$$

##### A.1.3 Multiplexage

Si le ROC est activé, alors les bits RRC et  $L_0$  (ROC) peuvent partager une sous-porteuse commune. Le même décalage de marge SNR (SNRMOFFSET-ROC) doit être appliqué au RRC et à  $L_0$  (ROC).

## A.2 Initialisation

### A.2.1 Phase UIT-T G.994.1 (remplace le paragraphe K.x.10 de la Recommandation UIT-T G.992.3)

Ce paragraphe décrit les modifications apportées aux messages UIT-T G.994.1 de la Recommandation [UIT-T G.992.3] afin de prendre en charge la Recommandation UIT-T G.998.4 conjointement avec la Recommandation [UIT-T G.992.3].

Durant la phase UIT-T G.994.1, on effectue exclusivement la sélection de la fonction ATM TPS-TC qui doit être configurée pendant la phase d'analyse du canal par l'entremise de messages C/R-MSG1 et pendant la phase d'échange par l'entremise de messages C/R-PARAMS.

Durant la phase UIT-T G.994.1, on effectue exclusivement la sélection de la fonction PTM TPS-TC, conjointement avec la configuration pour l'utilisation de la préemption et des paquets courts. Les paramètres restants de la PTM TPS-TC doivent être configurés durant la phase d'analyse du canal par l'entremise de messages C-MSG1/R-MSG1 et durant la phase d'échange par l'entremise de messages C-PARAMS/R-PARAMS.

#### A.2.1.1 Message UIT-T G.994.1 de liste de capacités

On ajoute un bit SPAR(2) "ATM aval – TPS-TC #0 RETX" à chacun des modes de fonctionnement spécifiés aux annexes A/L, B, I, J et M de la Recommandation [UIT-T G.992.3] afin d'indiquer la prise en charge de la retransmission en direction aval pour l'ATM TPS-TC #0.

On ajoute un bit SPAR(2) "PTM aval – TPS-TC #0 RETX" à chacun des modes de fonctionnement spécifiés aux annexes A/L, B, I, J et M de la Recommandation [UIT-T G.992.3] afin d'indiquer la prise en charge de la retransmission en direction aval pour la PTM TPS-TC #0.

L'ATU-C doit positionner le bit Spar(2) "ATM aval – TPS-TC #0 RETX" sur UN dans le message CL pour indiquer l'activation par la CO-MIB de la retransmission dans la direction aval et la prise en charge par l'ATU-C de la retransmission ATM dans la direction aval.

L'ATU-C doit positionner le bit Spar(2) "PTM aval – TPS-TC #0 RETX" sur UN dans le message CL pour indiquer l'activation par la CO-MIB de la retransmission dans la direction aval et la prise en charge par l'ATU-C de la retransmission PTM dans la direction aval.

L'ATU-R doit positionner le bit Spar(2) "ATM aval – TPS-TC #0 RETX" sur UN dans le message CLR pour indiquer la prise en charge par l'ATU-R de la retransmission ATM dans la direction aval.

L'ATU-R doit positionner le bit Spar(2) "PTM aval – TPS-TC #0 RETX" sur UN dans le message CLR pour indiquer la prise en charge par l'ATU-R de la retransmission PTM dans la direction aval.

Ces informations pour une fonction ATM-TC sont représentées au moyen d'un bloc d'informations UIT-T G.994.1 comme indiqué au Tableau A.1.

**Tableau A.1 – Format d'un message CL ou CLR de sous-couche ATM TC**

Bit Spar(2)	Définition des octets Npar(3) associés
ATM aval TPS-TC #0 RETX	Bloc d'octets Npar(3) comme défini ci-dessous, décrivant les capacités de la fonction aval ATM-TC #0, si elle est présente.
	<b>Définition du bloc de paramètres des octets Npar(3)</b>
	Bloc de paramètres d'un octet réservé par l'UIT-T.

Ces informations pour une fonction PTM-TC sont représentées au moyen d'un bloc d'informations UIT-T G.994.1 comme indiqué au Tableau A.2.

**Tableau A.2 – Format d'un message CL ou CLR de sous-couche PTM-TC**

Bit Spar(2)	Définition des octets Npar(3) associés
PTM aval – TPS-TC #0 RETX	Bloc d'octets Npar(3) comme défini ci-dessous, décrivant les capacités de la fonction aval PTM-TC #0, si elle est présente.
	<b>Définition du bloc de paramètres des octets Npar(3)</b>
	Bloc de paramètres d'un octet indiquant la prise en charge de la préemption et des paquets courts.

### **A.2.1.2 Message de sélection de mode UIT-T G.994.1**

Le bit Spar(2) "ATM aval – TPS-TC #0 RETX" peut être positionné sur UN dans le message MS, si et seulement s'il est positionné sur UN dans le dernier message CL et CLR. Sinon, il doit être positionné sur ZERO.

Le bit Spar(2) "PTM aval – TPS-TC #0 RETX" peut être positionné sur UN dans le message MS, si et seulement s'il est positionné sur UN dans le dernier message CL et CLR. Sinon, il doit être positionné sur ZERO.

Les deux bits Spar(2) "ATM aval – TPS-TC #0 RETX" et "PTM aval – TPS-TC #0 RETX" ne doivent pas être positionnés simultanément sur UN. Si les deux bits sont positionnés dans le dernier message CL et dans le dernier message CLR précédents, le choix de positionner soit le bit Spar(2) "ATM aval – TPS-TC #0 RETX" soit le bit Spar(2) "PTM aval – TPS-TC #0 RETX" sur UN est effectué par l'entité qui transmet le message MS.

Si le bit Spar(2) "ATM aval – TPS-TC #0 RETX" ou le bit Spar(2) "PTM aval – TPS-TC #0 RETX" est positionné sur UN dans le message MS, alors tous les bits Spar(2) "STM aval – TPS-TC #n", "ATM aval – TPS-TC #n" et "PTM aval – TPS-TC #n" (pour  $n = 0, 1, 2$  et  $3$ ) doivent être positionnés sur ZERO dans le message MS.

Si le bit Spar(2) "PTM aval – TPS-TC #0 RETX" est positionné sur UN, alors la sous-couche PTM TPS-TC devra fonctionner en conformité avec l'annexe N de la Recommandation [\[UIT-T G.992.3\]](#), avec l'utilisation des paquets courts et la préemption activée, si et seulement si le bit Npar(3) "PTM aval – TPS-TC #0 RETX" est positionné sur UN.

#### **A.2.1.2.1 Comportement de l'ATU-C dans le cas où RTX\_ENABLE = FORCED**

Si le paramètre RTX\_ENABLE prend la valeur "FORCED" dans la CO-MIB et que, dans le message de sélection de mode UIT-T G.994.1, les bits Spar(2) "ATM aval – TPS-TC #0 RETX" et "PTM aval – TPS-TC #0 RETX" sont positionnés sur ZERO, alors l'émetteur ATU-C doit entrer dans l'état C-SILENT1 à l'issue de la phase UIT-T G.994.1.

Cette situation devra être considérée comme un échec d'initialisation. Le nombre d'échecs d'initialisation doit être incrémenté et une cause d'échec d'initialisation de valeur 6 doit être indiquée dans la MIB. Ce code d'échec doit être généré par l'ATU-C.

### **A.2.2 Configuration de la sous-couche TPS-TC en phase d'analyse de canal (remplace le paragraphe 6.6.2 de la Recommandation UIT-T G.992.3)**

Ce paragraphe décrit les modifications des messages d'analyse de canal de l'initialisation de la Recommandation [\[UIT-T G.992.3\]](#) afin de prendre en charge la Recommandation UIT-T G.998.4 conjointement avec la Recommandation [\[UIT-T G.992.3\]](#).

Le message C-MSG1 doit inclure l'information TPS-TC spécifiée au Tableau A.3. L'information TPS-TC contient les exigences sur la configuration du canal support aval 0 mappé dans le trajet de retransmission.

**Tableau A.3 – Format des informations C-MSG1 de sous-couche TPS-TC**

Numéro d'octet [i]	Bits de format PMS-TC [ $8 \times I + 7$ à $8 \times I + 0$ ]	Description
Octet 0	[aaaa aaaa] bits 7 à 0	Les bits aaaa aaaa donnent le LSB du débit minimal du canal support aval 0 ( <i>ETR_min</i> ) exprimé sous la forme d'un multiple de 8 kbits/s.
Octet 1	[aaaa aaaa] bits 15 à 8	Les bits aaaa aaaa donnent le MSB du débit minimal du canal support aval 0 ( <i>ETR_min</i> ) exprimé sous la forme d'un multiple de 8 kbits/s.
Octet 2	[bbbb bbbb] bits 7 à 0	Les bits bbbb bbbb donnent le LSB du débit maximal du canal support aval 0 ( <i>ETR_max</i> ) exprimé sous la forme d'un multiple de 8 kbits/s.
Octet 3	[bbbb bbbb] bits 15 à 8	Les bits bbbb bbbb donnent le MSB du débit maximal du canal support aval 0 ( <i>ETR_max</i> ) exprimé sous la forme d'un multiple de 8 kbits/s.
Octet 4	[cccc cccc] bits 7 à 0	Les bits cccc cccc donnent le LSB du débit de données net maximal du canal support aval 0 ( <i>net_max</i> ) exprimé sous la forme d'un multiple de 8 kbits/s.
Octet 5	[cccc cccc] bits 15 à 8	Les bits cccc cccc donnent le MSB du débit de données net maximal du canal support aval 0 ( <i>net_max</i> ) exprimé sous la forme d'un multiple de 8 kbits/s.
Octet 6	[00dd dddd] bits 7 à 0	Les bits dd dddd donnent la protection minimale contre le bruit impulsif (INPmin) du canal support aval 0 ( <i>INP_min</i> ) exprimée en symboles DMT.
Octet 7	[eeee eeee] bits 7 à 0	Les bits eeee eeee donnent la valeur de <i>SHINERatio</i> exprimée avec comme unité 0,001.
Octet 8	[000f 0ggg] bits 7 à 0	Les bits ggg fournissent la protection minimale contre le bruit impulsif de type REIN du canal support aval 0 ( <i>INP_min_rein</i> ) exprimée en symboles DMT. Le bit f contient la périodicité du bruit de type REIN du canal support 0 ( <i>iat_rein_flag</i> ). Si f est égal à 0, la périodicité du bruit de type REIN est de 100 Hz. Si f est égal à 1, la périodicité du bruit de type REIN est de 120 Hz.
Octet 9	[00hh hhhh] bits 7 à 0	Les bits hh hhhh donnent le délai maximal du canal support aval 0 ( <i>delay_max</i> ) exprimé en ms.
Octet 10	[00ii iiiii] bits 7 à 0	Les bits ii iiiii donnent le délai minimal du canal support aval 0 ( <i>delay_min</i> ) exprimé en ms.
Octet 11	[0jjj jjjj] bits 7 à 0	Les bits jjj jjjj donnent la valeur du seuil leftr pour le canal support aval 0 ( <i>leftr_thresh</i> ) exprimée en multiples d'un centième du NDR.
Octet 12	[0000 00kk] bits 7 à 0	Les bits kk donnent la politique CI pour le canal support aval 0.
NOTE – Lorsque la retransmission est activée (en aval), un seul canal support doit être pris en charge dans les directions aval et amont.		

### A.2.3 Configuration de la sous-couche PMS-TC en phase d'analyse de canal (remplace le paragraphe 7.10.2 de la Recommandation UIT-T G.992.3)

#### A.2.3.1 Message C-MSG1

Le format des informations de sous-couche PMS-TC transmises dans le message C-MSG1 doit être tel que décrit au Tableau A.4.

**Tableau A.4 – Format des informations C-MSG1 de sous-couche PMS-TC**

Numéro d'octet [i]	Bits de format PMS-TC [ $8 \times I + 7$ à $8 \times I + 0$ ]	Description
Octet 0	[0000 00aa]	Les bits aa donnent le type de tramage de DTU pris en charge avec CRC-8 par l'ATU-C: aa = 00 réservé par l'UIT-T aa = 01 indique la prise en charge du type 2 de tramage de DTU (voir paragraphe 8.1.2). aa = 10 indique la prise en charge du type 3 de tramage de DTU (voir paragraphe 8.1.3). aa = 11 indique la prise en charge du type 4 de tramage de DTU (voir paragraphe 8.1.4).
Octet 1	[00dd ssss] bits 7 à 0	Les bits ssss et dd donnent le demi-aller-retour de l'émetteur de l'ATU-C. Les bits ssss contiennent la partie en symboles DMT codée sous la forme d'un entier de 0 à 15 et les bits dd contiennent la partie en DTU codée sous la forme d'un entier de 0 à 3.
Octet 2	[0000 bbbb] bits 7 à 0	Les bits bbbb contiennent la valeur maximale 1/S prise en charge par l'émetteur pour le trajet de latence avec fonction de retransmission. Ce 1/S maximal doit être égal à $(n + 1)$ , n étant codé comme une valeur non signée de 4 bits bbbb, comprise entre 0 et 15. Lorsque la retransmission est activée, cette valeur remplace la valeur maximale 1/S échangée avec le champ " $S_{1min}$ " dans la liste des capacités de la sous-couche PMS-TC de la Recommandation UIT-T G.994.1.

#### A.2.3.2 Message R-MSG1

Le format des informations de sous-couche PMS-TC transmises dans le message R-MSG1 doit être conforme à la description du Tableau A.5.

**Tableau A.5 – Format des informations R-MSG1 de sous-couche PMS-TC**

Numéro d'octet [i]	Bits de format PMS-TC [8 × I + 7 à 8 × I + 0]	Description
Octet 0	[0add ssss] bits 7 à 0	<p>Les bits ssss et dd donnent le demi-aller-retour du récepteur de l'ATU-R. Les bits ssss contiennent la partie en symboles DMT codée sous la forme d'un entier de 0 à 15 et les bits dd contiennent la partie en DTU codée sous la forme d'un entier de 0 à 3.</p> <p>Le bit a indique la valeur de <i>CPARAMS_INP_FLAG</i>. <i>CPARAMS_INP_FLAG</i> = 1 indique que les symboles C-PARAMS sont répétés (<math>2 \times INP\_min\_rein + 1</math>) fois. <i>CPARAMS_INP_FLAG</i> = 0 indique qu'il n'y a aucune répétition.</p>

#### A.2.4 Configuration de sous-couche PMS-TC en phase d'échange (complète le paragraphe 7.10.3 de la Recommandation UIT-T G.992.3)

##### A.2.4.1 Message R-PARAMS

Le format des informations PMS-TC transmises dans le message R-PARAMS (tableau 7-21 de la Recommandation [UIT-T G.992.3]) doit être remplacé par le format décrit au tableau A.6. La longueur des informations PMS-TC transmises dans le message R-PARAMS n'est pas modifiée.

**Tableau A.6 – Format des informations R-PARAMS de sous-couche PMS-TC**

Numéro d'octet [i]	Bits de format PMS-TC [8 × I + 7 à 8 × I + 0]	Description
Octet 0	[p fff 0000] bits 7 à 0	<p>Les bits fff codent le code de réussite ou d'échec de l'initialisation tel que défini au paragraphe 7.10.3 de la Recommandation [UIT-T G.992.3].</p> <p>Le bit p est le bit de sondage. Une valeur 1 indique que l'initialisation en cours est utilisée pour le sondage automode. Une valeur 0 indique que l'initialisation courante est une initialisation normale.</p>
Octet 1	[0001 1111] bits 7 à 0	Réservé par l'UIT-T
Octet 2	[1111 1111] bits 7 à 0	Réservé par l'UIT-T
Octet 3	[gggg gggg ] bits 7 à 0	Les bits gggggggg codent la valeur de <i>MSG<sub>C</sub></i> , le nombre d'octets dans la partie fondée sur les messages de la structure du trafic de service. Le trajet de latence 0 sert à transporter les informations de service en fonction des messages.
Octet 4	[hhhh hhhh] bits 7 à 0	Les bits hhhhhhhh donnent le nombre d'octets provenant du canal support 0 par trame de données multiplexées transportées sur le trajet de latence 1 avec fonction de retransmission, <i>B<sub>10</sub></i> .
Octets 5 à 7	[0000 0000] bits 7 à 0	Réservé par l'UIT-T
Octet 8	[0mmm mmmm] bits 7 à 0	Les bits mmmmmmm donnent la valeur de <i>M<sub>p</sub></i> pour le trajet de latence 0. Ils sont toujours présents.
Octet 9	[tttt tttt] bits 7 à 0	Les bits ttttttt donnent la valeur de <i>T<sub>p</sub></i> pour le trajet de latence 0. Ils sont toujours présents.

**Tableau A.6 – Format des informations R-PARAMS de sous-couche PMS-TC**

Numéro d'octet [i]	Bits de format PMS-TC [ $8 \times I + 7$ à $8 \times I + 0$ ]	Description
Octet 10	[rrrr 0DDD] bits 7 à 0	Les bits rrrr0DDD donnent la valeur de $R_p$ et $D_p$ pour le trajet de latence 0. Les bits rrrr et DDD sont codés comme défini dans le tableau 7-18. Ils sont toujours présents.
Octet 11	[llll llll] bits 7 à 0	Les bits llllll donnent le LSB de la valeur de $L_p$ pour le trajet de latence 0. Ils sont toujours présents.
Octet 12	[llll llll] bits 15 à 8	Les bits llllll donnent le MSB de la valeur de $L_p$ pour le trajet de latence 0. Ces bits sont toujours présents.
Octet 13	[0mmm mmmm] bits 7 à 0	Les bits mmmmmm donnent la valeur de $M_p$ pour le trajet de latence 1. Ils sont toujours présents. La valeur doit être paramétrée à 1 pour les types 1, 2 et 3 de tramage de DTU.
Octet 14	[tttt tttt] bits 7 à 0	Les bits tttttt donnent la valeur de $T_p$ pour le trajet de latence 1. Ils sont toujours présents. Ils doivent être mis à zéro pour les types 1 et 2 de tramage de DTU et paramétrés sur $Q$ pour le type 3 de tramage de DTU.
Octet 15	[rrrr 0DDD] bit 7 to 0	Les bits rrrr0DDD donnent les valeurs de $R_p$ et $D_p$ pour le trajet de latence 1. Les bits rrrr et DDD sont codés comme défini dans le tableau 7-18. Ils sont toujours présents.
Octet 16	[llll llll] bits 7 à 0	Les bits llllll donnent le LSB de la valeur de $L_p$ pour le trajet de latence 1. Ils sont toujours présents.
Octet 17	[llll llll] bits 15 à 8	Les bits llllll donnent le MSB de la valeur de $L_p$ pour le trajet de latence 1. Ces bits sont toujours présents.
Octet 18	[0000 00aa] bits 7 à 0	Les bits aa donnent le type de tramage de DTU sélectionné. Ils devront être codés comme suit. Selon le type de tramage de DTU sélectionné, le codage sera: aa = 00 pour le type 1 de tramage de DTU (voir paragraphe 8.1.1) aa = 01 pour le type 2 de tramage de DTU (voir paragraphe 8.1.2) aa = 10 pour le type 3 de tramage de DTU (voir paragraphe 8.1.3) aa = 11 pour le type 4 de tramage de DTU (voir paragraphe 8.1.4) Le récepteur doit sélectionner un type de tramage pris en charge par l'émetteur.
Octet 19	[0qqq qqqq] bits 7 à 0	Nombre de mots de code Reed-Solomon par DTU $1 \leq Q \leq 16$
Octet 20	[0000 vvvv] bits 7 à 0	Nombre d'octets de bourrage par DTU $0 \leq V \leq 15$
Octet 21	[jjjj jjjj] bits 7 à 0	Délai en DTU entre deux transmissions consécutives de la même DTU utilisé par le récepteur dans l'automate à états de référence $1 \leq Q_{Tx} \leq 63$
Octet 22	[000n nnnn] bits 7 à 0	Les bits nnnnn codent la valeur de retour ( $lb$ ) du canal RRC.

**Tableau A.6 – Format des informations R-PARAMS de sous-couche PMS-TC**

Numéro d'octet [i]	Bits de format PMS-TC $[8 \times I + 7 \text{ à } 8 \times I + 0]$	Description
Octets 23 à 27	[0000 0000] bits 7 à 0	Réservé par l'UIT-T

**A.2.4.2 Message C-PARAMS**

Les octets 18 à 27 des informations de sous-couche PMS-TC transmises dans le message C-PARAMS (Tableau 7-21 de la Recommandation [UIT-T G.992.3]) doivent être paramétrés conformément aux descriptions du Tableau A.7. La longueur des informations de sous-couche PMS-TC transmises dans le message C-PARAMS n'est pas modifiée.

**Tableau A.7 – Format des informations C-PARAMS de sous-couche PMS-TC**

Numéro d'octet [i]	Bits de format PMS-TC $[8 \times I + 7 \text{ à } 8 \times I + 0]$	Description
Octets 18 à 22	[0000 0000] bits 7 à 0	Réservé par l'UIT-T
Octets 23 à 27	[0000 0000] bits 7 à 0	Réservé par l'UIT-T

De plus, les bits fff de l'octet 0 (voir Tableau 7-21 de la Recommandation [UIT-T G.992.3]) qui codent le code de la réussite ou de l'échec de l'initialisation doivent être basés sur les politiques d'initialisation de canal définies dans la présente Recommandation plutôt que sur les politiques de la Recommandation [UIT-T G.992.3].

Par ailleurs, si *delay\_max* est inférieur à l'aller-retour réel (voir paragraphe 8.6), un échec d'initialisation doit être indiqué en positionnant le statut d'initialisation à 010<sub>2</sub> (configuration non réalisable sur la ligne). Le trajet aller-retour réel dépend des caractéristiques XTU-C et XTU-R indépendantes de la ligne ainsi que des tailles de DTU et des débits de données dépendants de la ligne.

Si un code de succès ou d'échec non nul est positionné par une des unités ATU:

- Le décompte des échecs d'initialisation doit être incrémenté;
- Les autres bits des informations PARAMS de sous-couche PMS-TC doivent être mis à 0;
- L'émetteur doit entrer dans l'état SILENT (voir annexe D de la Recommandation [UIT-T G.992.3]) au lieu de l'état phase active à la fin des procédures d'initialisation.

**A.2.5 Messages d'initialisation****A.2.5.1 C-MSG1 (complète le paragraphe 8.13.5.1.1 de la Recommandation UIT-T G.992.3)**

Le Tableau 8-37 de la Recommandation [UIT-T G.992.3] doit être remplacé par le Tableau A.8.



**Tableau A.8 – Longueur de préfixe C-MSG1, de message et de CRC**

Partie de message	Longueur (bits ou symboles)
Préfixe	32
<i>Npmd</i>	160
<i>Npms</i>	24
<i>Ntps</i>	104
<i>Nmsg</i>	288
<i>CRC</i>	16
<i>LEN_C-MSG1</i> (symboles)	336

**A.2.5.2 R-MSG1 (complète le paragraphe 8.13.5.2.3 de la Recommandation UIT-T G.992.3)**

Le Tableau 8-38 de la Recommandation [\[UIT-T G.992.3\]](#) doit être remplacé par le Tableau A.9.

**Tableau A.9 – Longueur de préfixe R-MSG1, de message et de CRC**

Partie de message	Longueur (bits ou symboles)
Préfixe	32
<i>Npmd</i>	32
<i>Npms</i>	8
<i>Ntps</i>	0
<i>Nmsg</i>	40
<i>CRC</i>	16
<i>LEN_R-MSG1</i> (symboles)	88

**A.2.5.3 C-PARAMS (remplace le paragraphe 8.13.6.1.4 de la Recommandation UIT-T G.992.3)**

L'état C-PARAMS est de longueur fixe. Dans cet état, l'ATU-C doit transmettre *LEN\_C-PARAMS* symboles C-PARAMS afin de moduler le message C-PARAMS et le CRC à  $(2 \times NSC\_C-PARAMS)$  bits par symbole. La valeur *NSC\_C-PARAMS* doit être définie comme étant le nombre de sous-porteuses à utiliser pour la modulation du message C-PARAMS comme indiqué par l'ATU-R dans le message R-MSG2. La protection contre le bruit impulsionnel du message C-PARAMS doit être égale à  $INP\_CPARAMS = INP\_min\_rein \times CPARAMS\_INP\_FLAG$ , où *CPARAMS\_FLAG* est conforme à ce qu'indique l'ATU-R dans le message R-MSG2. La valeur *LEN\_C-PARAMS* doit être définie comme (longueur du message C-PARAMS et du CRC en bits) multiplié par  $(2 \times INP\_CPARAMS + 1)$  divisé par  $(2 \times NSC\_C-PARAMS)$  et arrondi à l'entier supérieur.

Le Tableau A.10 énumère les longueurs du message C-PARAM sommées sur les sous-couches TPS-TC, PMS-TC et PMD. Les bits de sous-couche TPS-TC, PMS-TC et PMD correspondent chacun à un nombre pair d'octets.

**Tableau A.10 – Longueurs du message et du CRC C-PARAMS**

Partie de message	Longueur (bits ou symboles)
<i>Npmd</i>	$96 + 24 \times NSCus$
<i>Npms</i>	224
<i>Ntps</i>	0
<i>Nmsg</i>	$320 + 24 \times NSCus$

**Tableau A.10 – Longueurs du message et du CRC C-PARAMS**

Partie de message	Longueur (bits ou symboles)
<i>CRC</i>	16
<i>LEN_C-PARAMS</i> (indique la longueur en symboles)	$\left\lceil \frac{336 + 24 \times NSC_{Cus}}{2 \times NSC\_C-PARAMS} \right\rceil \times (2 \times INP\_CPARAMS + 1)$
NOTE – $\lceil x \rceil$ indique un arrondi à l'entier supérieur.	

Le message C-PARAMS,  $m$ , est défini par:

$$m = \{tps_{Ntps-1}, \dots, tps_0, pms_{Npms-1}, \dots, pms_0, pmd_{Npmd-1}, \dots, pmd_0\} = \{m_{Nmsg-1}, \dots, m_0\}$$

Le message C-PARAMS achemine 3 ensembles de paramètres, associés à la configuration des sous-couches TPS-TC, PMS-TC et PMD. Les paramètres TPS-TC sont acheminés dans les bits  $tps_{Ntps-1}$  à  $tps_0$  et sont définis au paragraphe 6. Les paramètres de sous-couche PMS-TC sont acheminés dans les bits  $pms_{Npms-1}$  à  $pms_0$  et sont définis au paragraphe 7. Les paramètres de sous-couche PMD sont acheminés dans les bits  $pmd_{Npmd-1}$  à  $pmd_0$  et sont définis au paragraphe 8.

Les paramètres de sous-couche PMS-TC comportent les paramètres de configuration du trameur. Les paramètres de sous-couche PMD contiennent les tables d'attribution des bits et des gains pour les sous-porteuses en amont.

Un CRC doit être ajouté au message. Les 16 bits CRC doivent être calculés d'après les  $m$  bits de message Nmsg de la même façon que les bits de contrôle CRC sont calculés pour le message C-MSG-FMT.

Si le nombre de bits de message et de CRC à transmettre n'est pas un multiple entier du nombre de bits par symbole (c'est-à-dire qu'il n'est pas un multiple de  $2 \times NSC\_C-PARAM$ ), alors les bits de message et de CRC doivent subir un bourrage complémentaire avec des bits de valeur zéro tels que le nombre total de bits à transmettre soit égal à  $(2 \times NSC\_C-PARAM \times LEN\_C-PARAM) / (2 \times INP\_CPARAMS + 1)$ .

Les bits de message C-PARAMS (ainsi que les bits de contrôle CRC et les bits de bourrage) doivent être embrouillés à l'aide de l'équation suivante:

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

où  $d_n$  est la  $n^e$  entrée dans l'embrouilleur (la première entrée est  $d_1$ );

et  $d'_n$  est la  $n^e$  sortie de l'embrouilleur (la première sortie est  $d'_1$ );

et l'embrouilleur est initialisé à 1 pour  $n < 1$ .

Les bits à transmettre doivent être introduits dans l'équation d'embrouilleur en commençant par le bit de plus faible poids ( $m_0$  en premier et  $m_{Nmsg-1}$  en dernier, suivi par  $c_0$  en premier et  $c_{15}$  en dernier, suivi par les bits de bourrage, si présents). Par construction, l'embrouilleur produit en sortie des bits  $d'_n$  jusqu'à  $d'_{18}$  égaux respectivement à  $m_0$  jusqu'à  $m_{17}$ .

La sortie de l'embrouilleur devra être transmise à  $(2 \times NSC\_C-PARAM)$  bits par symbole C-PARAMS (le premier bit sortant de l'embrouilleur est transmis le premier, et ainsi de suite). Les paires de bits doivent être attribuées aux sous-porteuses en ordre ascendant d'indice de sous-porteuse et au moyen de la modulation 4-QAM définie dans le tableau 8-36 de la Recommandation [UIT-T G.992.3] pour les symboles C-REVERB. Chaque symbole C-PARAMS doit être répété et transmis  $(2 \times INP\_CPARAMS + 1)$  fois.

Le symbole C-PARAMS doit contenir seulement les sous-porteuses *NSC\_C-PARAM* (transportant les bits de message) et la tonalité pilote C-TREF. Les autres sous-porteuses doivent être émises sans puissance (c'est-à-dire  $X_i = Y_i = 0$ ).

La tonalité pilote C-TREF peut faire partie de l'ensemble des sous-porteuses *NSC-PARAMS* (transportant les bits de message). Dans ce cas, la tonalité pilote C-TREF doit être modulée avec des bits de message. Sinon, elle doit être modulée avec le point de constellation 4-QAM fixe  $\{0, 0\}$ .

L'état C-PARAMS doit être suivi par l'état C-REVERB7.

### A.3 Procédures du plan de gestion

#### A.3.1 Commandes de lecture de paramètre d'essai (complète le paragraphe 9.4.1.10 de la Recommandation UIT-T G.992.3)

Quatre paramètres d'essai sont ajoutés au Tableau 9-30 de la Recommandation [\[UIT-T G.992.3\]](#) comme décrit au Tableau A.11.

Le paramètre avec ID = 41<sub>16</sub> contient l'INP réelle contre les bruits de type SHINE calculée par l'émetteur de l'extrémité distante. Il est représenté comme un entier non signé de 16 bits en multiples de 0,1. Ce paramètre doit être disponible auprès de l'ATU-C par l'entremise d'une commande de lecture unique.

Le paramètre avec ID = 42<sub>16</sub> contient l'INP réelle contre les bruits de type REIN calculée par l'émetteur de l'extrémité distante. Il est représenté comme un entier non signé de 8 bits en multiples de 0,1. Ce paramètre doit être disponible auprès de l'ATU-C par l'entremise d'une commande de lecture unique.

Le paramètre avec ID = 43<sub>16</sub> contient l'ETR réel calculé par le récepteur de l'extrémité distante. Il est représenté sous la forme d'un entier non signé de 32 bits en multiples de 1 kbit/s. Ce paramètre doit être disponible auprès de l'ATU-R par l'entremise d'une commande de lecture unique.

Le paramètre avec ID = 44<sub>16</sub> contient le délai réel calculé par le récepteur de l'extrémité distante. Il est représenté sous la forme d'un nombre entier non signé de 8 bits en multiples de 1 ms. Ce paramètre doit être disponible auprès de l'ATU-R par l'entremise d'une commande de lecture unique.

**Tableau A.11 – Valeurs supplémentaires d'identification de paramètres d'essai PMD**

ID du paramètre d'essai	Nom du paramètre d'essai	Longueur pour lecture unique	Longueur pour lecture multiple	Longueur pour lecture de bloc
41 <sub>16</sub>	Protection réelle contre le bruit impulsionnel de type SHINE pour l'émetteur RTX de l'extrémité distante (INP_act_SHINE)	2 octets	s.o.	s.o.
42 <sub>16</sub>	Protection réelle contre le bruit impulsionnel de type REIN pour l'émetteur RTX de l'extrémité distante (INP_act_REIN)	1 octet	s.o.	s.o.

**Tableau A.11 – Valeurs supplémentaires d'identification de paramètres d'essai PMD**

ID du paramètre d'essai	Nom du paramètre d'essai	Longueur pour lecture unique	Longueur pour lecture multiple	Longueur pour lecture de bloc
43 <sub>16</sub>	Débit escompté du récepteur RTX ( <i>ETR</i> )	4 octets	s.o.	s.o.
44 <sub>16</sub>	Délai réel du récepteur RTX ( <i>delay_act_RTX</i> )	1 octet	s.o.	s.o.

### A.3.2 Commandes de lecture de compteur de gestion (complète le paragraphe 9.4.1.6 de la Recommandation UIT-T G.992.3)

Remplacer le Tableau 9-19 de la Recommandation [UIT-T G.992.3] et le Tableau 9-20 de la Recommandation [UIT-T G.992.3] avec, respectivement, le tableau A.12 et le Tableau A.13.

Le champ "*EFTR\_min*" contient l'*EFTR\_min* tel que calculé par le récepteur de l'extrémité distante. Il est représenté sous la forme d'un entier non signé de 32 bits en multiples de 1 kbit/s. Ce champ doit être présent dans la réponse de l'ATU-R si la retransmission est activée dans la direction aval. Bien que ce paramètre de suivi de la performance soit rapporté par l'entremise des commandes eoc du compteur de gestion, il ne constitue pas lui-même un compteur. En conséquence, les exigences des Recommandations [UIT-T G.992.3] et [UIT-T G.997.1] applicables aux compteurs en général ne s'appliquent pas à ce paramètre.

**Tableau A.12 – Commandes de lecture de compteur de gestion transmises par le répondeur**

Longueur de message (octets)	Nom d'élément (commande)
2 + 4 × <i>Nc</i> pour PMS-TC et variable pour TPS-TC	81 <sub>16</sub> suivi par: toutes les valeurs du compteur de sous-couche PMS-TC, suivies de toutes les valeurs du compteur de la sous-couche TPS-TC.  Toutes les autres valeurs d'octet sont réservées par l'UIT-T.
NOTE – <i>Nc</i> est le nombre de compteurs liés à la PMS-TC, <i>Nc</i> = 14 dans le rapport sur la direction aval et <i>Nc</i> = 8 dans le rapport sur la direction amont.	

**Tableau A.13 – Valeurs du compteur de gestion d'émetteur-récepteur ATU**

PMD et PMS-TC
Compteur des anomalies FEC-0 (note 1)
Compteur des anomalies FEC-1 (note 1)
Compteur des anomalies CRC-0 (note 1)
Compteur des anomalies CRC-1 (note 1)
Compteur de rtx-tx (note 3)

**Tableau A.13 – Valeurs du compteur de gestion d'émetteur-récepteur ATU**

Compteur de rtx-c (note 2)
Compteur de rtx-uc (note 2)
Compteur de secondes avec erreur FEC
Compteur de secondes avec erreur
Compteur de secondes avec beaucoup d'erreurs
Compteur de secondes avec erreur LOS
Compteur de secondes avec erreur d'indisponibilité
Compteur de secondes avec défaut "lefr" (note 2)
Compteur de bits sans erreur (note 2)
<i>EFTR_min</i> (note 2)
<b>TPS-TC</b>
Compteurs pour sous-couche TPS-TC 0
NOTE 1 – L'ATU-R doit inclure les champs des anomalies FEC et CRC pour les trajets de latence 0 et 1; le FEC et le CRC du trajet de latence 0 seront à la discrétion du fournisseur. L'ATU-C doit inclure uniquement les champs des anomalies FEC et CRC pour le trajet de latence 0.
NOTE 2 – Ces compteurs doivent être inclus uniquement dans le rapport ATU-R à ATU-C sur la direction aval.
NOTE 3 – Ce compteur doit être inclus uniquement dans le rapport ATU-C à ATU-R sur la direction amont.

### **A.3.3 Commandes de diagnostic et réponses (complète le paragraphe 9.4.1.2 de la Recommandation UIT-T G.992.3)**

Remplacer le Tableau 9-10 de la Recommandation [[UIT-T G.992.3](#)] par le Tableau A.14.

**Tableau A.14 – Commandes de canal eoc transmises par l'émetteur-récepteur ATU-C**

Longueur de message (octets)	Nom d'élément (commande)
2	01 <sub>16</sub> Effectuer autotest
2	02 <sub>16</sub> Mise à jour des paramètres d'essai
2	03 <sub>16</sub> Début d'émission de CRC corrompu
2	04 <sub>16</sub> Fin d'émission de CRC corrompu
2	05 <sub>16</sub> Début de réception de CRC corrompu
2	06 <sub>16</sub> Fin de réception de CRC corrompu
2	07 <sub>16</sub> Entrée en mode d'essai de retransmission
2	08 <sub>16</sub> Abandon du mode d'essai de retransmission
2	80 <sub>16</sub> ACK
Toutes les autres valeurs d'octet sont réservées par l'UIT-T.	

#### **A.3.3.1 Mode d'essai de retransmission**

Un mode d'essai spécial est défini pour les essais accélérés relatifs au MTBE (voir paragraphe 10.4). Une commande de diagnostic est définie pour entrer ou abandonner ce mode en phase active.

A la réception de la commande Enter RTX\_TESTMODE, l'ATU-R doit accuser réception avec une réponse ACK. Par la suite, l'ATU-R devra accuser réception de toutes les DTU reçues.

A la réception de la commande Leave RTX\_TESTMODE, l'ATU-R doit reprendre son comportement normal de retransmission.

#### A.3.4 Commande de reconfiguration en ligne

On définit une requête OLR supplémentaire (type 5) pour la prise en charge de l'adaptation de débit transparente avec retransmission. Cette requête OLR doit remplacer la requête OLR de type 02<sub>16</sub> et la requête OLR de type 03<sub>16</sub> du Tableau 9-7 de la Recommandation [UIT-T G.992.3].

Le format de la commande OLR de type 5 transmise par le récepteur initiateur est décrit au Tableau A.15. A la réception de cette commande, l'émetteur-récepteur devra déclencher une reconfiguration de son émetteur comme décrit au paragraphe 13.2 ou générer une réponse OLR. Le format de la commande OLR de type 5 transmise par l'émetteur qui répond est décrit au Tableau A.16. Le code de cause est défini au paragraphe 9.4.1.1 de la Recommandation [UIT-T G.992.3]. Tous les codes de cause sont applicables au type 5 d'OLR.

Pour chaque requête OLR de type 5, les nouveaux paramètres de tramage devront être sélectionnés de manière à ce que toutes les contraintes de configuration soient respectées.

**Tableau A.15 – Commandes supplémentaires de reconfiguration en ligne émises par le récepteur initiateur**

Longueur de message (octets)	Nom d'élément (commande)
$2 + 10 + 3 \times N_f$	05 <sub>16</sub> Requête de type 5 suivie de: 2 octets contenant la nouvelle valeur de $L_I$ 1 octet contenant la nouvelle valeur de $B_{I0}$ 1 octet contenant la nouvelle valeur de $M_I$ 1 octet contenant la nouvelle valeur de $R_I$ 1 octet contenant la nouvelle valeur de $Q$ 1 octet contenant la nouvelle valeur de $V$ 1 octet contenant la nouvelle valeur de $Q_{tx}$ 1 octet contenant la nouvelle valeur de $lb$ 1 octet pour le nombre de sous-porteuses $N_f$ $3 \times N_f$ octets décrivant le champ de paramètres de chaque sous-porteuse

**Tableau A.16 – Commandes supplémentaires de reconfiguration en ligne émises par l'émetteur qui répond**

Longueur de message (octets)	Nom d'élément (commande)
3	84 <sub>16</sub> Rejet de la requête de type 3 suivi de: 1 octet pour le code de cause

#### A.3.5 Commandes de gestion de puissance (remplace le paragraphe 9.4.1.7 de la Recommandation UIT-T G.992.3)

A étudier.

NOTE – Le mode de faible puissance L2 conjointement avec la Recommandation UIT-T G.998.4 n'est pas pris en charge. Une requête L2 ne doit donc pas être envoyée par l'ATU-C lorsque la retransmission est activée. La prise en charge de L2 conjointement avec la Recommandation UIT-T G.998.4, y compris les améliorations apportées aux fonctionnalités du mode de faible puissance, fera l'objet d'un complément d'étude.

#### A.4 Chronologie des modifications OLR des paramètres de commande

Ce paragraphe spécifie la chronologie des modifications pour les paramètres inclus dans le type 5 d'OLR. La chronologie des modifications des valeurs des divers paramètres de commande doit être mise en oeuvre conformément à la procédure définie au paragraphe 13.

NOTE – Après la modification des paramètres RS et DTU, les DTU codées avec les anciennes valeurs de paramètres ne peuvent plus être retransmises. Les modems devront essayer de s'assurer que toutes les DTU codées avec les anciens paramètres de tramage ont été correctement reçues avant que les modifications des paramètres de tramage ne soient mises en oeuvre. Cela peut être fait en interrompant temporairement la transmission de nouvelles DTU sur l'interface  $\alpha_1$  et en retransmettant de manière autonome uniquement les DTU de la file d'attente de retransmission pendant une période de temps appropriée. Cette période ne doit pas excéder  $T_{\text{dtu-stoppage}}$ .

Une modification des valeurs  $b_i$  et  $g_i$  d'une ou de plusieurs des sous-porteuses est mise en oeuvre par la modification du paramètre de commande PMD correspondant (voir Tableau 8-4 de la Recommandation [\[UIT-T G.992.3\]](#)).

## Annexe B

### Prise en charge de la Recommandation UIT-T G.998.4 avec la Recommandation UIT-T G.992.5

(Cette annexe fait partie intégrante de la présente Recommandation.)

#### B.1 Exigences spécifiques

Pour la Recommandation [UIT-T G.992.5], la retransmission n'est définie que pour la direction aval (c'est-à-dire que les DTU ne sont transmises que dans la direction aval et le RRC dans la direction amont).

##### B.1.1 Mémoire

La taille de la file d'attente de retransmission en émission dans le CO est limitée à la moitié du délai d'entrelacement aval en octets, c'est-à-dire:

- si l'ATU-C indique, dans un C-MSG1, la prise en charge d'une file d'attente de retransmission pouvant atteindre 12 000 octets (voir paragraphe B.3.1), alors l'ATU-R doit sélectionner  $Q_{TX}$ ,  $Q$  et  $H$  de façon à ce que

$$Q_{tx} * Q * H \leq 12\,000 \text{ octets pour la Recommandation UIT-T G.992.5,}$$

- autrement, l'ATU-R devra sélectionner  $Q_{TX}$ ,  $Q$  et  $H$  de façon à ce que

$$Q_{tx} * Q * H \leq 8\,001 \text{ octets pour la Recommandation UIT-T G.992.5,}$$

où  $Q_{tx}$  est la longueur de la file d'attente de retransmission en émission dans les DTU.

La mémoire minimale pour la file d'attente de retransmission du récepteur doit être identique à la quantité de la mémoire pour la file d'attente de transmission correspondante.

La taille maximale des DTU en octets ( $Q * H$ ) doit être 1 024.

##### B.1.2 Canal de service

Le canal de service doit être configuré conformément aux spécifications du paragraphe A.1.2.

##### B.1.3 Multiplexage

Si le ROC est activé, alors les bits RRC et  $L_0$  (ROC) peuvent partager une sous-porteuse commune. Le même décalage de marge SNR (SNRMOFFSET-ROC) devra être appliqué au RRC et à  $L_0$  (ROC).

#### B.2 Initialisation

Ce paragraphe décrit la modification des messages d'initialisation de la Recommandation UIT-T G.992.5 afin de prendre en charge la Recommandation UIT-T.998.4 en association avec la Recommandation UIT-T G.992.5.

Les messages d'initialisation devront être modifiés conformément aux spécifications du paragraphe A.2, sauf que l'octet 2 du Tableau A.4 devra être remplacé par l'octet 2 du Tableau B.1. La longueur du message C-MSG1 (LEN\_C\_MSG1) est de  $336 + NSC_{ds}/4$  ou de 336 en fonction, respectivement, de l'application ou non d'une fonction fenêtre.



**Tableau B.1 – Format des informations C-MSG1 de sous-couche PMS-TC**

Numéro d'octet [i]	Bits de format PMS-TC [8 × I + 7 à 8 × I + 0]	Description
Octet 2	[c000 bbbb] bits 7 à 0	<p>Les bits bbbb contiennent la valeur maximale 1/S prise en charge par l'émetteur pour le trajet de latence avec fonction de retransmission. Ce 1/S maximal doit être égal à (n + 1), n étant codé comme une valeur bbbb non signée de 4 bits, comprise entre 0 et 15. Lorsque la retransmission est activée, cette valeur remplace la valeur maximale 1/S échangée avec le champ "<math>S_{1min}</math>" dans la liste des capacités de la sous-couche PMS-TC de la Recommandation UIT-T G.994.1.</p> <p>Le bit c donne la taille maximale de la file d'attente de retransmission en émission prise en charge. Il est codé à 0 si une taille maximale de 8 001 octets est prise en charge et à 1 pour une taille maximale de 12 000 octets.</p>

### **B.3 Procédures du plan de gestion**

Les procédures du plan de gestion doivent être en conformité avec les spécifications du paragraphe A.3, à l'exception du paragraphe A.3.4, qui doit être remplacé par le contenu des paragraphes B.3.4 et B.3.5.

#### **B.3.1 Intentionnellement laissé en blanc**

#### **B.3.2 Intentionnellement laissé en blanc**

#### **B.3.3 Intentionnellement laissé en blanc**

#### **B.3.4 Commande de reconfiguration en ligne**

On définit une requête OLR supplémentaire (type 5) pour la prise en charge de l'adaptation de débit transparente avec retransmission. Cette requête OLR doit remplacer la requête OLR de type 02<sub>16</sub> et la requête OLR de type 03<sub>16</sub> du Tableau 9-7 de la Recommandation [\[UIT-T G.992.5\]](#).

Le format de la commande OLR de type 5 transmise par le récepteur initiateur est décrit au Tableau B.2. A la réception de cette commande, l'émetteur-récepteur devra déclencher une reconfiguration de son émetteur comme décrit au paragraphe 13.2 ou générer une réponse OLR. Le format de la commande OLR de type 5 transmise par l'émetteur qui répond est décrit au Tableau B.3. Le code de cause est défini au paragraphe 9.4.1.1 de la Recommandation [\[UIT-T G.992.3\]](#). Tous les codes de cause sont applicables au type 5 d'OLR.

Pour chaque requête OLR de type 5, les nouveaux paramètres de tramage doivent être sélectionnés de manière à ce que toutes les contraintes de configuration soient respectées.

**Tableau B.2 – Commandes supplémentaires de reconfiguration en ligne émises par le récepteur initiateur**

Longueur de message (octets)	Nom d'élément (commande)
$2 + 11 + 4 \times N_f$	$05_{16}$ Requête de type 5 suivie de: 2 octets contenant la nouvelle valeur de $L_I$ 1 octet contenant la nouvelle valeur de $B_{I0}$ 1 octet contenant la nouvelle valeur de $M_I$ 1 octet contenant la nouvelle valeur de $R_I$ 1 octet contenant la nouvelle valeur de $Q$ 1 octet contenant la nouvelle valeur de $V$ 1 octet contenant la nouvelle valeur de $Q_{tx}$ 1 octet contenant la nouvelle valeur de $lb$ 2 octets pour le nombre de sous-porteuses $N_f$ $4 \times N_f$ octets décrivant le champ de paramètres de chaque sous-porteuse

**Tableau B.3 – Commandes supplémentaires de reconfiguration en ligne émises par l'émetteur qui répond**

Longueur de message (octets)	Nom d'élément (commande)
3	$84_{16}$ Rejet de la requête de type 3 suivi de: 1 octet pour le code de cause

### **B.3.5 Commandes de gestion de puissance (remplace le paragraphe 9.4.1.7 de la Recommandation UIT-T G.992.5)**

A étudier.

NOTE – Le mode de faible puissance L2 conjointement avec la Recommandation UIT-T G.998.4 n'est pas pris en charge. Une requête L2 ne doit donc pas être envoyée par l'ATU-C lorsque la retransmission est activée. La prise en charge de L2 conjointement avec la Recommandation UIT-T.998.4, y compris les améliorations apportées aux fonctionnalités du mode de faible puissance, fera l'objet d'un complément d'étude.

### **B.4 Chronologie des modifications OLR des paramètres de commande**

La chronologie des modifications des paramètres de contrôle doit être conforme aux spécifications du paragraphe A.4.

## Annexe C

### Prise en charge de la Recommandation UIT-T G.998.4 avec la Recommandation UIT-T G.993.2

(Cette annexe fait partie intégrante de la présente Recommandation.)

#### C.1 Exigences spécifiques

##### C.1.1 Mémoire

Les définitions suivantes sont applicables:

$$\text{delay\_octet}_{DS,0} = (D_{DS,0} - 1) \times (I_{DS,0} - 1)$$

$$\text{delay\_octet}_{US,0} = (D_{US,0} - 1) \times (I_{US,0} - 1).$$

Si la retransmission est activée dans la direction aval,

$$\text{alors} \quad \text{delay\_octet}_{DS,1} = 2 \times Q_{tx,DS} \times Q_{DS} \times H_{DS}$$

$$\text{sinon} \quad \text{delay\_octet}_{DS,1} = (D_{DS,1} - 1) \times (I_{DS,1} - 1)$$

Si la retransmission est activée dans la direction amont,

$$\text{alors} \quad \text{delay\_octet}_{US,1} = 2 \times Q_{tx,US} \times Q_{US} \times H_{US}$$

$$\text{sinon} \quad \text{delay\_octet}_{DS,1} = (D_{US,1} - 1) \times (I_{US,1} - 1)$$

La contrainte suivante est applicable:

$$\text{delay\_octet}_{DS,0} + \text{delay\_octet}_{DS,1} + \text{delay\_octet}_{US,0} + \text{delay\_octet}_{US,1} \leq \text{MAXDELAYOCTET},$$

où MAXDELAYOCTET est le paramètre "délai agrégé d'entrelacement et de désentrelacement", en octets, spécifié au Tableau 6-1 de la Recommandation [UIT-T G.993.2] pour le profil.

Les unités VTU-O et VTU-R doivent prendre en charge toutes les valeurs de  $(\text{delay\_octet}_{DS,0} + \text{delay\_octet}_{DS,1} + \text{delay\_octet}_{US,0} + \text{delay\_octet}_{US,1})$  jusqu'à la valeur maximale de MAXDELAYOCTET. La quantité minimale de mémoire exigée d'un émetteur-récepteur (VTU-O ou VTU-R) pour satisfaire cette exigence est MAXDELAYOCTET/2 octets. La quantité réelle de mémoire utilisée dépend de l'implémentation.

La mémoire minimale pour la file d'attente de retransmission du récepteur devra être identique à la quantité de la mémoire pour la file d'attente de transmission correspondante dans la même direction.

La taille maximale des DTU en octets  $(Q \times H)$  devra être égale à la valeur indiquée au Tableau C.1 en fonction du profil et de la direction.

**Tableau C.1 – Taille maximale des DTU**

Profil	Taille maximale de la DTU $(Q \times H)$	
	Aval	Amont
8a, 8b, 8c, 8d	2 048 octets	512 octets
12a	2 048 octets	1 536 octets
17a	3 072 octets	1 536 octets
30a	3 072 octets	3 072 octets

Le paramètre de configuration MAXDELAYOCTET-split (MDOSPLIT) doit être appliqué dans la Recommandation UIT-T G.998.4. Lorsque  $\text{delay\_octet}_{x,p}$  (avec  $x = \text{DS}$  ou  $\text{US}$  et  $p = 0$  ou  $1$ ) est défini conformément au présent paragraphe, la somme des valeurs de  $\text{max\_delay\_octet}$  spécifiées en O-PMS (voir paragraphe C.2.1.3) doit être limitée à (voir paragraphe 11.4.2.7 de la Recommandation [UIT-T G.993.2]):

$$\text{max\_delay\_octet}_{\text{DS},0} + \text{max\_delay\_octet}_{\text{DS},1} \leq \text{MAXDELAYOCTETS\_DS}$$

$$\text{max\_delay\_octet}_{\text{US},0} + \text{max\_delay\_octet}_{\text{US},1} \leq \text{MAXDELAYOCTETS\_US}$$

### C.1.2 Canal de service

Si le ROC est activé en O-TPS, il convient d'utiliser une latence unique en mode ROC (voir paragraphe 9.1 de la Recommandation [UIT-T G.993.2]) et le canal de service devra utiliser le ROC comme indiqué dans la Recommandation [UIT-T G.993.2].

Si le ROC est désactivé en O-TPS ou n'est pas pris en charge par l'unité VTU-O ou l'unité VTU-R, il convient d'utiliser la latence unique en mode ROC (voir paragraphe 9.1 de la Recommandation [UIT-T G.993.2]) et le canal de service devra utiliser les paramètres de tramage tels qu'ils sont calculés pour le ROC (voir les limitations des contraintes du trameur au Tableau 12-47 de la Recommandation [UIT-T G.993.2]) avec la configuration suivante:

- $\text{SNRMOFFSET-ROC} = 0 \text{ dB}$ ,
- $\text{INPMIN-ROC} = \max(\text{INPMIN\_REIN}, 2)$ ,

à l'exception du fait que les sous-porteuses chargées avec les bits du canal de service pourront partager les sous-porteuses chargées avec les bits du trajet de latence 1.

### C.1.3 Multiplexage

Si le ROC est activé, alors les bits RRC et  $L_0$  (ROC) peuvent partager une sous-porteuse commune. Le même décalage de marge SNR ( $\text{SNRMOFFSET-ROC}$ ) doit être appliqué au RRC et à  $L_0$  (ROC).

### C.1.4 Débit de données net atteignable (ATTNDR)

Voir paragraphe 11.4.1.1.7 de la Recommandation [UIT-T G.993.2].

NOTE – Le calcul de l'ATTNDR dans les diagnostics de boucle utilise une valeur  $\text{SNRGAP}$  définie pour un taux d'erreurs sur les bits de  $10^{-7}$  sur 4-QAM (pas de gain de codage, pas de retransmission,  $\text{INP\_min}_0 = 0$ ).

#### C.1.4.1 Méthode de base du débit de données net atteignable

Voir paragraphe 11.4.1.1.7.1 de la Recommandation [UIT-T G.993.2].

#### C.1.4.2 Méthode améliorée du débit de données net atteignable

La prise en charge de la méthode améliorée du débit de données net atteignable est optionnelle.

Le débit de données net atteignable est le débit net maximal de données pouvant être pris en charge par les fonctions PMS-TC et PMD à la réception, en supposant les conditions de la méthode de base du débit de données net atteignable (voir paragraphe 11.4.1.1.7.1) et les conditions suivantes:

- si le paramètre de commande *attnidr\_method* est positionné sur 1, les émetteurs-récepteurs VTU-O et VTU-R doivent utiliser la limite de protection contre le bruit impulsionnel  $\text{INP\_min}_0$  avec la valeur indiquée en O-TPS (voir paragraphe C.2.1.2);
- si le paramètre de commande *attnidr\_method* est positionné sur 2, les émetteurs-récepteurs VTU-O et de la VTU-R doivent utiliser une limite de protection contre le bruit impulsionnel  $\text{INP\_min}_0 = 0$ ;
- l'utilisation ou non du décodage à effacement est identique à l'utilisation sur les canaux support;
- les limitations de tramage sont prises en compte;

- la latence n'est pas inférieure à la latence minimale configurée pour le canal support ( $delay_{act0} \geq delay_{min0}$ );
- la valeur du paramètre *ATTNDR\_MDOSPLIT* est prise en compte;
- le débit net de données n'est limité ni par le débit net de données maximal configuré ni par l'ETR maximal configuré;
- le délai réel du demi-aller-retour des émetteurs-récepteurs VTU-O et VTU-R est pris en compte;
- la politique d'initialisation de canal CIP = 0;
- le PSD en émission est égal à MREFPSD pour toutes les sous-porteuses pour lesquelles  $g_i \neq 0$ .

NOTE 1 – La valeur *ATTNDR* peut être inférieure du fait de réductions possibles de la puissance d'émission, en raison des valeurs configurées de *MAXMARGIN* et de *MAXNDR* ainsi que de réductions de puissance d'émission discrétionnaires du fournisseur (par exemple sous-porteuses avec  $g_i = 0$ , en raison de la plage dynamique AFE, etc.)

NOTE 2 – La méthode de base ne spécifie pas de conditions pour calculer *ATTNDR*, le fournisseur pouvant donc, à sa discrétion, choisir les valeurs *ATTNDR* rapportées. La méthode améliorée définit des conditions supplémentaires pour réduire la variation des valeurs *ATTNDR* rapportées dans les différentes implémentations.

Lorsque la valeur *ATTNDR* est rapportée en phase active pour une direction dans laquelle la retransmission est désactivée, les paramètres suivants utilisés dans le calcul de l'*ATTNDR* doivent également être rapportés sur l'eoc avec la valeur *ATTNDR* (voir paragraphe 11.4.1.1.7.2 et tableau 11-28a de la Recommandation [UIT-T G.993.2]) ainsi que dans la base CO-MIB avec la valeur *ATTNDR* (voir paragraphes 7.5.1.19 et 7.5.1.20 de la Recommandation [UIT-T G.997.1]):

- *ATTNDR\_INP\_act0* (voir paragraphes 7.5.1.41.2 et 7.5.41.3 de la Recommandation [UIT-T G.997.1]);
- *ATTNDR\_delay\_act0* (voir paragraphes 7.5.1.41.6 et 7.5.41.7 de la Recommandation [UIT-T G.997.1]).

Lorsque la valeur *ATTNDR* est rapportée en phase active pour une direction dans laquelle la retransmission est activée, les paramètres suivants utilisés dans le calcul de l'*ATTNDR* doivent également être rapportés sur l'eoc avec la valeur *ATTNDR* (voir tableau C.1a) ainsi que dans la base CO-MIB avec la valeur *ATTNDR* (voir paragraphes 7.5.1.19 et 7.5.1.20 de la Recommandation [UIT-T G.997.1]):

- *ATTNDR\_INP\_act\_SHINE0* (voir paragraphes 7.5.1.41.2 et 7.5.41.3 de la Recommandation [UIT-T G.997.1]);
- *ATTNDR\_INP\_act\_REIN0* (voir paragraphes 7.5.1.41.4 et 7.5.41.5 de la Recommandation [UIT-T G.997.1]);
- *ATTNDR\_delay\_act\_RTX0* (voir paragraphes 7.5.1.41.6 et 7.5.41.7 de la Recommandation [UIT-T G.997.1]).

Le paramètre *ATTNDR\_INP\_act\_SHINE0* est la protection réelle contre les bruits de type SHINE à l'extrémité distante utilisée dans le calcul de l'*ATTNDR*. La protection réelle contre le bruit impulsif *ATTNDR\_INP\_act\_SHINE0* doit être représentée sous la forme d'un entier non signé de 16 bits *attnldr\_inp\_act\_shine0*, la valeur de *ATTNDR\_INP\_act\_SHINE0* étant définie comme  $ATTNDR\_INP\_act\_SHINE0 = attnldr\_inp\_act\_shine0 / 10$  symboles DMT. Ce format de données prend en charge une granularité du paramètre *ATTNDR\_INP\_act\_SHINE0* de 0,1 symbole DMT. La plage va de 0 symbole DMT (représenté par 0) à 204,6 symboles DMT (représenté par 2 046). La valeur 2 047 est une valeur spéciale indiquant un *ATTNDR\_INP\_act\_SHINE0* supérieur à 204,6 symboles DMT.

Le paramètre *ATTNDR\_INP\_act\_REIN*<sub>0</sub> est la protection réelle contre les bruits de type REIN à l'extrémité distante utilisée dans le calcul de l'ATTNDR. La protection réelle contre le bruit impulsif *ATTNDR\_INP\_act\_REIN* devra être représentée sous la forme d'un entier non signé de 8 bits *attndr\_inp\_act\_REIN*<sub>0</sub>, la valeur de *ATTNDR\_INP\_act\_REIN*<sub>0</sub> étant définie comme *ATTNDR\_INP\_act\_REIN*<sub>0</sub> = *attndr\_inp\_act\_rein*<sub>0</sub>/10 symboles DMT. Ce format de données prend en charge une granularité du paramètre *ATTNDR\_INP\_act\_REIN*<sub>0</sub> de 0,1 symbole DMT. La plage va de 0 symbole DMT (représenté par 0) à 25,4 symboles DMT (représenté par 254). La valeur 255 est une valeur spéciale indiquant un *ATTNDR\_INP\_act\_REIN*<sub>0</sub> supérieur à 25,4 symboles DMT.

Le paramètre *ATTNDR\_delay\_act\_RTX*<sub>0</sub> est le délai réel à l'extrémité distante utilisé dans le calcul de l'ATTNDR. Le délai réel *ATTNDR\_delay\_act\_RTX*<sub>0</sub> devra être représenté sous la forme d'un entier non signé de 8 bits *attndr\_delay\_act\_rtx*<sub>0</sub>, la valeur de *ATTNDR\_delay\_act\_RTX*<sub>0</sub> étant définie comme *ATTNDR\_delay\_act\_RTX*<sub>0</sub> = *attndr\_delay\_act\_rtx*<sub>0</sub> / 10 ms. Ce format de données prend en charge une granularité du paramètre *ATTNDR\_delay\_act\_RTX*<sub>0</sub> de 0,1 ms. La plage va de 0 ms (représenté par 0) à 25,4 ms (représenté par 254). La valeur 255 est une valeur spéciale indiquant un *ATTNDR\_DELAY\_act\_RTX*<sub>0</sub> supérieur à 25,4 ms.

#### C.1.4.3 ATTNDR\_MAXDELAYOCTET-split (ATTNDR\_MDOSPLIT)

Voir paragraphe 11.4.2.8 de la Recommandation [UIT-T G.993.2].

#### C.1.4.4 Commandes de lecture du paramètre d'essai ATTNDR et réponses

Voir paragraphe 11.2.3.11 de la Recommandation [UIT-T G.993.2], le paramètre d'essai ATTNDR étant défini conformément aux indications du tableau C.1a.

**Tableau C.1a – Paramètre d'essai ATTNDR**

Numéro d'octet	Méthode de base	Méthode améliorée (retransmission désactivée)	Méthode améliorée (retransmission activée)
1-4	<i>ATTNDR</i>	<i>ATTNDR</i>	<i>ATTNDR</i>
5	s.o.	Réservé et positionné sur 00 <sub>16</sub>	<i>ATTNDR_INP_act_SHINE</i> <sub>0</sub>
6	s.o.	<i>ATTNDR_INP_act</i> <sub>0</sub>	
7	s.o.	Réservé et positionné sur 00 <sub>16</sub>	<i>ATTNDR_INP_act_REIN</i> <sub>0</sub>
8	s.o.	<i>ATTNDR_delay_act</i> <sub>0</sub>	<i>ATTNDR_delay_act_RTX</i> <sub>0</sub>
NOTE – Le format des champs est défini au paragraphe 11.4.1.1.7.			

## C.2 Initialisation

La prise en charge de la Recommandation UIT-T G.998.4 dans VDSL2 s'effectue par le biais des points de code des "extensions UIT-T G.998.4" de la Recommandation UIT-T G.994.1 et du "champ de paramètres UIT-T G.998.4" dans les divers messages d'initialisation VDSL2, conformément aux spécifications de la Recommandation [UIT-T G.993.2]. Ce paragraphe définit le contenu des points de code des "extensions UIT-T G.998.4" de la Recommandation UIT-T G.994.1 et du "champ de paramètres UIT-T G.998.4" pour les messages d'initialisation correspondants. Lorsqu'un message d'initialisation n'est pas inclus ci-après, le champ de paramètres UIT-T G.998.4 pour ce message doit être un octet unique de valeur 00<sub>16</sub>.

### C.2.0 Phase de prise de contact UIT-T G.994.1

La procédure d'initialisation débute avec la phase de prise de contact UIT-T G.994.1. Lors de cette phase, outre les paramètres communiqués dans une phase de prise de contact régulière tels qu'ils sont définis dans la Recommandation [UIT-T G.993.2], la VTU-O et la VTU-R échangent leur capacité

d'extension UIT-T G.998.4. En fonction de ces capacités, l'ensemble définitif des extensions UIT-T G.998.4 est alors déterminé durant la phase de prise de contact UIT-T G.994.1 de l'initialisation (voir le Tableau 11.68.0.1 et le tableau 11.68.11 de la Recommandation [UIT-T G.994.1] ainsi que les Tableaux C.1.1, C.1.2, C.1.3 et C.1.4).

**Tableau C.1.1 – Définitions du bit Npar(3) de message de liste CL de la VTU-O**

<b>Bit Npar(3) de la Recommandation UIT-T G.994.1</b>	<b>Définition des bits Npar(3)</b>
Prise en charge de l'Annexe D de la Recommandation UIT-T G.998.4	<p>S'il est positionné sur UN, ce bit indique que la VTU-O prend en charge l'Annexe D de la Recommandation UIT-T G.998.4.</p> <p>Ce bit ne peut être positionné sur UN que si l'émetteur-récepteur de la VTU-O dispose de capacités UIT-T G.993.5, le bit "UIT-T G.993.5" étant positionné sur ZERO dans l'octet 2 Spar(2) de la Recommandation UIT-T G.993.2; sinon, ce bit doit être positionné sur ZERO.</p> <p>NOTE – Dans les versions antérieures de la Recommandation UIT-T G.998.4, la prise en charge de l'annexe D était implicitement indiquée par la prise en charge de la Recommandation UIT-T G.993.5 (c'est-à-dire que le bit "UIT-T G.993.5" était positionné sur UN dans l'octet 2 Spar(2) de la Recommandation UIT-T G.993.2).</p>

**Tableau C.1.2 – Définitions du bit Npar(3) de message MS de la VTU-O**

<b>Bit Npar(3) de la Recommandation UIT-T G.994.1</b>	<b>Définition des bits Npar(3)</b>
Prise en charge de l'Annexe D de la Recommandation UIT-T G.998.4	<p>Ce bit doit être positionné sur UN, si et seulement s'il a également été positionné sur UN dans les derniers messages CL et CLR.</p> <p>S'il est positionné sur UN, ce bit indique que le fonctionnement de l'annexe D de la Recommandation UIT-T G.998.4 est sélectionné, même si ce message MS n'indique pas la sélection de la Recommandation UIT-T G.993.5.</p> <p>S'il est positionné sur ZERO, ce bit indique que le fonctionnement de l'Annexe D de la Recommandation UIT-T G.998.4 n'est pas sélectionné.</p>

**Tableau C.1.3 – Définitions du bit Npar(3) de message CLR de la VTU-R**

<b>Bit Npar(3) de la Recommandation UIT-T G.994.1</b>	<b>Définition des bits Npar(3)</b>
Prise en charge de l'Annexe D de la Recommandation UIT-T G.998.4	<p>S'il est positionné sur UN, ce bit indique que la VTU-R prend en charge l'Annexe D de la Recommandation UIT-T G.998.4.</p> <p>Ce bit ne peut être positionné sur UN que si le bit "UIT-T G.993.5" est également positionné sur UN dans l'octet 2 Spar(2) de la Recommandation UIT-T G.993.2; sinon, ce bit doit être positionné sur ZERO.</p> <p>NOTE – Dans les versions antérieures de la Recommandation UIT-T G.998.4, la prise en charge de l'annexe D était implicitement indiquée par la prise en charge de la Recommandation UIT-T G.993.5 (c'est-à-dire que le bit "UIT-T G.993.5" était positionné sur UN dans l'octet 2 Spar(2) de la Recommandation UIT-T G.993.2).</p>

**Tableau C.1.4 – Définitions du bit Npar(3) de message MS de la VTU-R**

<b>Bit Npar(3) de la Recommandation UIT-T G.994.1</b>	<b>Définition des bits Npar(3)</b>
Prise en charge de l'Annexe D de la Recommandation UIT-T G.998.4	<p>Ce bit doit être positionné sur UN, si et seulement s'il a également été positionné sur UN dans les derniers messages CL et CLR.</p> <p>S'il est positionné sur UN, ce bit indique que le fonctionnement de l'Annexe D de la Recommandation UIT-T G.998.4 est sélectionné, même si ce message MS n'indique pas la sélection de la Recommandation UIT-T G.993.5.</p> <p>S'il est positionné sur ZERO, ce bit indique que le fonctionnement de l'Annexe D de la Recommandation UIT-T G.998.4 n'est pas sélectionné.</p>

## **C.2.1 Messages VTU-O**

### **C.2.1.1 O-MSG 1**

Le message O-MSG 1 contient les capacités de la VTU-O. Le champ de paramètres UIT-T G.998.4 pour le message O-MSG 1 doit être structuré conformément aux indications du Tableau C.2.



**Tableau C.2 – Champ de paramètres UIT-T G.998.4 pour le message O-MSG1**

	Contenu du champ	Format	Description
1	Longueur du champ de paramètres	1 octet	Nombre total d'octets de données dans le champ de paramètres UIT-T G.998.4
2	Prise en charge de la retransmission	1 octet [0000 000u]	Indique la prise en charge de la retransmission amont au niveau VTU-O.
3	Options de DTU	1 octet [0000 0cba]	Indique les types de tramage optionnels pris en charge par l'émetteur VTU-O.
4	Demi-aller-retour émetteur VTU-O	1 octet [00ddssss]	Délai du demi-aller-retour de l'émetteur VTU-O
5	Demi-aller-retour récepteur VTU-O	1 octet [00ddsssss]	Délai du demi-aller-retour du récepteur VTU-O
6	DS $(1/S)_{max}$	1 octet [0eeeeeee]	Valeur maximale 1/S prise en charge par la VTU-O dans la direction aval lorsque la retransmission est activée
7	US $(1/S)_{max}$	1 octet [0eeeeeee]	Valeur maximale 1/S prise en charge par la VTU-O dans la direction amont lorsque la retransmission est activée
8	Valeurs $D_1$ aval prises en charge	1 octet [eddddddd]	Indique les valeurs de la profondeur d'entrelacement facultatif des blocs prises en charge par l'émetteur VTU-O
9	Prise en charge LPMode de l'Annexe E	1 octet [0000 00ab]	Indique l'activation des sous-états de liaison LPMode L2.1 et L2.2 dans la direction aval: ab = 00 si L2.1 et L2.2 sont désactivés; ab = 01 est réservé à l'usage de l'UIT-T; ab = 10 si L2.1 est activé et L2.2 est désactivé; ab = 11 si L2.1 et L2.2 sont activés.

Le champ 1 "Longueur du champ de paramètres" indique le nombre d'octets de données dans le champ de paramètres UIT-T G.998.4. Les octets de données sont les octets qui suivent cet octet indicateur de longueur (c'est-à-dire tous les octets dans le champ de paramètres UIT-T G.998.4 à partir de l'avant-dernier octet). Cet octet est inclus afin de permettre aux équipements CPE ne prenant pas en charge la Recommandation UIT-T G.998.4 d'analyser tout de même correctement O-MSG1.

Le champ 2 "Prise en charge de la retransmission" indique la capacité de retransmission amont de la VTU-O. Il devra être codé sous la forme d'un octet unique [0000 000u], où:

- u = 0 indique que la retransmission n'est pas prise en charge dans la direction amont;
- u = 1 indique que la retransmission est prise en charge dans la direction amont.

Il convient de noter que la prise en charge de la retransmission aval est implicite si la VTU-O inclut un champ de paramètres UIT-T G.998.4 contenant un nombre non nul d'octets de données.

Le champ 3 "Options de DTU" indique le ou les types de tramage de DTU pris en charge par l'émetteur VTU-O. Il devra être codé sous la forme d'un seul octet [0000 0abc], où:

- a = 1 indique la prise en charge du type 2 de tramage de DTU (voir paragraphe 8.1.2);
- b = 1 indique la prise en charge du type 3 de tramage de DTU (voir paragraphe 8.1.3);
- c = 1 indique la prise en charge du type 4 de tramage de DTU (voir paragraphe 8.1.4).

Au moins un des bits a, b ou c doit être positionné sur 1 lorsque la retransmission est prise en charge dans la direction aval.

Le champ 4 "Demi-aller-retour émetteur VTU-O" contient le délai de demi-aller-retour de l'émetteur VTU-O. Il doit être codé sous la forme d'un seul octet [00ddssss], où:

- ssss est un nombre de quatre bits indiquant la partie du délai en symboles DMT pour les profils avec un espacement de sous-porteuses de 4,3125 kHz ou en multiples de deux symboles DMT pour les profils avec un espacement de sous-porteuses de 8,625 kHz;
- dd est un nombre de deux bits indiquant la partie du délai en DTU.

Le champ 5 "Demi-aller-retour récepteur VTU-O" contient le délai de demi-aller-retour du récepteur VTU-O. Il doit être codé sous la forme d'un seul octet [00ddssss], où:

- ssss est un nombre de quatre bits indiquant la partie du délai en symboles DMT pour les profils avec un espacement de sous-porteuses de 4,3125 kHz ou en multiples de deux symboles DMT pour les profils avec un espacement de sous-porteuses de 8,625 kHz;
- dd est un nombre de deux bits indiquant la partie du délai en DTU.

Le champ 6 "DS  $(1/S)_{max}$  avec RTX" contient la valeur maximale  $1/S$  prise en charge par la VTU-O dans la direction aval lorsque la retransmission dans cette direction est activée. Il devra être codé comme une valeur de 8 bits non signée comprise entre 1 et 64 avec des incréments de 1. Lorsque la retransmission est activée en aval, cette valeur remplace la valeur de "DS  $(1/S)_{max}$ " échangée dans le champ de capacités de la fonction PMS-TC d'O-MSG 1.

Le champ 7 "US  $(1/S)_{max}$  avec RTX" contient la valeur maximale  $1/S$  prise en charge par la VTU-O dans la direction amont lorsque la retransmission dans cette direction est activée. Il devra être codé comme une valeur de 8 bits non signée comprise entre 1 et 64 avec des incréments de 1. Lorsque la retransmission est activée en amont, cette valeur remplace la valeur de "US  $(1/S)_{max}$ " échangée dans le champ de capacités de la sous-couche PMS-TC du message O-MSG 1.

Le champ 8 "Valeurs  $D_1$  aval prises en charge" contient la description de l'ensemble des valeurs de profondeur d'entrelacement des blocs en aval prises en charge par l'émetteur VTU-O sur le trajet de latence 1. Il devra être codé sous la forme d'un seul octet [eddddddd], où:

- ddddddd est un nombre entier non signé de sept bits indiquant la valeur de la profondeur d'entrelacement maximale  $D_1$  prise en charge;
- e est positionné sur 1 pour indiquer que la VTU-O ne prend en charge que les valeurs  $D_1$  constituant des puissances entières de 2 ; autrement, il est positionné sur 0.

Le champ 9 "Prise en charge LPMode de l'annexe E" indique si les sous-états de liaison LPMode L2.1 et L2.2 (tels qu'ils sont définis à l'annexe E) sont activés dans la direction aval. La valeur ab dépend de la CO-MIB d'activation et de la VTU-O prenant en charge les sous-états de liaison LPMode L2.1 et L2.2 dans la direction aval.

Lorsque la retransmission est activée, toutes les autres valeurs des paramètres échangés dans le reste d'O-MSG 1 doivent conserver leur signification d'origine (telle que définie dans la Recommandation [UIT-T G.993.2]), sauf indication contraire ci-dessus.

### C.2.1.2 O-TPS

Le message O-TPS porte la configuration de TPS-TC pour les directions amont et aval. Il se fonde sur les capacités qui étaient indiquées dans les O-MSG 1 et R-MSG 2. Le champ de paramètres UIT-T G.998.4 pour O-TPS doit être structuré conformément aux indications du Tableau C.3.

**Tableau C.3 – Champ de paramètres UIT-T G.998.4 pour le message O-TPS**

	<b>Contenu du champ</b>	<b>Format</b>	<b>Description</b>
1	Longueur du champ de paramètres	1 octet	Nombre total d'octets de données dans le champ de paramètres UIT-T G.998.4.
2	Retransmission activée	1 octet [0000 00ud]	Indique si la retransmission est activée ou désactivée (en fonction de la direction de transmission).
3	<i>ETR_max</i> aval	2 octets	Extension du descripteur de canal support contenant l'ETR maximal dans la direction aval.
4	<i>ETR_min</i> aval	2 octets	Extension du descripteur de canal support contenant l'ETR minimal dans la direction aval.
5	Délai minimal aval	1 octet	Extension du descripteur de canal support contenant l'exigence de délai minimal aval pour le canal support aval (note).
6	<i>INP_min_REIN</i> et <i>iat_REIN_flag</i> aval	1 octet [f00mmmmmm]	Extension du descripteur de canal support contenant l'INP minimale contre les bruits de type REIN aval et le délai entre deux bruits de type REIN dans la direction aval.
7	<i>SHINERatio</i> aval	1 octet	Valeur de <i>SHINERatio</i> aval.
8	Délai minimal amont	1 octet	Extension du descripteur de canal support contenant l'exigence de délai minimal amont pour le canal support amont (note).
9	<i>INP_min_REIN</i> et <i>iat_REIN_flag</i> amont	1 octet [f00mmmmmm]	Extension du descripteur de canal support contenant l'INP minimale contre les bruits de type REIN amont et le délai entre deux bruits de type REIN dans la direction amont.
10	<i>leftr_thresh</i> aval	1 octet [0iii iiiii]	Les bits iii iiiii donnent la valeur <i>leftr_thresh</i> pour l'aval.
11	Politique d'initialisation de canal	1 octet [0000 000p]	Politique d'initialisation de canal aval.
12	Champ de paramètres LPMODE UIT-T G.998.4	Longueur variable	Paramètres de commande pour le LPMODE défini à l'annexe E.
NOTE – Lorsque la retransmission est activée en aval, en amont ou les deux, un seul canal support doit être pris en charge en amont et en aval.			

Le champ 1 "Longueur du champ de paramètres" indique le nombre d'octets de données dans le champ de paramètres UIT-T G.998.4. Les octets de données sont les octets qui suivent cet octet indicateur de longueur (c'est-à-dire tous les octets dans le champ de paramètres UIT-T G.998.4 à partir de l'avant-dernier octet). Cet octet est inclus afin de permettre aux équipements CPE ne prenant pas en charge la Recommandation UIT-T G.998.4 d'analyser tout de même correctement O-TPS.

Le champ 2 "Retransmission activée" indique si la retransmission est activée dans les directions aval et amont. Il devra être codé comme un seul octet [0000 00ud], où:

- u = 0 indique que la retransmission n'est pas activée dans la direction amont;
- u = 1 indique que la retransmission est activée dans la direction amont;
- d = 0 indique que la retransmission n'est pas activée dans la direction aval;

- $d = 1$  indique que la retransmission est activée dans la direction aval.

Si la retransmission n'est pas activée dans la direction aval, les octets restants du champ de paramètres UIT-T G.998.4 qui concernent la transmission aval doivent être positionnés à zéro au niveau de l'émetteur et ignorés au niveau du récepteur.

Si la retransmission n'est pas activée dans la direction amont, les octets du champ de paramètres UIT-T G.998.4 qui concernent la transmission amont doivent être positionnés à zéro au niveau de l'émetteur et ignorés au niveau du récepteur.

Le champ 3 "*ETR\_max* aval" contient l'*ETR\_max* tel qu'il est défini au paragraphe 7 pour le canal support aval. Ce champ doit être codé comme un entier non signé de 16 bits, le débit de données étant exprimé sous la forme d'un multiple de 8 kbits/s.

Le champ 4 "*ETR\_min* aval" contient l'*ETR\_min* tel qu'il est défini au paragraphe 7 pour le canal support aval. Ce champ doit être codé comme un entier non signé de 16 bits, le débit de données étant exprimé sous la forme d'un multiple de 8 kbits/s.

Le champ 5 "Délai minimal aval" contient l'exigence de délai minimal (*delay\_min*) pour le canal support aval. Ce champ doit être codé sous la forme d'un octet unique. Les valeurs valides sont définies au Tableau 7-2.

Le champ 6 "*INP\_min\_REIN* et *iat\_REIN\_flag* aval" contient les conditions en matière d'INP minimale et de délai entre deux bruits devant être respectées pour assurer une protection contre les bruits de type REIN en direction aval. Il doit être codé sous la forme d'un octet unique [f00m mmmm], où:

- mmmm est un nombre à cinq bits contenant l'INP minimale requise contre les bruits de type REIN dans la direction aval (*INP\_min\_REIN*). Les valeurs valides sont définies au Tableau 7-2;
- f est un indicateur indiquant la fréquence des bruits de type REIN, où:
  - $f = 0$  indique une fréquence de répétition de ces bruits de 100 Hz (*iat\_REIN\_flag* = 0);
  - $f = 1$  indique une fréquence de répétition de ces bruits de 120 Hz (*iat\_REIN\_flag* = 1).

Le champ 7 "*SHINERatio* aval" contient le *SHINERatio* pour la transmission aval. La valeur de *SHINERatio* est obtenue en multipliant la valeur de 8 bits par 0,001. Les valeurs valides sont définies au Tableau 7-2.

Le champ 8 "Délai minimal amont" contient l'exigence de délai minimal pour le canal support amont. Ce champ devra être codé sous la forme d'un octet unique. Les valeurs valides sont définies au Tableau 7-2. Cette information peut être utilisée par la VTU-R dans l'automate à états de référence de l'émetteur.

Le champ 9 "*INP\_min\_REIN* et *iat\_REIN\_flag* amont" contient les conditions en matière d'INP minimale et de délai entre deux bruits devant être respectées pour assurer une protection contre les bruits de type REIN en direction amont. Ce champ devra être codé sous la forme d'un octet unique [f00m mmmm], où:

- mmmm est un nombre à cinq bits contenant l'INP minimale requise contre les bruits de type REIN dans la direction amont (*INP\_min\_REIN*). Les valeurs valides sont définies au Tableau 7-2;
- f est un indicateur indiquant la fréquence des bruits de type REIN, où:
  - $f = 0$  indique une fréquence de répétition de ces bruits de 100 Hz (*iat\_REIN\_flag* = 0);
  - $f = 1$  indique une fréquence de répétition de ces bruits de 120 Hz (*iat\_REIN\_flag* = 1).

Le champ 10 "*leftr\_thresh* aval" contient le seuil de déclaration des détections de défauts *leftr* pour la transmission aval. La valeur de LEFTR\_THRESH est obtenue en multipliant la valeur à 7 bits

par 0,01. Les valeurs valides sont définies au Tableau 7-2. Une valeur spéciale de 0 indique que l'ETR doit être utilisé comme seuil de détection des défauts *lefr*.

Le champ 11 "Politique d'initialisation de canal" indique la politique d'initialisation de canal qui doit être utilisée en direction aval. Il doit être codé sous la forme [0000 000p], où:

- p = 0 pour indiquer que Cipolicy doit être mis sur 0;
- p = 1 est réservé par l'UIT-T.

Le champ 12 est un champ de longueur variable consistant en un nombre entier d'octets. Il est formaté conformément aux indications du tableau E.3. Si la VTU-O indique dans le message O-MSG 1 que le sous-état de liaison LPMODE L2.1 est activé et si la VTU-R indique dans le message R-MSG 2 qu'elle prend en charge le sous-état de liaison LPMODE L2.1, alors ce champ doit avoir une longueur de 9 octets. Sinon, ce champ peut avoir une longueur de 1 octet avec la valeur 00<sub>16</sub>.

Lorsque la retransmission est activée dans la direction aval, les valeurs des paramètres restants échangés dans O-TPS doivent conserver leur signification d'origine (telle que définie dans la Recommandation [UIT-T G.993.2]), avec les exceptions suivantes:

- le champ *net\_min<sub>n</sub>* dans le descripteur de canal support aval (voir Tableau 12-42 de la Recommandation [UIT-T G.993.2]) doit être positionné sur 0;
- le champ *net\_max<sub>n</sub>* dans le descripteur de canal support aval doit contenir le *net\_max* aval tel que défini au paragraphe 7;
- le champ *INP\_min<sub>n</sub>* dans le champ de protection contre les bruits impulsionnels du canal support aval (voir Tableau 12-42 de la Recommandation [UIT-T G.993.2]) doit contenir la protection minimale contre les bruits impulsionnels en aval définie au Tableau 7-2;
- le bit *Cipolicy* du champ d'options TPS-TC du descripteur de canal support aval (voir Tableau 12-42 de la Recommandation [UIT-T G.993.2]) doit être ignoré et remplacé par les informations contenues dans le champ de paramètres UIT-T G.998.4 pour O-TPS;
- le champ du délai d'entrelacement maximal du descripteur de canal support aval doit contenir le paramètre *delay\_max* aval tel que défini au Tableau 7-2.

Lorsque la retransmission est activée dans la direction amont, les valeurs des paramètres restants échangés dans O-TPS doivent conserver leur signification d'origine (telle que définie dans la Recommandation [UIT-T G.993.2]), avec les exceptions suivantes:

- le champ *net\_min<sub>n</sub>* dans le descripteur de canal support amont (voir Tableau 12-42 de la Recommandation [UIT-T G.993.2]) doit être positionné sur 0;
- le champ *net\_max<sub>n</sub>* dans le descripteur de canal support amont doit contenir le *net\_max* amont tel que défini au paragraphe 7;
- le champ *INP\_min<sub>n</sub>* dans le champ de protection contre le bruit impulsionnel du canal support amont (voir Tableau 12-42 de la Recommandation [UIT-T G.993.2]) doit contenir la protection contre le bruit impulsionnel minimale en amont telle que définie au Tableau 7-2;
- le bit *Cipolicy* du champ d'options TPS-TC du descripteur de canal support amont (voir Tableau 12-42 de la Recommandation [UIT-T G.993.2]) doit être ignoré et remplacé par les informations contenues dans le champ de paramètres UIT-T G.998.4 pour O-TPS;
- Le champ du délai d'entrelacement maximal du descripteur de canal support amont doit contenir le paramètre *delay\_max* amont tel que défini au Tableau 7-2.

### C.2.1.3 O-PMS

Le message O-PMS achemine les paramètres PMS-TC initiaux qui devront être utilisés dans la direction amont durant la phase active. Le champ de paramètres UIT-T G.998.4 pour O-PMS doit être structuré conformément aux indications du Tableau C.4.

Si la retransmission n'est pas activée dans la direction amont (comme indiqué dans le champ de paramètres UIT-T G.998.4 pour O-TPS) et que l'OLR n'est prise en charge dans aucune direction par la VTU-O, le champ de paramètres UIT-T G.998.4 pour O-PMS peut être laissé vide par la VTU-O (c'est-à-dire ne consister qu'en un seul octet avec la valeur 0).

**Tableau C.4 – Champ de paramètres UIT-T G.998.4 pour O-PMS**

	Contenu du champ	Format	Description
1	Longueur du champ de paramètres	1 octet	Nombre total d'octets de données dans le champ de paramètres UIT-T G.998.4
2	Options de DTU	[0000 00aa]	Type de tramage de DTU sélectionné dans la direction amont
3	$Q$	1 octet	Nombre de mots de code Reed-Solomon par DTU dans la direction amont
4	$V$	1 octet	Nombre d'octets de remplissage par DTU dans la direction amont
5	$Q_{tx}$	1 octet	Délai en DTU entre deux transmissions consécutives d'une DTU
6	$lb$	1 octet	Valeur de retour utilisée pour calculer les valeurs communiquées dans le RRC transportant les demandes de retransmission amont, c'est-à-dire dans le RRC transmis dans la direction aval.
7	Capacités OLR aval avec la Recommandation UIT-T G.998.4	1 octet	Indique la prise en charge dans la direction aval pour les divers mécanismes OLR lorsque la retransmission est activée en aval.
8	Capacités OLR amont avec la Recommandation UIT-T G.998.4	1 octet	Indique la prise en charge dans la direction amont pour les divers mécanismes OLR lorsque la retransmission est activée en amont.
9	$D_1$	1 octet	Profondeur d'entrelacement des blocs dans la direction aval

Le champ 1 "Longueur du champ de paramètres" indique le nombre d'octets de données dans le champ de paramètres UIT-T G.998.4. Les octets de données sont les octets qui suivent cet octet indicateur de longueur (c'est-à-dire tous les octets dans le champ de paramètres UIT-T G.998.4 à partir de l'avant-dernier octet). Cet octet est inclus afin de permettre aux équipements CPE ne prenant pas en charge la Recommandation UIT-T G.998.4 d'analyser tout de même correctement le message O-PMS.

Le champ 2 "Options de DTU" indique le ou les types de tramage de DTU optionnels devant être utilisés dans la direction amont. Le champ est codé sous la forme [0000 00aa], où:

- aa = 00 indique que le type 1 de tramage de DTU doit être utilisé (voir paragraphe 8.1.1);
- aa = 01 indique que le type 2 de tramage de DTU doit être utilisé (voir paragraphe 8.1.2);
- aa = 10 indique que le type 3 de tramage de DTU doit être utilisé (voir paragraphe 8.1.3);
- aa = 11 indique que le type 4 de tramage de DTU doit être utilisé (voir paragraphe 8.1.4).

La valeur sélectionnée doit être cohérente avec la prise en charge des types de tramage optionnels au niveau de la VTU-R, conformément aux indications du message R-MSG2.

Le champ 3 " $Q$ " indique le nombre de mots de code Reed-Solomon par DTU dans la direction amont.  $Q$  doit prendre une valeur comprise entre 1 et 64 (inclus).

Le champ 4 "*V*" indique le nombre d'octets de remplissage par DTU dans la direction amont. *V* doit prendre une valeur comprise entre 0 et 15 (inclus).

Le champ 5 "*Q<sub>tx</sub>*" indique l'hypothèse de la VTU-O quant au délai (en nombre de DTU) entre deux transmissions consécutives de la même DTU en direction amont dans l'automate à états de référence. *Q<sub>tx</sub>* doit prendre une valeur comprise entre 1 et 64 (inclus).

Le champ 6 "*lb*" contient la valeur de retour utilisée pour calculer les valeurs communiquées dans le RRC transportant les demandes de retransmission amont, c'est-à-dire dans le RRC transmis dans la direction aval. "*lb*" doit prendre des valeurs comprises entre 1 et 31.

Le champ 7 "Capacités OLR aval avec la Recommandation UIT-T G.998.4" indique lesquels des différents mécanismes optionnels d'OLR sont pris en charge par la VTU-O dans la direction aval lorsque la retransmission est activée en aval. Ce champ est codé sous la forme [0000 00us], où:

- *s* = 1 si le type 5 d'OLR (SRA modifiée pour la Recommandation UIT-T G.998.4) est pris en charge et *s* = 0 dans le cas contraire;
- *u* = 1 si le type 6 d'OLR (SOS modifiée pour la Recommandation UIT-T G.998.4) est pris en charge et *u* = 0 dans le cas contraire.

Le champ 8 "Capacités OLR amont avec la Recommandation UIT-T G.998.4" indique lesquels des différents mécanismes optionnels d'OLR sont pris en charge par la VTU-O dans la direction amont lorsque la retransmission est activée en amont. Ce champ est codé sous la forme [0000 00us], où:

- *s* = 1 si le type 5 d'OLR (SRA modifiée pour la Recommandation UIT-T G.998.4) est pris en charge et *s* = 0 dans le cas contraire;
- *u* = 1 si le type 6 d'OLR (SOS modifiée pour la Recommandation UIT-T G.998.4) est pris en charge et *u* = 0 dans le cas contraire.

Le champ 9 "*D<sub>1</sub>*" indique la profondeur d'entrelacement des blocs dans la direction amont sur le trajet de latence 1. *D<sub>1</sub>* doit prendre une valeur comprise entre 1 et 64 (inclus). *D<sub>1</sub>* doit être égal à 1 ou égal à *Q*.

Lorsque la retransmission est activée dans la direction amont, les valeurs des paramètres restants échangés dans le message O-PMS devront conserver leur signification d'origine (telle que définie dans la Recommandation [\[UIT-T G.993.2\]](#)), avec les exceptions suivantes:

- les champs *F*, *I* et *D* du trajet de latence 1 doivent être à 0 et ignorés par le récepteur;
- le champ *max\_delay\_octet<sub>US,0</sub>* doit spécifier la valeur maximale de *delay\_octet<sub>US,0</sub>* (conformément à la définition du paragraphe C.1.1);
- le champ *max\_delay\_octet<sub>US,1</sub>* doit spécifier la valeur maximale de *delay\_octet<sub>US,1</sub>* (conformément à la définition du paragraphe C.1.1) formulée en octets sous la forme d'un entier non signé.

Lorsque la retransmission est activée dans la direction aval, les valeurs des paramètres restants échangés dans le message O-PMS devront conserver leur signification d'origine (telle que définie dans la Recommandation [\[UIT-T G.993.2\]](#)), avec les exceptions suivantes:

- le champ *max\_delay\_octet<sub>DS,0</sub>* doit spécifier la valeur maximale de *delay\_octet<sub>DS,0</sub>* (conformément à la définition du paragraphe C.1.1);
- le champ *max\_delay\_octet<sub>DS,1</sub>* doit spécifier la valeur maximale de *delay\_octet<sub>DS,1</sub>* (conformément à la définition du paragraphe C.1.1) formulée en octets sous la forme d'un entier non signé. Si la valeur de ce champ est positionnée sur la valeur spéciale FFFFFFFF<sub>16</sub>, le champ "*max\_delay\_octet<sub>DS,0</sub>*" doit indiquer la valeur maximale de (*delay\_octet<sub>DS,0</sub>* + *delay\_octet<sub>DS,1</sub>*), la VTU-R devra alors partitionner de manière autonome le nombre d'octets entre les deux trajets de latence aval.

### C.2.1.4 O-PMD

Le message O-PMD achemine les paramètres PMD initiaux qui devront être utilisés dans la direction amont durant la phase active. Le champ de paramètres UIT-T G.998.4 pour ce message est vide (c'est-à-dire qu'il consiste en un seul octet de valeur 00<sub>16</sub>).

L'état d'initialisation rapporté dans le champ 5 devra être basé sur les politiques d'initialisation de canal définies dans la présente Recommandation, plutôt que sur les politiques de la Recommandation [UIT-T G.993.2].

Par ailleurs, si *delay\_max* est inférieur à l'aller-retour réel (voir paragraphe 8.6), un échec d'initialisation doit être indiqué en positionnant le statut d'initialisation à 82<sub>16</sub> (configuration non réalisable sur la ligne). Le trajet aller-retour réel dépend des caractéristiques XTU-C et XTU-R indépendantes de la ligne ainsi que des tailles de DTU et des débits de données dépendants de la ligne.

En outre, lorsque la VTU-O prend en charge la Recommandation UIT-T G.998.4, le champ "état d'initialisation" dans le message O-PMD peut prendre la valeur 86<sub>16</sub> en plus des valeurs valides énumérées dans la Recommandation [UIT-T G.993.2].

L'état d'initialisation doit être paramétré à 86<sub>16</sub> si le mode de retransmission UIT-T G.998.4 n'a pas été sélectionné tant que RTX\_ENABLE = FORCED.

En cas d'échec d'initialisation:

- le décompte des échecs d'initialisation doit être incrémenté;
- toutes les valeurs dans les champs 2 à 4 du message O-PMD doivent être positionnées sur 0;
- la VTU-O doit revenir à l'état de liaison L3 au lieu de l'état de liaison L0 à la fin des procédures d'initialisation.

Ce code d'échec doit être généré par la VTU-O.

## C.2.2 Messages de la VTU-R

### C.2.2.1 R-MSG2

Le message R-MSG2 achemine les capacités VTU-R à la VTU-O. Le champ de paramètres UIT-T G.998.4 pour le message R-MSG2 doit être structuré conformément aux indications du Tableau C.5.

**Tableau C.5 – Champ de paramètres UIT-T G.998.4 pour le message R-MSG2**

	Contenu du champ	Format	Description
1	Longueur du champ de paramètres	1 octet	Nombre total d'octets de données dans le champ de paramètres UIT-T G.998.4 (note 1).
2	Prise en charge de la retransmission amont	1 octet [0000 000u]	Indique la prise en charge de la retransmission amont au niveau de la VTU-R
3	Options de DTU	1 octet [0000 0cba]	Indique les types de tramage optionnels pris en charge par l'émetteur VTU-R
4	Demi-aller-retour émetteur VTU-R	1 octet [00ddssss]	Délai du demi-aller-retour de l'émetteur VTU-R
5	Demi-aller-retour récepteur VTU-R	1 octet [00ddsssss]	Délai du demi-aller-retour du récepteur VTU-R
6	US (1/S) <sub>max</sub>	1 octet [0eeeeeee]	Valeur maximale 1/S prise en charge par la VTU-R dans la direction amont lorsque la retransmission est activée dans cette direction



**Tableau C.5 – Champ de paramètres UIT-T G.998.4 pour le message R-MSG2**

	Contenu du champ	Format	Description
7	DS $(1/S)_{max}$	1 octet [0eeeeeee]	Valeur maximale 1/S prise en charge par la VTU-R dans la direction aval lorsque la retransmission est activée dans cette direction
8	Débit de données net maximal en amont	2 octets	Débit de données net maximal pris en charge par la VTU-R dans la direction amont lorsque la retransmission est activée
9	Valeurs de $D_1$ amont prises en charge	1 octet [eddddddd]	Indique les valeurs de la profondeur d'entrelacement facultatif des blocs prises en charge par l'émetteur VTU-R
10	Réservé pour l'[UIT-T G.993.5]	3 octets	Réservé pour la Recommandation [UIT-T G.993.5] (voir paragraphe D.2.2.1)
11	Prise en charge LPMODE de l'annexe E	1 octet [0000 00ab]	Indique la prise en charge des sous-états de liaison LPMODE L2.1 et L2.2 dans la direction aval: ab = 00 si L2.1 et L2.2 ne sont pas pris en charge; ab = 01 est réservé à l'usage de l'UIT-T; ab = 10 est réservé à l'usage de l'UIT-T; ab = 11 si L2.1 et L2.2 sont pris en charge.
NOTE 1 – Si la VTU-R ne prend en charge la retransmission dans aucune des deux directions de transmission, le nombre d'octets de données peut être nul.			

Le champ 1 "Longueur du champ de paramètres" indique le nombre d'octets de données dans le champ de paramètres UIT-T G.998.4. Les octets de données sont les octets qui suivent cet octet indicateur de longueur (c'est-à-dire tous les octets dans le champ de paramètres UIT-T G.998.4 à partir de l'avant-dernier octet). Cet octet est inclus afin de permettre aux unités VTU-O ne prenant pas en charge la Recommandation UIT-T G.998.4 d'analyser tout de même correctement le message R-MSG2.

Le champ 2 "Prise en charge de la retransmission" indique la capacité de retransmission de la VTU-R. Il devra être codé sous la forme d'un octet unique [0000 000u], où:

- u = 0 indique que la retransmission n'est pas prise en charge dans la direction amont;
- u = 1 indique que la retransmission est prise en charge dans la direction amont.

Il convient de noter que la prise en charge de la retransmission aval est implicite si la VTU-R inclut un champ de paramètres UIT-T G.998.4 contenant un nombre non nul d'octets de données.

Le champ 3 "Options de DTU" indique le ou les types de tramage optionnels de DTU pris en charge par l'émetteur VTU-R. Il doit être codé sous la forme d'un seul octet [0000 0abc], où:

- a = 1 indique la prise en charge du type 2 de tramage de DTU (voir paragraphe 8.1.2);
- b = 1 indique la prise en charge du type 3 de tramage de DTU (voir paragraphe 8.1.3);
- c = 1 indique la prise en charge du type 4 de tramage de DTU (voir paragraphe 8.1.4).

Au moins un des bits a, b ou c doit être positionné sur 1 lorsque la retransmission est prise en charge dans la direction amont.

Le champ 4 "Demi-aller-retour émetteur VTU-R" contient le délai de demi-aller-retour de l'émetteur VTU-R. Il doit être codé sous la forme d'un seul octet [00ddssss], où:

- ssss est un nombre de quatre bits indiquant la partie du délai en symboles DMT pour les profils avec un espacement de sous-porteuses de 4,3125 kHz ou en multiples de deux symboles DMT pour les profils avec un espacement de sous-porteuses de 8,625 kHz;

- dd est un nombre de deux bits indiquant la partie du délai en DTU.

Le champ 5 "Demi-aller-retour récepteur VTU-R" contient le délai de demi-aller-retour du récepteur VTU-R. Il doit être codé sous la forme d'un seul octet [00ddssss], où:

- ssss est un nombre de quatre bits indiquant la partie du délai en symboles DMT pour les profils avec un espacement de sous-porteuses de 4,3125 kHz ou en multiples de deux symboles DMT pour les profils avec un espacement de sous-porteuses de 8,625 kHz;
- dd est un nombre de deux bits indiquant la partie du délai en DTU.

Le champ 6 " $US (1/S)_{max}$ " contient la valeur maximale  $1/S$  prise en charge par la VTU-R dans la direction amont lorsque la retransmission dans cette direction est activée. Il devra être codé comme une valeur de 8 bits non signée comprise entre 1 et 64 avec des incréments de 1. Lorsque la retransmission est activée en amont, cette valeur remplace la valeur de " $US (1/S)_{max}$ " échangée dans le champ des capacités PMS-TC du message R-MSG2.

Le champ 7 " $DS (1/S)_{max}$ " contient la valeur maximale  $1/S$  prise en charge par la VTU-R dans la direction aval lorsque la retransmission dans cette direction est activée. Il devra être codé comme une valeur de 8 bits non signée comprise entre 1 et 64 avec des incréments de 1. Lorsque la retransmission est activée en aval, cette valeur remplace la valeur de " $DS (1/S)_{max}$ " échangée dans le champ de capacités de la fonction PMS-TC du message R-MSG2.

Le champ 8 "Débit de données net maximal amont" contient le débit de données net maximal amont pris en charge par la VTU-R en amont lorsque la retransmission est activée dans cette direction. Ce champ doit être codé comme une valeur de 16 bits non signée avec un débit multiple de 8 kbits/s.

Le champ 9 "Valeurs  $D_1$  amont prises en charge" contient la description de l'ensemble des valeurs de profondeur d'entrelacement des blocs prises en charge par l'émetteur VTU-R. Il doit être codé sous la forme d'un seul octet [eddddddd], où:

- ddddddd est un nombre entier non signé de sept bits indiquant la valeur de la profondeur d'entrelacement maximale  $D_1$  prise en charge;
- e est positionné sur 1 pour indiquer que la VTU-R ne prend en charge que les valeurs  $D_1$  constituant des puissances entières de 2 ; autrement, il est positionné sur 0.

Le champ 10 est réservé pour l'[UIT-T G.993.5]. C'est un champ de 24 bits qui devra être codé 000000<sub>16</sub>.

Le champ 11 "Prise en charge LPMode de l'Annexe E" indique si oui ou non la VTU-R prend en charge les sous-états de liaison LPMode L2.1 et L2.2 (définis à l'Annexe E) dans la direction aval.

Lorsque la retransmission est activée, toutes les autres valeurs des paramètres échangés dans le message R-MSG 2 doivent conserver leur signification d'origine (telle que définie dans la Recommandation [UIT-T G.993.2]), sauf indication contraire ci-dessus.

#### C.2.2.2 R-PMS

Le message R-PMS achemine les paramètres PMS-TC initiaux qui devront être utilisés dans la direction aval durant la phase active. Le champ de paramètres UIT-T G.998.4 pour le message R-PMS doit être structuré conformément aux indications du Tableau C.6.

Si la retransmission n'est pas activée dans la direction aval (comme indiqué dans O-TPS) et que l'OLR n'est prise en charge dans aucune direction par la VTU-R, le champ de paramètres UIT-T G.998.4 pour R-PMS peut être laissé vide par la VTU-R (c'est-à-dire ne consister qu'en un seul octet avec la valeur 0).

**Tableau C.6 – Champ de paramètres UIT-T G.998.4 pour le message R-PMS**

	Contenu du champ	Format	Description
1	Longueur du champ de paramètres	1 octet	Nombre total d'octets de données dans le champ de paramètres UIT-T G.998.4
2	Options de DTU	[0000 00aa]	Type de tramage de DTU sélectionné dans la direction aval
3	$Q$	1 octet	Nombre de mots de code Reed-Solomon par DTU dans la direction aval
4	$V$	1 octet	Nombre d'octets de remplissage par DTU dans la direction aval
5	$Q_{tx}$	1 octet	Délai en DTU entre deux transmissions consécutives d'une DTU
6	$lb$	1 octet	Valeur de retour utilisée pour calculer les valeurs communiquées dans le RRC transportant les demandes de retransmission aval, c'est-à-dire dans le RRC transmis dans la direction amont
7	Capacités OLR aval avec la Recommandation UIT-T G.998.4	1 octet	Indique la prise en charge dans la direction aval pour les divers mécanismes OLR lorsque la retransmission est activée en aval
8	Capacités OLR amont avec la Recommandation UIT-T G.998.4	1 octet	Indique la prise en charge dans la direction amont pour les divers mécanismes OLR lorsque la retransmission est activée en amont
9	$D_1$	1 octet	Profondeur d'entrelacement des blocs dans la direction aval

Le champ 1 "Longueur du champ de paramètres" indique le nombre d'octets de données dans le champ (c'est-à-dire à partir de l'avant-dernier octet). Ce champ est inclus afin de permettre aux unités VTU-O ne prenant pas en charge la Recommandation UIT-T G.998.4 d'analyser tout de même correctement le message R-PMS.

Le champ 2 "Options de DTU" indique le ou les types de tramage de DTU devant être utilisés dans la direction aval. Le champ est codé sous la forme [0000 00aa], où:

- aa = 00 indique que le type 1 de tramage de DTU doit être utilisé (voir paragraphe 8.1.1);
- aa = 01 indique que le type 2 de tramage de DTU doit être utilisé (voir paragraphe 8.1.2);
- aa = 10 indique que le type 3 de tramage de DTU doit être utilisé (voir paragraphe 8.1.3);
- aa = 11 indique que le type 4 de tramage de DTU doit être utilisé (voir paragraphe 8.1.4).

Le champ 3 " $Q$ " indique le nombre de mots de code Reed-Solomon par DTU dans la direction aval.  $Q$  doit prendre une valeur comprise entre 1 et 64 (inclus).

Le champ 4 " $V$ " indique le nombre d'octets de remplissage par DTU dans la direction aval.  $V$  doit prendre une valeur comprise entre 0 et 15 (inclus).

Le champ 5 " $Q_{tx}$ " indique l'hypothèse de la VTU-R quant au délai (en nombre de DTU) entre deux transmissions consécutives de la même DTU en direction aval dans l'automate à états de référence.  $Q_{tx}$  doit prendre une valeur comprise entre 1 et 64 (inclus).

Le champ 6 " $lb$ " contient la valeur de retour utilisée pour calculer les valeurs communiquées dans le RRC transportant les demandes de retransmission amont, c'est-à-dire dans le RRC transmis dans la direction aval. " $lb$ " doit prendre des valeurs comprises entre 1 et 31.

Le champ 7 "Capacités OLR aval avec la Recommandation UIT-T G.998.4" indique lesquels des différents mécanismes optionnels d'OLR sont pris en charge par la VTU-R dans la direction aval lorsque la retransmission est activée dans cette direction. Ce champ est codé sous la forme [0000 00us], où:

- $s = 1$  si le type 5 d'OLR (SRA modifiée pour la Recommandation UIT-T G.998.4) est pris en charge et  $s = 0$  dans le cas contraire;
- $u = 1$  si le type 6 d'OLR (SOS modifiée pour la Recommandation UIT-T G.998.4) est pris en charge et  $u = 0$  dans le cas contraire.

Le champ 8 "Capacités OLR amont avec la Recommandation UIT-T G.998.4" indique lesquels des différents mécanismes optionnels d'OLR sont pris en charge par la VTU-R dans la direction amont lorsque la retransmission est activée dans cette direction. Ce champ est codé sous la forme [0000 00us], où:

- $s = 1$  si le type 5 d'OLR (SRA modifiée pour la Recommandation UIT-T G.998.4) est pris en charge et  $s = 0$  dans le cas contraire;
- $u = 1$  si le type 6 d'OLR (SOS modifiée pour la Recommandation UIT-T G.998.4) est pris en charge et  $u = 0$  dans le cas contraire.

Le champ 9 " $D_1$ " indique la profondeur d'entrelacement des blocs dans la direction aval sur le trajet de latence 1.  $D_1$  doit prendre une valeur comprise entre 1 et 64 (inclus).  $D_1$  doit être égal à 1 ou égal à  $Q$ .

Lorsque la retransmission est activée dans la direction aval, les valeurs des paramètres restants échangés dans le message R-PMS doivent conserver leur signification d'origine (telle que définie dans la Recommandation [UIT-T G.993.2]), avec les exceptions suivantes:

les champs  $F$ ,  $I$  et  $D$  du trajet de latence 1 doivent être à 0 et ignorés par le récepteur.

### C.3 Procédures du plan de gestion

#### C.3.1 Commandes de lecture des paramètres d'essai

Quatre paramètres d'essai ont été ajoutés au Tableau 11-27 de la Recommandation [UIT-T G.993.2] conformément à la description au tableau C.7.

Le paramètre avec  $ID = 41_{16}$  contient l'INP réelle contre les bruits de type SHINE calculée par l'émetteur de l'extrémité distante. Il est représenté par un entier de 16 bits non signé en multiples de 0,1. Ce paramètre doit être inclus dans la réponse d'une VTU à une commande de lecture unique si la retransmission est activée dans sa direction d'émission.

Le paramètre avec  $ID = 42_{16}$  contient l'INP réelle contre les bruits de type REIN calculée par l'émetteur de l'extrémité distante. Il est représenté par un entier de 8 bits non signé en multiples de 0,1. Ce paramètre doit être inclus dans la réponse d'une VTU à une commande de lecture unique si la retransmission est activée dans sa direction d'émission.

Le paramètre avec  $ID = 43_{16}$  contient l'ETR réel calculé par le récepteur de l'extrémité distante. Il est représenté par un entier de 32 bits non signé en multiples de 1 kbit/s. Ce paramètre doit être inclus dans la réponse d'une VTU à une commande de lecture unique si la retransmission est activée dans sa direction de réception.

Le paramètre avec ID = 44<sub>16</sub> contient le délai réel calculé par le récepteur de l'extrémité distante. Il est représenté par un entier non signé de 8 bits en multiples de 1 ms. Ce paramètre doit être dans la réponse d'une VTU à une commande de lecture unique si la retransmission est activée dans sa direction de réception.

**Tableau C.7 – Valeurs supplémentaires d'identification de paramètres d'essai PMD et longueur des réponses**

<b>ID du paramètre d'essai</b>	<b>Nom du paramètre d'essai</b>	<b>Longueur pour lecture unique (octets)</b>	<b>Longueur pour lecture multiple (octets)</b>	<b>Longueur pour lecture en bloc (octets)</b>
41 <sub>16</sub>	Protection réelle contre le bruit impulsionnel de type SHINE pour l'émetteur RTX de l'extrémité distante (INP_act_SHINE)	2 octets	s.o.	s.o.
42 <sub>16</sub>	Protection réelle contre le bruit impulsionnel de type REIN pour l'émetteur RTX de l'extrémité distante (INP_act_REIN)	1 octet	s.o.	s.o.
43 <sub>16</sub>	Débit escompté du récepteur RTX (ETR)	4 octets	s.o.	s.o.
44 <sub>16</sub>	Délai réel du récepteur RTX ( <i>delay_act_RTX</i> )	1 octet	s.o.	s.o.

### **C.3.1.2 Commandes et réponses de lecture de compteur de gestion**

Remplacer, respectivement, le Tableau 11-16 de la Recommandation [UIT-T G.993.2] et le Tableau 11-17 de la Recommandation [UIT-T G.993.2] par le Tableau C.8 et le Tableau C.9.

Le champ "*EFTR\_min*" contient l'*EFTR\_min* tel que calculé par le récepteur de l'extrémité distante. Il est représenté par un entier de 32 bits non signé en multiples de 1 kbit/s. Ce champ devra être présent dans la réponse de la VTU si la retransmission est activée dans sa direction de réception. Bien que ce paramètre de suivi de la performance soit rapporté par l'entremise des commandes eoc du compteur de gestion, il ne constitue pas lui-même un compteur. Par conséquent, les exigences des Recommandations [UIT-T G.993.2] et [UIT-T G.997.1] applicables aux compteurs en général ne s'appliquent pas à ce paramètre.

**Tableau C.8 – Réponses de lecture de compteur de gestion envoyées par la VTU qui répond**

Nom	Longueur (octets)	Numéro d'octet	Contenu
ACK	Variable	2	81 <sub>16</sub> (note 1)
		3 à $2 + 4 \times N_c$	Octets pour toutes les valeurs de compteur de PMS-TC (note 2)
		$3 + 4 \times 13$ et plus	Octets pour toutes les valeurs de compteur de TPS-TC (note 2)
NOTE 1 – Toutes les autres valeurs pour l'octet numéro 2 sont réservées par l'UIT-T.			
NOTE 2 – $N_c$ est le nombre de compteurs pour la sous-couche PMS-TC. $N_c = 14$ si la retransmission est activée uniquement dans la direction de réception. $N_c = 8$ si la retransmission est activée uniquement dans la direction d'émission. $N_c = 15$ si la retransmission est activée dans les deux sens, $N_c = 7$ si la retransmission est désactivée dans les deux sens.			

**Tableau C.9 – Compteurs de gestion de la VTU**

Compteurs PMS-TC
Compteur des anomalies FEC-0 (note 1)
Compteur des anomalies FEC-1 (note 1)
Compteur des anomalies CRC-0 (note 1)
Compteur des anomalies CRC-1 (note 1)
Compteur de rtx-tx (note 3)
Compteur de rtx-c (note 2)
Compteur de rtx-uc (note 2)
Compteur de secondes avec erreur FEC
Compteur de secondes avec erreur
Compteur de secondes avec beaucoup d'erreurs
Compteur de secondes avec erreur <i>los</i>
Compteur de secondes avec erreur d'indisponibilité
Compteur de secondes avec défaut "lefr" (note 2)
Compteur de bits sans erreur (note 2)
EFTR_min (note 2)
Compteurs TPS-TC
Compteurs pour TPS-TC 0
<p>NOTE 1 – Si le rapport est effectué pour une direction dans laquelle la retransmission est activée, la VTU doit inclure les champs des anomalies FEC et CRC pour les trajets de latence 0 et 1; le FEC et le CRC du trajet de latence 0 seront à la discrétion du fournisseur. Si le rapport est effectué pour une direction dans laquelle la retransmission est désactivée, la VTU ne devra inclure les champs des anomalies FEC et CRC que pour le trajet de latence 0.</p> <p>NOTE 2 – Ces compteurs doivent être inclus si le rapport provient d'une VTU avec retransmission activée dans le récepteur.</p> <p>NOTE 3 – Ce compteur doit être inclus si le rapport provient d'une VTU avec retransmission activée dans l'émetteur.</p>

### C.3.1.3 Commandes et réponses de diagnostic

Remplacer le Tableau 11-8 de la Recommandation [UIT-T G.993.2] par le Tableau C.10.

**Tableau C.10 - Commandes de diagnostic envoyées par la VTU-O**

Nom	Longueur (octets)	Numéro d'octet	Contenu
Effectuer autotest	2	2	01 <sub>16</sub> (note)
Mise à jour des paramètres d'essai	2	2	02 <sub>16</sub> (note)
Début d'émission de CRC corrompu	2	2	03 <sub>16</sub> (note)
Fin d'émission de CRC corrompu	2	2	04 <sub>16</sub> (note)
Début de réception de CRC corrompu	2	2	05 <sub>16</sub> (note)
Fin de réception de CRC corrompu	2	2	06 <sub>16</sub> (note)
Entrée en mode d'essai de retransmission	2	2	07 <sub>16</sub> (note)
Abandon du mode d'essai de retransmission	2	2	08 <sub>16</sub> (note)
NOTE – Toutes les autres valeurs pour l'octet numéro 2 sont réservées par l'UIT-T.			

#### C.3.1.3.1 Mode d'essai de retransmission

Un mode d'essai spécial est défini pour les essais accélérés relatif au MTBE (voir paragraphe 10.4). Une commande de diagnostic est définie pour entrer ou abandonner ce mode en phase active.

A la réception de la commande Enter RTX\_TESTMODE, la VTU-R doit accuser réception avec une réponse ACK. Ensuite, la VTU-R doit accuser réception de toutes les DTU si la retransmission est activée dans la direction aval et doit cesser de retransmettre les DTU si la retransmission est activée dans la direction amont.

A la réception de la commande Leave RTX\_TESTMODE, la VTU-R doit reprendre le comportement normal de retransmission dans la direction où elle est activée.

### C.3.2 Commandes et réponses de reconfiguration en ligne (OLR)

La Recommandation UIT-T G.998.4 définit deux nouvelles commandes OLR pour la Recommandation UIT-T G.993.2 qui doivent remplacer les demandes OLR de type 3 (SRA) et 4 (SOS) lorsque la retransmission est activée. Dans la Recommandation [UIT-T G.993.2], elles sont conçues, respectivement, comme des demandes OLR de type 5 et 6 et sont entièrement définies ci-dessous au Tableau C.11. En outre, deux nouvelles réponses OLR correspondant aux types de demande OLR 5 et 6 sont définies. Ces messages sont définis au tableau C.12.

Lorsque la SRA et la retransmission sont activées simultanément, les modems doivent utiliser une demande OLR de type 5 pour lancer une requête SRA et une réponse OLR de type 5 pour la rejeter. Lorsque la SOS et la retransmission sont activées simultanément, les modems doivent utiliser une demande OLR de type 6 pour lancer une requête SRA et une réponse OLR de type 6 pour la rejeter.

Le premier octet des messages eoc défini aux tableaux C.11 et C.12 est la valeur du type de commande OLR, telle qu'elle est définie au paragraphe 11.2.3.2 de la Recommandation [UIT-T G.993.2]. Le protocole eoc est identique à celui spécifié au paragraphe 11.2.3 de la Recommandation [UIT-T G.993.2].

Pour chaque requête OLR de type 5, les nouveaux paramètres de tramage doivent être sélectionnés de manière à ce que toutes les contraintes de configuration soient respectées, de même que le nombre maximal d'octets réservés pour la file d'attente de retransmission de l'émetteur en direction aval et en direction amont, conformément à la sélection effectuée en phase d'initialisation.

Pour chaque requête OLR de type 6, les nouveaux paramètres de tramage doivent être sélectionnés de manière à ce que toutes les contraintes de configuration soient respectées, à l'exception de celles définies pour la SOS dans la Recommandation [UIT-T G.993.2], et que le nombre maximal d'octets réservés pour les files d'attente de retransmission de l'émetteur en direction aval et en direction amont soit également respecté, conformément à la sélection effectuée en phase d'initialisation.

Si l'entrelaceur de blocs (voir paragraphe 9.2) est pris en charge dans la direction de l'OLR de type 5 ou 6, le bit de poids le plus fort de l'octet contenant la nouvelle valeur  $Q$  indique si la nouvelle profondeur d'entrelacement est égale à 1 ou à  $Q$ . Si le MSB est positionné sur 0, la nouvelle profondeur d'entrelacement des blocs  $D$  doit être égale à 1. Si le MSB est positionné sur 1, la nouvelle profondeur d'entrelacement des blocs  $D$  doit être égale à  $Q$ .

**Tableau C.11 – Commandes OLR envoyées par le VTUName initiateur**

	Longueur (octets)	Numéro d'octet	Contenu	Prise en charge
Demande de type 5 (SRA/UIT-T G.998.4)	$14 + 4 N_f$ ( $N_f \leq 128$ )	2	08 <sub>16</sub>	Optionnelle
		3-4	Deux octets contenant la nouvelle valeur pour $L_I$	
		5	Un octet contenant la nouvelle valeur pour $B_{10}$	
		6	Un octet contenant la nouvelle valeur pour $M_1$	
		7	Un octet contenant la nouvelle valeur pour $R_1$	
		8	Un octet contenant la nouvelle valeur pour $Q$	
		9	Un octet contenant la nouvelle valeur pour $V$	
		10	Un octet contenant la nouvelle valeur pour $Q_{tx}$	
		11	Un octet contenant la nouvelle valeur pour $lb$	
		12 – 13	Deux octets pour le nombre de sous-porteuses $N_f$ à modifier	
		14 – 13 + 4 $N_f$	4 $N_f$ octets décrivant le champ de paramètres de chaque sous-porteuse	
		14 + 4 $N_f$	Un octet pour le code de segment (SC)	
Demande de type 6 (SOS/UIT-T G.998.4)	$N_{TG}/2 + 12$	2	09 <sub>16</sub>	Optionnelle
		3	ID du message	
			$\Delta b(2)$ $\Delta b(1)$	



**Tableau C.11 – Commandes OLR envoyées par le VTUName initiateur**

	Longueur (octets)	Numéro d'octet	Contenu		Prise en charge
		4 à $N_{TG}/2 + 3$	$\Delta b(4)$	$\Delta b(3)$	
			...		
			$\Delta b(N_{TG})$	$\Delta b(N_{TG} - 1)$	
		$N_{TG}/2 + 4$ à $N_{TG}/2 + 5$	Deux octets contenant la nouvelle valeur pour $L_I$		
		$N_{TG}/2 + 6$	Un octet contenant la nouvelle valeur pour $B_{10}$		
		$N_{TG}/2 + 7$	Un octet contenant la nouvelle valeur pour $M_1$		
		$N_{TG}/2 + 8$	Un octet contenant la nouvelle valeur pour $R_1$		
		$N_{TG}/2 + 9$	Un octet contenant la nouvelle valeur pour $Q$		
		$N_{TG}/2 + 10$	Un octet contenant la nouvelle valeur pour $V$		
		$N_{TG}/2 + 11$	Un octet contenant la nouvelle valeur pour $Q_{tx}$		
		$N_{TG}/2 + 12$	Un octet contenant la nouvelle valeur pour $lb$		

**Tableau C.12 – Réponses d'OLR envoyées par la VTU qui répond**

Nom	Longueur (octets)	Numéro d'octet	Contenu	Prise en charge
Rejet d'une demande de type 5	3	2	85 <sub>16</sub> (note)	Optionnelle
		3	Un octet pour le code de cause (Tableau 11-7)	
Rejet d'une demande de type 6	3	2	86 <sub>16</sub> (note)	Optionnelle
		3	Un octet pour le code de cause (Tableau 11-7)	
NOTE – Toutes les autres valeurs pour l'octet numéro 2 sont réservées par l'UIT-T.				

### C.3.3 Procédure OLR à l'initiative du récepteur

Si un récepteur VTU est à l'initiative d'une reconfiguration, il doit calculer les changements nécessaires dans les paramètres correspondants (par exemple tableau des bits et des gains) et demander ce changement dans la fonction PMD d'émission de la VTU à l'autre extrémité de la ligne. Après avoir reçu un accusé de réception positif, conformément aux spécifications du paragraphe 11.2.3.3 de la Recommandation [UIT-T G.993.2], la VTU doit modifier les paramètres de commande pertinents de sa propre fonction PMD de réception et de la fonction PMS-TC au moment précisé au paragraphe C.4.

Un récepteur VTU peut lancer une OLR de type 1 (transfert de bits). Une demande de transfert de bits doit seulement changer le tableau des bits et des gains. Elle ne doit pas modifier la valeur  $L$ . Les reconfigurations de transfert de bits impliquent seulement des changements portant sur les paramètres de configuration de la sous-couche PMD. Elles ne changent pas les paramètres de configuration des sous-couches TPS-TC et PMS-TC.

La fonction PMD d'émission devra prendre en charge les transferts de bits demandés par la fonction PMD de réception.

Si le type 5 d'OLR (SRA) est pris en charge (respectivement dans la direction aval ou dans la direction amont) et activé (par l'entremise du positionnement du paramètre RA-MODE à 3), un récepteur VTU doit lancer une SRA lorsque les conditions des paragraphes C.3.3.1 ou C.3.3.2 sont satisfaites.

Si le type 5 d'OLR (SRA) est pris en charge (respectivement dans la direction aval ou dans la direction amont) et activé (par l'entremise du positionnement du paramètre RA-MODE à 4), un récepteur VTU doit lancer une SRA lorsque les conditions des paragraphes C.3.3.1, C.3.3.2 ou C.3.3.3 sont satisfaites. Un récepteur VTU peut déclencher une SRA lorsque les conditions du paragraphe C.3.3.4 sont satisfaites.

Si le type 6 d'OLR (SOS) est pris en charge (respectivement dans la direction aval ou dans la direction amont) et activé (par l'entremise du positionnement du paramètre RA-MODE à 4), un récepteur VTU doit lancer une SOS lorsque les conditions du paragraphe C.3.3.3 sont satisfaites.

Un récepteur VTU doit envoyer des commandes de requête OLR exclusivement lorsqu'elles satisfont les contraintes suivantes:

- il doit exister une protection contre le bruit impulsionnel permettant au moins une protection contre une menace combinée du bruit de type REIN le plus néfaste, tel que décrit dans les paramètres de la CO-MIB INPmin\_REIN et IAT\_REIN\_flag et du bruit de type SHINE le plus néfaste tel que décrit dans le paramètre de la CO-MIB INPmin;
- $\text{délai minimal} \leq \text{délai} \leq \text{délai maximal}$ .

Un récepteur VTU ne doit envoyer que les demandes SOS qui satisfont à la contrainte suivante:

- $\text{débit escompté (ETR)} \geq \text{débit minimal net de données SOS (MIN-SOS-BR)}$  pour le canal support.

NOTE 1 – En raison des contraintes sur la plage de paramètres de tramage, il peut ne pas être possible de réduire l'ETR jusqu'à MIN-SOS-BR.

NOTE 2 – Une demande SOS peut entraîner un débit de données de service de message temporairement inférieur au débit minimal de données de message de service configuré. Cela sera corrigé par une procédure SRA ultérieure. Voir paragraphe 13.4.3.3 de la Recommandation [\[UIT-T G.993.2\]](#).

Un récepteur VTU ne doit envoyer que des demandes SRA qui satisfont aux contraintes suivantes:

- $ETR_{max} \geq ETR \geq ETR_{min}$  pour le canal support, à moins que le débit net réel de données soit inférieur au débit net minimal de données à la suite d'une procédure SOS. Dans ce cas, la SRA ne peut que demander des augmentations de débit; on autorisera toutefois l'ETR demandé à être inférieur à  $ETR_{min}$ ;
- le débit de données de service de message doit être supérieur ou égal au débit minimal de données de service de message.

### **C.3.3.1 Procédure de décalage de la SRA vers le bas à l'initiative du récepteur**

Voir paragraphe 13.4.1 de la Recommandation [\[UIT-T G.993.2\]](#).

### **C.3.3.2 Procédure de décalage vers le haut de la SRA à l'initiative du récepteur**

Voir paragraphe 13.4.2 de la Recommandation [\[UIT-T G.993.2\]](#).

### C.3.3.3 SOS à l'initiative du récepteur

Voir paragraphe 13.4.3 de la Recommandation [UIT-T G.993.2].

### C.3.3.4 SRA à l'initiative du récepteur suivant une procédure SOS

Une VTU doit envoyer une ou plusieurs demandes SRA à la suite d'une procédure SOS pour remédier à la situation dans laquelle  $ETR$  en cours est inférieur à  $ETR_{min}$ . Tant que  $ETR$  en cours  $< ETR_{min}$ , ces requêtes SRA ne sont tenues de respecter ni RA-UTIME ni RA-USNRM.

NOTE – Bien que ces demandes SRA puissent être émises à la discrétion de la VTU, la note du paragraphe 13.1 de la Recommandation [UIT-T G.993.2] définit un objectif pour la durée globale de la procédure SOS.

## C.4 Chronologie des modifications des paramètres de commande

Ce paragraphe spécifie la chronologie des modifications pour les paramètres inclus dans les types 5 et 6 d'OLR. La chronologie des modifications des valeurs des divers paramètres de commande doit être mise en oeuvre conformément à la procédure définie au paragraphe 13.2.

NOTE – Après la modification des paramètres RS et DTU, les DTU codées avec les anciennes valeurs de paramètres ne peuvent plus être retransmises. Les modems devront essayer de s'assurer que toutes les DTU codées avec les anciens paramètres de tramage ont été correctement reçues avant que les modifications des paramètres de tramage ne soient mises en oeuvre. Cela peut être fait en interrompant temporairement la transmission de nouvelles DTU sur l'interface  $\alpha_1$  et en retransmettant de manière autonome uniquement les DTU de la file d'attente de retransmission pendant une période de temps appropriée. Cette période ne doit pas excéder  $T_{DTU-Stoppage}$ .

Pour toutes les tonalités utilisées dans un groupe de tonalités SOS,  $k$ , la même réduction  $b_i$ ,  $\Delta b(k)$ , est appliquée, sauf pour les tonalités appartenant au ROC. Plus précisément, le nouveau  $b_i'$  est égal à  $b_i - \Delta b(k)$ . Si la nouvelle valeur  $b_i'$  est strictement inférieure à 2, elle doit être positionnée sur 0. Ainsi, aucun nouveau chargement à 1 bit ne sera créé dans la SOS. Si le  $b_i'$  résultant contient un nombre impair de points de constellation à 1 bit et que le treillis est activé, la dernière constellation à 1 bit (selon le tableau réordonné d'ordonnancement des tonalités) devrait être positionnée sur  $b_i' = 0$ .

Si la SOS est prise en charge, une capacité de SOS en une seule étape est obligatoire. La VTU-O doit paramétrer les champs O-MSG 1 numéros 14 et 15 à  $00_{16}$ . La VTU-R devra paramétrer les champs R-MSG 2 numéros 5 et 6 à  $00_{16}$ . L'exécution de la demande SOS en plusieurs étapes fera l'objet d'une étude ultérieure.

Après avoir reçu une demande SOS, la VTU doit répondre dans un délai de 200 ms soit avec une réponse Syncflag soit avec une réponse de rejet de type 6 pour paramètres invalides (voir tableau 11-7 de la Recommandation [UIT-T G.993.2]).

Pendant la transition OLR de type 6 en une seule étape, des erreurs sur les bits peuvent se produire. Une fois la transition terminée, la VTU doit fonctionner à un BER ne dépassant pas le BER nominal, à moins que les conditions de la ligne ne le permettent pas.

## Annexe D

### Prise en charge de la Recommandation UIT-T G.998.4 avec la Recommandation UIT-T G.993.5

(Cette annexe fait partie intégrante de la présente Recommandation.)

Le fonctionnement en conformité avec la présente annexe D pourra être activé de deux manières:

- Si la vectorisation UIT-T G.993.5 est sélectionnée (comme indiqué dans le message MS UIT-T G.994.1), le fonctionnement de l'UIT-T G.998.4 doit être conforme à la présente annexe D;
- Si l'extension NPar (3) UIT-T G.998.4 "Prise en charge de l'annexe D de la Recommandation G.998.4" est positionnée sur UN (voir tableau 11.68.11 de la Recommandation UIT-T G.994.1), le fonctionnement de la Recommandation UIT-T G.998.4 doit être conforme à la présente annexe D.

L'annexe D est définie par rapport à l'annexe C. Toutes les exigences de l'annexe C s'appliquent, et certains éléments établis dans la présente annexe D s'y substituent ou les complètent.

#### D.1.1 Mémoire (remplace le paragraphe C.1.1)

Les définitions suivantes s'appliquent:

$$\text{delay\_octet}_{DS,0} = (D_{DS,0} - 1) \times (I_{DS,0} - 1)$$

$$\text{delay\_octet}_{US,0} = (D_{US,0} - 1) \times (I_{US,0} - 1).$$

Si la retransmission est activée dans la direction aval,

$$\text{alors} \quad \text{delay\_octet}_{DS,1} = 2 \times Q_{tx,DS} \times Q_{DS} \times H_{DS}$$

$$\text{sinon} \quad \text{delay\_octet}_{DS,1} = (D_{DS,1} - 1) \times (I_{DS,1} - 1).$$

Si la retransmission est activée dans la direction amont,

$$\text{alors} \quad \text{delay\_octet}_{US,1} = 2 \times Q_{tx,US} \times Q_{US} \times H_{US}$$

$$\text{sinon} \quad \text{delay\_octet}_{DS,1} = (D_{US,1} - 1) \times (I_{US,1} - 1).$$

Le paramètre AGGDELAYOCTET est défini comme:

$$\text{AGGDELAYOCTET} = \text{delay\_octet}_{DS,0} + \text{delay\_octet}_{DS,1} + \text{delay\_octet}_{US,0} + \text{delay\_octet}_{US,1}.$$

La contrainte suivante s'applique:

$$\text{AGGDELAYOCTET} \leq \text{MAXDELAYOCTET\_ext}.$$

Si la valeur MAXDELAYOCTET\_ext\_R (indiquée par la VTU-R dans le message R-MSG 2, voir paragraphe C.2.2.1) est supérieure à MAXDELAYOCTET (le paramètre "Délai agrégé d'entrelacement et de désentrelacement", en octets, spécifié au Tableau 6-1 de la Recommandation [\[UIT-T G.993.2\]](#) pour le profil), la valeur MAXDELAYOCTET\_ext sera égale au minimum de MAXDELAYOCTET\_ext\_R (défini au paragraphe C.1.1.1) et de MAXDELAYOCTET\_ext\_O (défini au paragraphe C.1.1.1). Sinon, le fonctionnement en mode mémoire étendue doit être désactivé, MAXDELAYOCTET\_ext étant égal à MAXDELAYOCTET.

NOTE – Etant donné que la VTU-O contrôle la fragmentation des octets MAXDELAYOCTET\_ext en amont et en aval (voir paragraphe C.2.1.3), la valeur MAXDELAYOCTET\_ext\_O n'a pas besoin d'être communiquée de la VTU-O à la VTU-R.

De plus, la contrainte suivante s'applique à la mémoire allouée aux entrelaceurs.

- Si la retransmission est activée dans les deux directions:

$$\text{delay\_octet}_{\text{DS},0} + \text{delay\_octet}_{\text{US},0} \leq \text{MAXDELAYOCTET}.$$

- Si la retransmission n'est activée que dans la direction aval:

$$\text{delay\_octet}_{\text{DS},0} + \text{delay\_octet}_{\text{US},0} + \text{delay\_octet}_{\text{US},1} \leq \text{MAXDELAYOCTET}.$$

- Si la retransmission n'est activée que dans la direction amont:

$$\text{delay\_octet}_{\text{DS},0} + \text{delay\_octet}_{\text{DS},1} + \text{delay\_octet}_{\text{US},0} \leq \text{MAXDELAYOCTET}.$$

Les émetteurs-récepteurs VTU-O et VTU-R doivent prendre en charge toutes les valeurs de  $\text{delay\_octet}_{\text{DS},0}$ ,  $\text{delay\_octet}_{\text{DS},1}$ ,  $\text{delay\_octet}_{\text{US},0}$  et  $\text{delay\_octet}_{\text{US},1}$  de façon à ce que les contraintes ci-dessus soient respectées. La quantité minimale de mémoire exigée d'un émetteur-récepteur (VTU-O ou VTU-R) pour satisfaire à cette exigence est  $\frac{\text{MAXDELAYOCTET\_ext}}{2}$  octets. La quantité réelle de mémoire utilisée dépend de l'implémentation.

La mémoire minimale pour la file d'attente de retransmission du récepteur doit être identique à la quantité de la mémoire pour la file d'attente de transmission correspondante dans la même direction.

La taille maximale des DTU en octets ( $Q \times H$ ) doit être égale à la valeur indiquée au Tableau D.1 en fonction du profil et de la direction.

**Tableau D.1 – Taille maximale des DTU**

Profil	Taille maximale des DTU ( $Q \times H$ )	
	Aval	Amont
8a, 8b, 8c, 8d	2 048 octets	512 octets
12a	2 048 octets	1 536 octets
17a	3 072 octets	1 536 octets
30a	3 072 octets	3 072 octets

Le paramètre de configuration de la fragmentation MAXDELAYOCTET-split (MDOSPLIT) doit être appliqué dans la Recommandation UIT-T G.998.4 au paramètre MAXDELAYOCTET\_ext. Avec  $\text{delay\_octet}_{x,p}$  (avec  $x = \text{DS}$  ou  $\text{US}$  et  $p = 0$  ou  $1$ ) tel qu'il est défini au présent paragraphe, la somme des valeurs de  $\text{max\_delay\_octet}$  spécifiées dans le message O-PMS (voir paragraphe C.2.1.3) doit être limitée à (voir paragraphe 11.4.2.7 de la Recommandation [UIT-T G.993.2]):

$$\text{max\_delay\_octet}_{\text{DS},0} + \text{max\_delay\_octet}_{\text{DS},1} \leq \text{MAXDELAYOCTET\_DS},$$

$$\text{max\_delay\_octet}_{\text{US},0} + \text{max\_delay\_octet}_{\text{US},1} \leq \text{MAXDELAYOCTET\_US},$$

avec  $\text{MAXDELAYOCTET\_DS} = \lceil \text{MDOSPLIT} \times \text{MAXDELAYOCTET\_ext} \rceil$ ,

$$\text{MAXDELAYOCTET\_US} = \text{MAXDELAYOCTET\_ext} - \text{MAXDELAYOCTET\_DS},$$

$\lceil x \rceil$  signalant un arrondi à l'entier supérieur.

#### **D.1.1.1 Fonctionnement en mode mémoire étendue pour les débits de données nets améliorés avec la Recommandation UIT-T G.993.5 (vectorisation) (nouveau paragraphe)**

Les valeurs du demi-aller-retour de référence ( $HRT_{ref}$ ) pour déterminer AggAchievableNDR\_O et AggAchievableNDR\_R sont les suivantes:

- Profil 17a:  $HRT_{ref} = 8$  symboles DMT (2 ms);
- Profil 30a:  $HRT_{ref} = 12$  symboles DMT (1,5 ms).

Le débit de données net maximal agrégé atteignable (MaxAggAchievableNDR) pour chaque profil sont les suivants:

- Profil 17a = 150 Mbits/s;
- Profil 30a = 250 Mbits/s.

Les valeurs ci-dessus peuvent être utilisées pour provisionner la quantité de mémoire dans la VTU si la valeur réelle du demi-aller-retour de la VTU ( $HRT_{VTU}$ ) et que la valeur supposée du demi-aller-retour de référence ( $HRT_{ref}$ ) pour la VTU de l'extrémité distante sont connues.

Si la VTU-O

- a des demi-aller-retours réels exprimés en symboles  $\leq HRT_{ref}$ , c'est-à-dire  $HRT_{rx}^S \leq HRT_{ref}$  et  $HRT_{tx}^S \leq HRT_{ref}$ ,
- a des demi-aller-retours réels calculés en DTU égaux à 0, c'est-à-dire,  $HRT_{rx}^D = 0$ , et  $HRT_{tx}^D = 0$  et
- coordonne les symboles de synchronisation dans la direction de la transmission des DTU avec les symboles de synchronisation dans la direction du RRC dans une plage allant de  $-HRT_{rx}^S + \lfloor Q \times S_1 \rfloor$  à  $HRT_{tx}^S - 1$  symboles DMT, une valeur positive indiquant que le symbole de synchronisation dans la direction de la transmission de la DTU est envoyé après le symbole de synchronisation dans la direction du RRC,

alors, pour une valeur donnée de AGGDELAYOCTET prise en charge dans la VTU-O (notée MAXDELAYOCTET\_ext\_O), AggAchievableNDR\_O doit être calculé comme suit:

$$AggAchievableNDR\_O(\text{kbit/s}) = \min \left( \frac{8(\text{bits/byte}) \times \text{MAXDELAYOCTET\_ext\_O}(\text{bytes})/2}{(HRT_{VTU-O}^S + HRT_{ref} + 1)/f_{DMT}(\text{kHz})}, \text{MaxAggAchievableNDR} \right),$$

$HRT_{VTU-O}^S$  étant la valeur la plus élevée entre les demi-aller-retours réels de la VTU-O  $HRT_{tx}^S$  et  $HRT_{rx}^S$ . Sinon, AggAchievableNDR\_O n'est pas défini.

Si la VTU-R

- a des demi-aller-retour réels exprimés en symboles  $\leq HRT_{ref}$ , c'est-à-dire  $HRT_{rx}^S \leq HRT_{ref}$  et  $HRT_{tx}^S \leq HRT_{ref}$  et
- a des demi-aller-retours calculés en DTU égaux à 0, c'est-à-dire  $HRT_{rx}^D = 0$  et  $HRT_{tx}^D = 0$ ,

alors, pour une valeur donnée de AGGDELAYOCTET prise en charge dans la VTU-R (notée MAXDELAYOCTET\_ext\_R), AggAchievableNDR\_R doit être calculé comme suit:

$$AggAchievableNDR\_R(\text{kbit/s}) = \min \left( \frac{8(\text{bits/byte}) \times \text{MAXDELAYOCTET\_ext\_R}(\text{bytes})/2}{(HRT_{VTU-R}^S + HRT_{ref} + 1)/f_{DMT}(\text{kHz})}, \text{MaxAggAchievableNDR} \right),$$

$HRT_{VTU-R}^S$  étant la valeur la plus élevée entre les demi-aller-retours réels de la VTU-R  $HRT_{tx}^S$  et  $HRT_{rx}^S$ . Sinon, AggAchievableNDR\_R n'est pas défini.

AggAchievableNDR\_O doit être rapporté dans la CO-MIB en tant qu'AGGACHNDR\_NE. AggAchievableNDR\_R doit être rapporté dans la CO-MIB en tant qu'AGGACHNDR\_FE. Une valeur spéciale doit être rapportée pour indiquer qu'AggAchievableNDR n'est pas défini.

NOTE 1 – Certaines conceptions d'émetteurs-récepteurs peuvent choisir de mettre en oeuvre de la mémoire supplémentaire ou un HRT plus bas afin de potentiellement prendre en charge des débits de données nets supérieurs aux valeurs de MaxAggAchievableNDR ci-dessus. Sous réserve qu'en phase active, la mémoire réelle utilisée soit suffisamment importante ou que l'aller-retour réel soit suffisamment bas, on peut obtenir des débits de données nets supérieurs à MaxAggAchievableNDR.

NOTE 2 – Le calcul ci-dessus présuppose que les DTU seront configurées dans un seul symbole DMT. Si cette condition ou d'autres conditions ne sont pas satisfaites, le NDR agrégé réel pourra être inférieur à la valeur minimale de AggAchievableNDR\_O et de AggAchievableNDR\_R.

NOTE 3 – Ce qui suit est un exemple:

- Pour prendre en charge MaxAggNDR pour le profil 17a, l'émetteur-récepteur A a une valeur de demi-aller-retour réel de  $HRT^s = 8$  symboles DMT. Pour prendre en charge la valeur MaxAggNDR du profil 17a de 150 Mbits/s, l'émetteur-récepteur a besoin de 79 688 octets de mémoire si l'on part du principe que l'émetteur-récepteur de l'extrémité distante a un  $HRT$  inférieur à  $HRT_{ref}$  de 2 ms.
- L'émetteur-récepteur B a une valeur de demi-aller-retour réel de  $HRT^s = 7$  symboles DMT. Pour prendre en charge la valeur MaxAggNDR de 150 Mbits/s, cet émetteur-récepteur a besoin de 75 000 octets de mémoire.
- Si les émetteurs-récepteurs A et B devaient fonctionner conjointement, ils pourraient le faire à un NDR de 150 Mbits/s, sous réserve que les conditions de ligne le permettent.

#### **D.1.3.3 ATTNDR\_MAXDELAYOCTET-split (ATTNDR\_MDOSPLIT) (complète le paragraphe C.1.3.3)**

Voir paragraphe 11.4.2.8 de la Recommandation [UIT-T G.993.2], avec:

$ATTNDR\_MAXDELAYOCTET\_DS = \lceil ATTNDR\_MDOSPLIT \times MAXDELAYOCTET\_ext \rceil$ ;

$ATTNDR\_MAXDELAYOCTET\_US = MAXDELAYOCTET\_ext - ATTNDR\_MAXDELAYOCTET\_DS$ ;

et  $\lceil x \rceil$  signalant un arrondi à l'entier supérieur.

#### **D.2.2.1 R-MSG 2 (complète le paragraphe C.2.2.1)**

Remplacer le champ 10 du Tableau C.5 avec la définition de champ suivante:

**Tableau C.5 – Champ de paramètres UIT-T G.998.4 pour le message R-MSG2**

	Contenu du champ	Format	Description
10	MAXDELAYOCTET_ext_R	3 octets	Valeur de AGGDELAYOCTET prise en charge dans la VTU-R pour un fonctionnement en mode mémoire étendue

Le champ 10 "MAXDELAYOCTET\_ext\_R" sera un champ de 3 octets indiquant la valeur de AGGDELAYOCTET prise en charge dans la VTU-R (voir paragraphe C.1.1.1) pour un fonctionnement en mode mémoire étendue (voir paragraphe C.1.1). Ce champ doit être codé comme un entier non signé de 24 bits représentant la valeur sous la forme de multiples de 1 octet.



## Annexe E

### Fonctionnement du VDSL2 en mode basse puissance

(Cette annexe fait partie intégrante de la présente Recommandation.)

#### E.1 Portée

Cette annexe définit le mode de fonctionnement optionnel à faible puissance (LPMode) avec la Recommandation [UIT-T G.993.2] et la Recommandation [UIT-T G.993.5]. Lorsque les deux VTU fonctionneront conformément à cette annexe, la liaison sera dans l'état de liaison L2. On définit deux sous-états de liaison, appelés L2.1 et L2.2, liés au fonctionnement en mode LPMode, chacun doté de niveaux de qualité de service différents. Le fonctionnement en mode LPMode n'interdit pas l'utilisation de la Recommandation [UIT-T G.993.5] et n'exige pas l'utilisation de la Recommandation [UIT-T G.993.5].

#### E.2 Fonctionnalité

Pour faciliter le mode LPMode, la présente annexe définit un ensemble d'états de gestion de la puissance pour la liaison VDSL2 ainsi que l'utilisation des messages eoc pour coordonner la gestion de la puissance entre les VTU. La réduction de puissance pourra être obtenue en minimisant l'énergie transmise par la VTU sur le point de référence U ainsi qu'en réduisant la puissance consommée par les VTU (par exemple en réduisant la vitesse d'horloge ou le nombre de sous-porteuses utilisées, ou en désactivant des circuits de ligne). La Recommandation [UIT-T G.993.2] définit un ensemble d'états de liaison VDSL2 (c'est-à-dire les états de liaison L0 et L3) entre la VTU-R et la VTU-O, en spécifiant les signaux qui sont actifs sur la liaison dans chaque état, les événements de transition de liaison et les procédures associées. Le mode LPMode pour une liaison particulière sera obtenu en faisant passer la liaison de l'état de liaison L0 à l'état de liaison LPMode (appelé état de liaison L2), avec deux sous-états de liaison L2.1 (défini au paragraphe E.2.1) et L2.2 (défini au paragraphe E.2.2), chacun doté de différents niveaux d'économie de puissance, de différents niveaux de qualité de service et de procédures pour y entrer et en sortir.

Les détails de la coordination de la VTU avec les fonctions de gestion de puissance sont hors du domaine d'application de la présente Recommandation.

Pour une direction de transmission particulière, la VTU émettrice détermine la nécessité de transition vers les sous-états de liaison L2.1 et L2.2 par l'entremise des primitives envoyées par la VME de l'extrémité proche. La fonction de couche supérieure au niveau de la VTU émettrice détermine la nécessité d'une transition hors des sous-états de liaison L2.1 et L2.2. La VTU a pour instruction de sortir des sous-états de liaison L2.1 et L2.2 par l'entremise de primitives envoyées par la fonction de couche supérieure vers la VME de l'extrémité proche. La VTU réceptrice reçoit les primitives par l'entremise de messages eoc provenant de la VME de l'extrémité distante. Les transitions d'entrée dans les sous-états de liaison L2.1 et L2.2 et de sortie de ces sous-états seront contrôlées par les variables de commande de paramétrage de la VME de l'extrémité proche pour les fonctions TPS-TC, PMS-TC et PMD de l'extrémité proche ainsi que par l'envoi de messages eoc à la VME de l'extrémité distante.

La fonctionnalité LPMode définie dans cette annexe sera une capacité facultative pour la VTU-O et pour la VTU-R. Si une VTU prend en charge le fonctionnement LPMode conformément à la présente annexe, elle doit prendre en charge le fonctionnement en mode LPMode en aval, tel que défini pour le sous-état de liaison L2.1 au paragraphe E.3.1 et pour le sous-état de liaison L2.2 au paragraphe E.3.2. Le fonctionnement en mode LPMode en amont fera l'objet d'une étude ultérieure.

Pendant la phase d'initialisation (voir messages O-MSG 1 au tableau C.2, R-MSG 2 au Tableau C.5 et O-TPS au tableau C.3), on détermine, en fonction des capacités de la VTU-O, de la VTU-R et des paramètres de configuration de la CO-MIB (voir tableau E.1), si le mode de fonctionnement



particulier LPMODE sera activé ou désactivé. Le fonctionnement en mode LPMODE pourra être activé ou désactivé séparément pour l'amont et l'aval ainsi que pour les sous-états de liaison L2.1 et L2.2. Si le sous-état de liaison L2.1 est désactivé dans une direction particulière, le sous-état de liaison L2.2 doit également être désactivé dans cette même direction.

Si une VTU prend en charge le fonctionnement en mode LPMODE conformément à la présente annexe, elle doit prendre en charge SNRM\_MODE = 5 (voir paragraphe 11.4.1.1.6.1.5 de la Recommandation [UIT-T G.993.2]). La VTU-O pourra envoyer la commande SAVN-Update pendant l'état de liaison L0, entre les étapes d'entrée dans le sous-état de liaison L2.1 et pendant le fonctionnement en régime permanent (c'est-à-dire à l'issue de la dernière étape de la procédure d'entrée en L2.1). La VTU-O ne doit pas envoyer la commande SAVN-Update pendant l'étape d'entrée dans le sous-état de liaison L2.1, pendant la sortie du sous-état de liaison L2.1 vers l'état de liaison L0 et pendant les procédures OLR associées à des modifications du chargement des bits ou des paramètres de tramage dans la direction aval en fonctionnement en régime permanent dans l'état de liaison L0 ou dans le sous-état de liaison L2.1.

### E.3 Etats de liaison et diagramme des états de liaison

Le présent paragraphe modifie le paragraphe 12.1.1 de la Recommandation [UIT-T G.993.2] avec l'état de liaison L2 et les sous-états de liaison L2.1 et L2.2.

Le diagramme des procédures d'activation/désactivation et d'état de liaison VDSL2 est illustré à la Figure E.1.

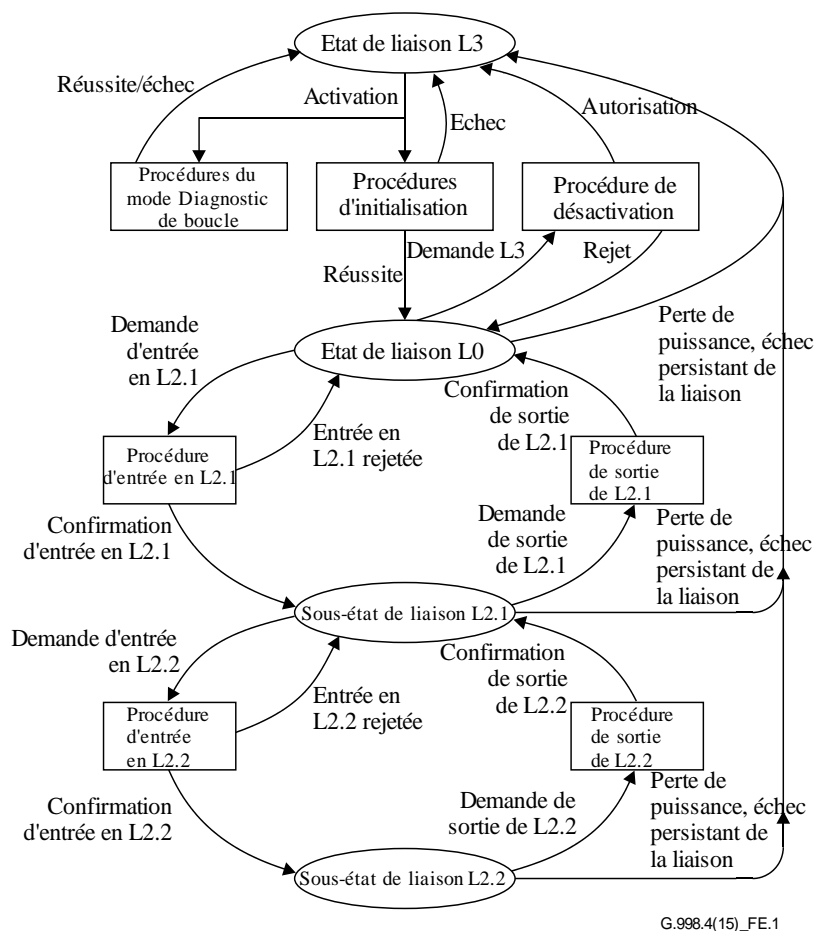


Figure E.1 – Diagramme des procédures d'activation/désactivation et d'état de liaison VDSL2

La Figure E.1 montre trois états de liaison (L0, L2 et L3), L2 étant constitué des deux sous-états de liaison L2.1 et L2.2; elle montre également les procédures qui facilitent les transitions d'un état de liaison à un autre. Les états de liaison s'affichent dans des ovales, tandis que les procédures s'affichent dans des rectangles.

L'état de liaison L3 est celui dans le cadre duquel la VTU est configurée pour le service défini par l'opérateur par l'entremise d'une interface de gestion. Dans cet état de liaison, la VTU-O et la VTU-R ne transmettent aucun signal.

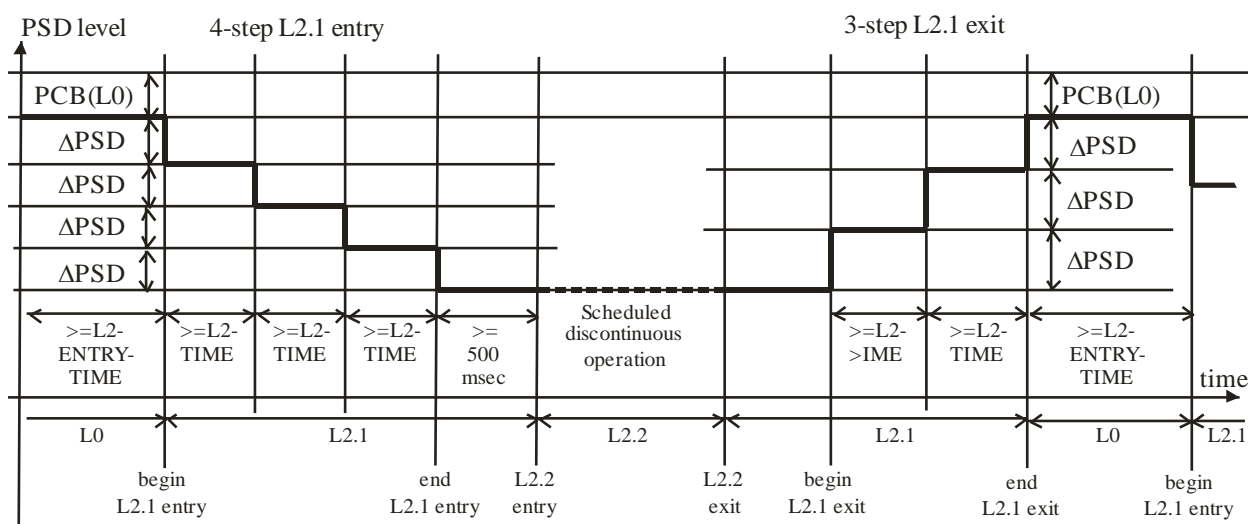
L'état de liaison L0 est celui obtenu après la réussite de la procédure d'initialisation par les deux VTU. Dans cet état, la liaison transporte les informations de l'utilisateur accompagnées des caractéristiques de performance en conformité avec la configuration de la CO-MIB. Lorsque la liaison est dans l'état de liaison L0, la VTU-O et la VTU-R sont dans l'état d'émetteur-récepteur en phase active.

L'état de liaison L2 sera représenté par deux sous-états de liaison, L2.1 et L2.2, lesquels sont respectivement définis aux paragraphes E.3.1 et E.3.2. Lorsque la liaison est dans l'un des sous-états de la liaison L2, la VTU-O et la VTU-R est dans l'état d'émetteur-récepteur en phase active.

Il n'y a pas de procédure définie pour une sortie directe de L2.2 vers L0. Une sortie de L2.2 vers L0 consiste en une sortie de L2.2 vers L2.1 (procédure de sortie de L2.2) suivie d'une sortie du sous-état de liaison L2.1 vers L0 (procédure de sortie de L2.1). De même, il n'y a pas de procédure définie pour une entrée directe de L0 vers L2.2. Une entrée de L0 en L2.2 consiste en une entrée de L0 en L2.1 (procédure d'entrée en L2.1) suivie d'une entrée de L2.1 en L2.2 (procédure d'entrée en L2.2).

La VTU peut appliquer un contrôle de flux à la discrétion du fournisseur pendant les sous-états de liaison L2.1 et L2.2 et pendant les périodes de transition vers ces sous-états et à partir de ces derniers. Le contrôle de flux appliqué vers les couches supérieures devra garantir que le débit de données au point de référence  $\gamma$  n'est pas supérieur au débit de données pouvant être acheminé sur le point de référence U.

La Figure E.2 montre un exemple de réglages du niveau de la PSD lors des transitions de l'état de liaison L2. La procédure d'entrée dans le sous-état de liaison L2.1 (voir paragraphe E.3.1.1) peut consister en une ou plusieurs étapes, chacune exécutant un réglage de diminution du niveau de la PSD. La procédure de sortie du sous-état de liaison L2.1 (voir sous-paragraphe E.3.1.2) pourra consister en une ou plusieurs étapes, chacune exécutant un réglage d'augmentation du niveau de la PSD. La transition de L2.1 vers L2.2 et réciproquement s'effectue en une étape.



**Figure E.2 – Exemple de réglages du niveau de la PSD lors des transitions de l'état de liaison L2**

### E.3.1 Sous-état de liaison L2.1

Les principales applications du fonctionnement en mode LPMODE dans le sous-état de liaison L2.1 sont le transport de VoIP (niveau POTS) et les données de "maintien en vie". En ce qui concerne le fonctionnement en mode LPMODE dans le sous-état de liaison L2.1, la technique d'adaptation de la puissance s'appuie sur la réduction de la puissance d'émission sur tout ou partie des sous-porteuses, en maintenant la transmission continue des symboles. La puissance d'émission pourra être réduite en diminuant le nombre de sous-porteuses actives, en diminuant la puissance d'émission par sous-porteuse (réduction de la PSD), ou les deux.

Avec la liaison dans le sous-état de liaison L2.1, les VTU doivent suivre les changements de canaux (par exemple les variations de bruit) en utilisant la reconfiguration en ligne (OLR, voir paragraphe E.3.1.3).

Avec la liaison dans le sous-état de liaison L2.1, les caractéristiques des sous-couches TPS-TC (voir paragraphe 7), des fonctions de retransmission (voir paragraphe 8), des sous-couches PMS-TC (voir paragraphe 9) et PMD (voir paragraphe 10) ainsi que des fonctions de gestion (voir paragraphe 13) s'appliquent avec les différences suivantes:

- *ETR\_min* et *ETR\_max* (voir paragraphe 7.1.1) ne s'appliquent pas; les limites ETR spécifiques au sous-état de liaison L2.1 sont configurées par l'intermédiaire de la CO-MIB (voir paragraphe E.4);
- *INP\_act\_SHINE* (voir paragraphe 11.2.3) peut être inférieure à *INP\_min* (voir paragraphe 7.1.1), voire même être nulle; *INP\_act\_REIN* (voir paragraphe 11.2.4) ne doit pas être inférieure à *INP\_min\_rein* (voir paragraphe 7.1.1);
- *delay\_act\_RTX* (voir paragraphe 11.2.5) doit être inférieur au maximum entre 6 ms et *delay\_max*;
- *msg* (voir paragraphe 9.5.4 de la Recommandation [UIT-T G.993.2]) doit être positionné sur au moins 64 kbit/s dans les deux directions; *msg* doit être configuré par l'entremise du paramètre *MSGmin* de la CO-MIB;
- *TARSNRM*, *MAXSNRM* et *SNRM\_OFFSET-ROC* (note) ne s'appliquent pas; les limites de la SNRM spécifiques à L2 sont configurées par l'intermédiaire de la CO-MIB (voir paragraphe E.4).

NOTE – Les responsables de la mise en oeuvre devraient établir des marges de SNR suffisantes pour les sous-porteuses ROC, de sorte que, pendant le sous-état de liaison L2.1, la robustesse du ROC ne soit pas compromise.

#### E.3.1.1 Entrée dans le sous-état de liaison L2.1 à partir de l'état de liaison L0

Lorsque la liaison est dans l'état de liaison L0, la VTU émettrice doit mesurer le débit entrant (*THRP*) en bits/s reçus des couches supérieures sur le point de référence  $\gamma$ . Le *THRP* doit être mesuré en comptant le nombre d'octets reçus sur l'interface  $\gamma$  pendant chaque seconde complète.

Le critère d'entrée dans le sous-état de liaison L2.1 est défini comme le *THRP* étant inférieur au seuil de débit pour l'entrée dans l'état de liaison L2 ( $L2.1-ENTRY-THRP = 0,75 \times L2.1-MIN-ETR$ . Pour *L2.1-MIN-ETR*, voir paragraphe E.4) pour une période continue dépassant le seuil de temps pour une entrée dans l'état de liaison L2 (*L2.1-ENTRY-TIME*, voir paragraphe E.4). La VTU émettrice doit commencer à compter cette période continue à l'issue de la première seconde durant laquelle le *THRP* est inférieur à *L2.1-ENTRY-THRP* et doit finir de compter et réinitialiser le décompte à chaque seconde pour laquelle *THRP* est supérieur ou égal à *L2.1-ENTRY-THRP*.

La transition de l'état de liaison L0 au sous-état de liaison L2.1 (procédure d'entrée en L2.1) est illustrée à la figure E.3. Lorsque le critère d'entrée dans le sous-état de liaison L2.1 est respecté, la VTU émettrice doit lancer une transition de la liaison de l'état de liaison L0 au sous-état de liaison L2.1 (voir la primitive de demande d'entrée dans le sous-état de liaison L2.1 aux figures E.1 et E.3). La transition peut se produire en une seule étape (en utilisant une procédure d'entrée en une

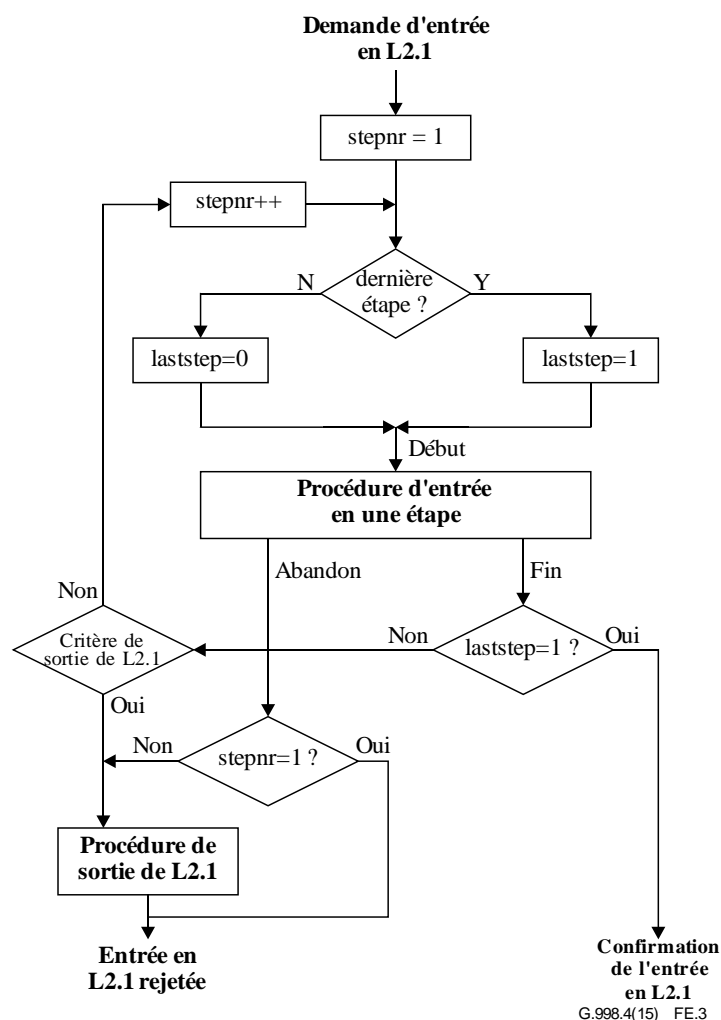
étape définie au paragraphe E.3.1.1.1) ou en plusieurs étapes (en utilisant une procédure d'entrée en plusieurs étapes définie au paragraphe E.3.1.1.2). Une procédure d'entrée en plusieurs étapes consiste à exécuter une procédure d'entrée en une étape plusieurs fois, une fois pour chaque étape.

Lorsqu'une procédure d'entrée en une étape (pour la transition en une seule étape) ou au moins une étape d'une procédure d'entrée en plusieurs étapes (pour la transition en plusieurs étapes) est terminée, la liaison doit être considérée comme étant dans le sous-état de liaison L2.1, et ce, jusqu'à ce que la procédure de sortie de ce sous-état vers l'état de liaison L0 soit exécutée ou que la liaison passe à l'état de liaison L3.

Si le critère de sortie du sous-état de liaison L2.1 est respecté avant la fin de la procédure d'entrée dans ce sous-état, la VTU émettrice doit abandonner cette procédure d'entrée (telle que définie aux paragraphes E.3.1.1.1 et E.3.1.1.2) et lancer une transition de retour de la liaison vers l'état de liaison L0, en utilisant la procédure de sortie du sous-état de liaison L2.1 définie au paragraphe E.3.1.2.

La procédure d'entrée dans le sous-état de liaison L2.1 doit utiliser les paramètres de configuration L2 suivants, fournis par la CO-MIB (voir paragraphe E.4):

- réduction maximale de l'ATP (dB) par palier (L2.1-ATPD);
- réduction totale maximale de l'ATP (dB) (L2.1-ATPRT);
- durée minimale entre les étapes (L2-TIME);
- ETR minimal dans le sous-état de liaison L2.1 (L2.1-ETR-MIN);
- ETR maximal dans le sous-état de liaison L2.1 (L2.1-ETR-MAX);
- marge SNR cible dans le sous-état de liaison L2.1 (L2-TARSNRM);
- marge SNR maximale dans le sous-état de liaison L2.1 (L2-MAXSNRM);
- bandes de fréquences dans lesquelles la désactivation des sous-porteuses dans le sous-état de liaison L2.1 n'est pas autorisée (L2-BANDS).



**Figure E.3 – Procédure d'entrée dans le sous-état de liaison L2.1**

#### **E.3.1.1.1 Procédure d'entrée en une étape**

La procédure d'entrée en une étape met d'abord en oeuvre un changement dans le chargement de bits et les paramètres de tramage, puis un changement de la PSD en émission et de l'ensemble de sous-porteuses actives.

- La modification du tableau de chargement des bits (BLT) et des paramètres de tramage, ainsi que la modification (réduction) du niveau de la PSD en émission et de l'ensemble des sous-porteuses actives doivent être effectuées séparément dans des supertrames différentes. Les gains (c'est-à-dire les valeurs  $g_i$ ) ne doivent pas être modifiés.
- Si le fonctionnement selon la Recommandation [UIT-T G.993.5] est désactivé, il convient de définir la structure L2-SYNCHRO comme étant constituée d'un symbole de synchronisation inversé (transmis à la fin de la supertrame, à la position de la trame de synchronisation. Voir Figure 10-2 de la Recommandation [UIT-T G.993.2]), suivi d'une structure de 9 symboles de synchronisation. Si le fonctionnement selon la Recommandation [UIT-T G.993.5] est activé, il convient de définir la structure L2-SYNCHRO comme étant constituée d'un symbole de synchronisation avec des tonalités de fanions inversées (transmis à la fin de la supertrame, à la position de la trame de synchronisation. Voir Figure 10-2 de la Recommandation [UIT-T G.993.2]) suivi d'une structure de 9 symboles de synchronisation.
- Pour déclencher la modification du tableau de chargement des bits et des paramètres de tramage, ainsi que la modification (réduction) du niveau de la PSD en émission et de l'ensemble des sous-porteuses actives, la VTU émettrice doit transmettre une structure

L2-SYNCHRO. La modification doit s'appliquer à partir du premier symbole suivant le dernier symbole de la structure L2-SYNCHRO, c'est-à-dire à partir du décompte du 9<sup>e</sup> symbole (le décompte commençant à 0) de la supertrame correspondante.

- La procédure d'entrée en une étape doit mettre en oeuvre une modification du chargement des bits et des paramètres de tramage après la première structure L2-SYNCHRO suivie d'un changement du niveau de la PSD en émission et de l'ensemble des sous-porteuses actives après la deuxième structure L2-SYNCHRO. Le changement du niveau de la PSD et la durée entre la première et la deuxième structure L2-SYNCHRO sont déterminés par la VTU émettrice. Le chargement des bits, l'ensemble des sous-porteuses actives et les paramètres de tramage sont déterminés par la VTU réceptrice. Les changements de paramètres doivent s'effectuer dans le cadre de limites déterminées et d'une politique définie au présent paragraphe.

#### **E.3.1.1.1.1 Echanges entre VTU**

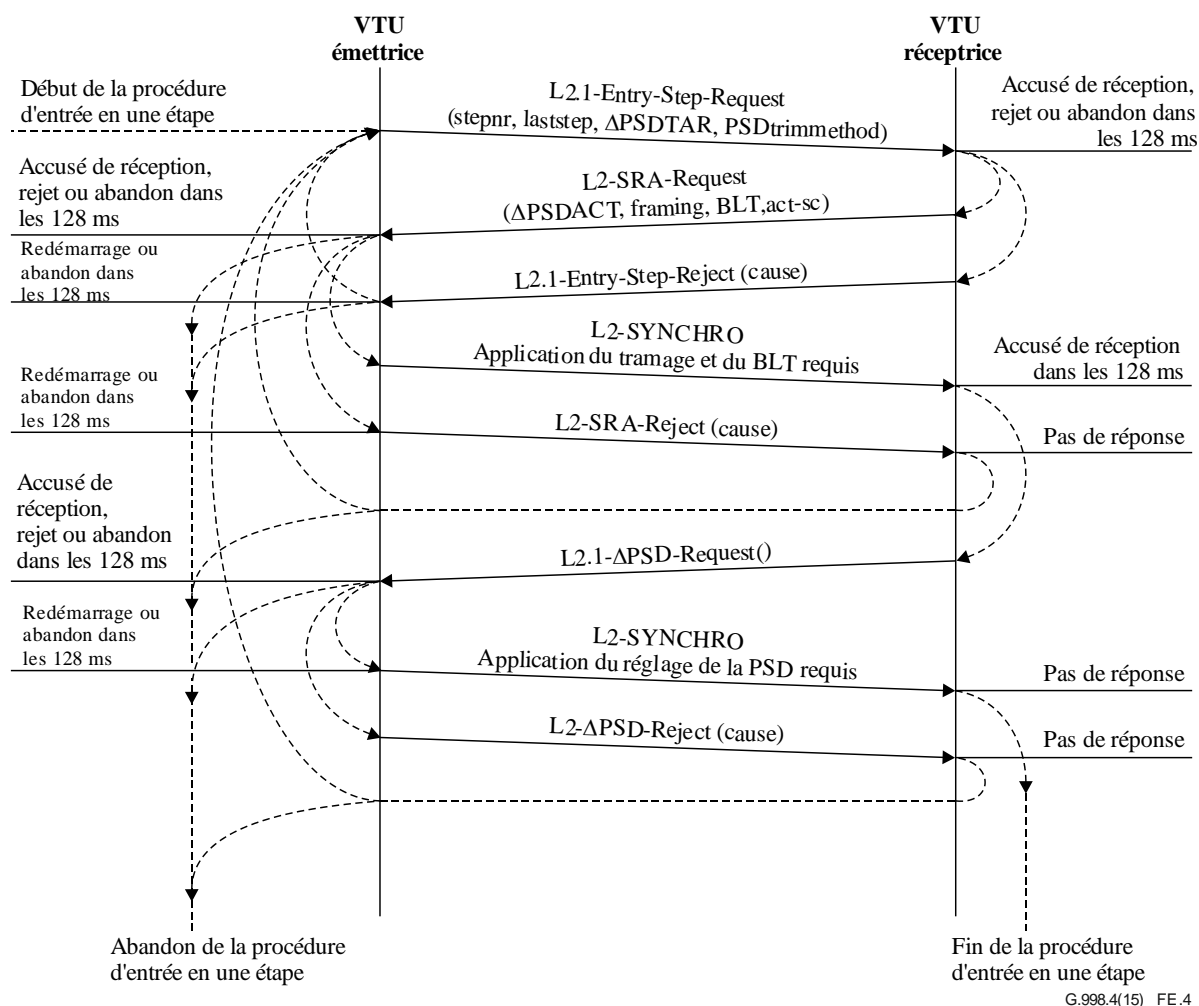
Les échanges entre VTU dans la procédure d'entrée en une étape (voir la procédure d'entrée dans le sous-état de liaison L2.1 à la Figure E.1 et les échanges entre VTU à la figure E.4) sont définis comme suit:

- 1) La VTU émettrice doit lancer une procédure d'entrée en une étape en envoyant une commande L2.1-Entry-Step-Request (voir paragraphe E.5.1) et en attendant un accusé de réception. Cette commande pourra être répétée jusqu'à ce que l'accusé de réception soit reçu. Elle contiendra le numéro de séquence de l'étape et indiquera si cette étape sera ou non la dernière étape de la procédure d'entrée dans le sous-état de liaison L2.1. Elle indiquera également le réglage de la PSD cible ( $\Delta PSD_{TAR}$ ) devant être appliqué durant l'étape et si un réglage de la PSD comme PSD uniforme ou comme PSD plafonnée doit être appliqué ou non. Après avoir envoyé la commande L2.1-Entry-Step-Request, la VTU émettrice doit ignorer toutes les commandes OLR entrantes provenant de la VTU réceptrice (voir sous-paragraphe E.3.1.3).
- 2) Après réception d'une commande L2.1-Entry-Step-Request, la VTU réceptrice doit, dans un délai de 128 ms, soit en accuser réception en envoyant une commande L2-SRA-Request, soit la rejeter en envoyant une réponse L2.1-Entry-Step-Reject (voir paragraphe E.5.3). Après avoir reçu la commande L2.1-Entry-Step-Request, la VTU réceptrice doit rejeter toutes les commandes OLR en attente (voir paragraphe E.3.1.3). La commande L2-SRA-Request indique le réglage de la PSD réelle ( $\Delta PSD_{ACT}$ , déterminé par le récepteur) à appliquer à cette étape, le chargement des bits, l'ensemble des sous-porteuses actives et les paramètres de tramage correspondant au  $\Delta PSD_{ACT}$ . La VTU réceptrice doit calculer les paramètres de transmission indiqués dans la commande L2-SRA-Request (y compris  $\Delta PSD_{ACT}$ ) afin de satisfaire toutes les conditions de limites et la politique définies au présent paragraphe.
- 3) Dans un délai de 128 ms suivant l'envoi de la commande L2-SRA-Request, la VTU réceptrice doit attendre la réception de la première structure L2-SYNCHRO, d'une réponse L2-SRA-Reject ou d'une commande L2.1-Exit-Step-Request. Après avoir envoyé une réponse L2.1-Entry-Step-Reject, la VTU réceptrice doit attendre une nouvelle commande L2.1-Entry-Step-Request (avec une valeur identique ou différente de  $\Delta PSD_{TAR}$ ) ou une commande L2.1-Exit-Step-Request.
- 4) Dans un délai de 128 ms suivant la réception de la commande L2-SRA-Request, la VTU émettrice doit: soit accuser réception de la commande L2-SRA-Request en envoyant la première structure L2-SYNCHRO; soit la rejeter en envoyant une réponse L2-SRA-Reject accompagnée d'un code de cause correspondant; soit envoyer une commande L2.1-Exit-Step-Request (si elle a reçu une primitive de demande de sortie du sous-état de liaison L2.1 sur le point de référence de l'extrémité proche  $\gamma\_MGMT$  et, qu'en conséquence, il sera impossible de lancer la procédure d'entrée dans le sous-état de liaison L2.1, ou si elle a choisi de mettre fin à la procédure d'entrée dans le sous-état de liaison L2.1). Dans un délai

de 128 ms suivant la réception d'une réponse L2.1-Entry-Step-Reject, la VTU émettrice doit accuser réception de cette réponse soit en envoyant une nouvelle commande L2.1-Entry-Step-Request (avec une valeur identique ou différente de  $\Delta PSD_{TAR}$ ), soit en envoyant une commande L2.1-Exit-Step-Request.

- 5) A partir du premier symbole qui suit la première structure L2-SYNCHRO, la VTU émettrice et la VTU réceptrice doivent appliquer le chargement des bits et les paramètres de tramage indiqués dans la commande L2-SRA-Request. La VTU émettrice ne doit modifier ni l'ensemble des sous-porteuses actives ni la PSD en émission.
- 6) Dans un délai de 64 ms suivant la réception de la première structure L2-SYNCHRO, la VTU réceptrice doit en accuser réception en envoyant une commande L2- $\Delta$ PSD-Request (voir paragraphe E.5.3). Cette commande indique que la VTU réceptrice est prête à appliquer le réglage de la PSD réelle ( $\Delta PSD_{ACT}$ ) spécifié dans la commande L2-SRA-Request. Dans un délai de 128 ms suivant l'envoi de la commande L2- $\Delta$ PSD-Request, la VTU réceptrice doit attendre la réception d'une deuxième structure L2-SYNCHRO, d'une commande L2.1-Exit-Step-Request ou d'une réponse L2- $\Delta$ PSD-Reject. Si, dans ce délai, la VTU réceptrice ne reçoit ni une deuxième structure L2-SYNCHRO, ni une commande L2.1-Exit-Step-Request, ni une réponse L2- $\Delta$ PSD-Reject, elle doit retransmettre la commande L2- $\Delta$ PSD-Request. Sur réception d'une réponse L2- $\Delta$ PSD-Reject, la VTU réceptrice ne doit pas en accuser réception et doit, dans un délai de 128 ms, s'attendre à recevoir une nouvelle commande L2.1-Entry-Step-Request (avec le même numéro d'étape que la précédente commande L2.1-Entry-Step-Request et la même valeur ou une valeur différente de  $\Delta PSD_{TAR}$ ) ou une commande L2.1-Exit-Step-Request.
- 7) Dans un délai de 128 ms suivant la réception d'une commande L2- $\Delta$ PSD-Request, la VTU émettrice doit soit accuser réception de la commande L2- $\Delta$ PSD-Request en envoyant une deuxième structure L2-SYNCHRO, soit la rejeter en envoyant une commande L2.1-Exit-Step-Request ou une réponse L2- $\Delta$ PSD-Reject.
- 8) A compter du premier symbole suivant la seconde structure L2-SYNCHRO, la VTU émettrice et la VTU réceptrice doivent appliquer le réglage de la PSD réelle ( $\Delta PSD_{ACT}$ ) indiqué dans la commande L2-SRA-Request, conformément à la procédure définie au paragraphe E.3.1.1.1.3.

Si, au cours d'une procédure d'entrée en une étape, la VTU réceptrice reçoit une commande L2.1-Exit-Step-Request, elle doit abandonner la procédure d'entrée en une étape dans le sous-état de liaison L2.1 et doit accuser réception de la commande L2.1-Exit-Step-Request conformément à la procédure de sortie en une étape du sous-état de liaison L2.1 définie au paragraphe E.3.1.2.



**Figure E.4 – Echanges entre VTU lors d'une procédure d'entrée dans le sous-état de liaison L2.1 en une seule étape**

#### E.3.1.1.1.2 Conditions de limites et politique

La VTU émettrice doit sélectionner les paramètres indiqués dans la commande L2.1-Entry-Step-Request afin de respecter les conditions de limites suivantes:

- la valeur du réglage de la PSD cible ( $\Delta PSD_{TAR}$ ) ne doit pas excéder L2.1-ATPD;
- l'ensemble des sous-porteuses pour lesquelles la désactivation dans le sous-état de liaison L2.1 n'est pas autorisée doit être égal à l'ensemble des sous-porteuses indiqué dans L2-BANDS ou en constituer un surensemble.

La VTU réceptrice doit sélectionner les paramètres indiqués dans la commande L2-SRA-Request afin de respecter les conditions de limites suivantes:

- $\Delta PSD_{ACT} \leq \Delta PSD_{TAR}$ .
- Toutes les sous-porteuses inactives au moment de l'envoi de la commande L2.1-Entry-Step-Request doivent le rester; toutes les sous-porteuses actives qui se trouvent dans les bandes de fréquences indiquées dans L2-BANDS doivent rester actives (se transformant en sous-porteuses surveillées lorsque  $b_i$  est réduit à 0 dans le sous-état de liaison L2.1); les autres sous-porteuses actives pourront devenir inactives; les valeurs des gains (c'est-à-dire les valeurs  $g_i$ ) et les valeurs  $tssi$  des sous-porteuses inactives doivent être



stockées pendant l'état de liaison L2 afin d'être utilisées pendant la première procédure de sortie en une étape; dans l'état de liaison L0, l'ensemble des sous-porteuses actives est défini comme l'ensemble des sous-porteuses dans l'ensemble MEDLEY avec  $g_i > 0$  sur une échelle linéaire.

- La réduction de la NOMATP après chaque étape d'entrée (par rapport à l'instant où la commande L2.1-Entry-Step-Request a été envoyée), résultant de l'application par la VTU émettrice du réglage de la PSD réelle ( $\Delta PSD_{ACT}$ ) en conformité avec la procédure définie au paragraphe E.3.1.2.1.3, ne doit pas dépasser L2.1-ATPD.
- La réduction totale de la NOMATP après chaque étape d'entrée (par rapport à l'instant où l'entrée dans le sous-état de liaison L2.1 a été déclenchée), résultant de l'application par la VTU émettrice du réglage de la PSD réelle ( $\Delta PSD_{ACT}$ ) en conformité avec la procédure définie au paragraphe E.3.1.2.1.3, ne doit pas dépasser L2.1-ATPRT.
- La SNRM doit être supérieure ou égale à L2-TARSNRM et inférieure ou égale à L2-MAXSNRM.
- Si la procédure d'entrée en une étape n'est pas la dernière étape de la procédure d'entrée dans le sous-état de liaison L2.1, alors les valeurs des paramètres de tramage primaires doivent aboutir à un *ETR* secondaire supérieur ou égal à L2.1-ETR-MAX et inférieur ou égal à *ETR*<sub>max</sub>.
- Si la procédure d'entrée en une étape est la dernière étape de la procédure d'entrée dans le sous-état de liaison L2.1, alors les valeurs des paramètres de tramage primaires doivent aboutir à un *ETR* secondaire supérieur ou égal à L2.1-ETR-MIN, et inférieur ou égal à L2-ETR-MAX.

NOTE – Une première étape de sortie du sous-état de liaison L2.1 sera nécessaire pour avoir des paramètres de tramage primaires aboutissant à un *ETR* secondaire supérieur ou égal à L2.1-ETR-MAX (voir paragraphe E.3.1.2). Les conditions de limites de l'*ETR* ci-dessus impliquent que cette exigence soit satisfaite (en supposant que les conditions de canal au moment de la première étape de la procédure de sortie du sous-état de liaison L2.1 soient les mêmes qu'au moment de la dernière étape de la procédure d'entrée dans le sous-état de liaison L2.1). Cette exigence est également surveillée pendant le fonctionnement permanent dans le sous-état de liaison L2.1 (voir paragraphe E.3.1.3).

Dans le cadre de ces conditions de limites, la VTU émettrice et la VTU réceptrice doivent déterminer les modifications du chargement des bits, des paramètres de tramage, de la PSD en émission (réduction) et de l'ensemble des sous-porteuses actives, conformément à la politique d'entrée dans le sous-état de liaison L2.1 suivante:

- maximiser le réglage de la PSD cible ( $\Delta PSD_{TAR}$ ) jusqu'à la valeur qui résultera en une réduction de la NOMATP ne dépassant pas L2.1-ATPD;
- maximiser le réglage de la PSD réelle ( $\Delta PSD_{ACT}$ ) jusqu'au réglage de la PSD cible ( $\Delta PSD_{TAR}$ ) déterminé par la VTU émettrice pour l'étape.
- Si la procédure d'entrée en une étape n'est pas la dernière étape de la procédure d'entrée dans le sous-état de liaison L2.1:
  - maximiser l'*ETR*.
 

NOTE – Cette politique garantira, pendant ou après chaque étape intermédiaire, une sortie sans heurts lors d'un retour à l'état de liaison L0 puisque l'*ETR* sera maximisé et dépassera L2.1-ETR-MAX.
- Si la procédure d'entrée en une étape est la dernière étape de la procédure d'entrée dans le sous-état de liaison L2.1:
  - maximiser la SNRM;
  - minimiser la puissance d'émission nominale totale dans le sous-état de liaison L2.1 (L2.1-NOMATP).

NOTE – Cette politique garantira qu'après l'entrée dans le sous-état de liaison L2.1 à partir de l'état de liaison L0 (voir la procédure d'entrée dans le sous-état de liaison L2.1 à la figure E1), la ligne atteindra la réduction cible ATPT (ou s'en approchera le plus près possible) et offrira le débit binaire minimal requis, tout en maximisant la SNRM. Cette dernière condition nécessite que le récepteur minimise le nombre de sous-porteuses désactivées et augmente sa capacité à atteindre L2.1-ETR-MAX après la première étape de sortie.

### E.3.1.1.1.3 Application du réglage de la PSD réelle

La VTU émettrice doit appliquer le réglage de la PSD réelle ( $\Delta PSD_{ACT}$ ) comme suit:

- si la procédure d'entrée en une étape est la première étape de la procédure d'entrée dans le sous-état de liaison L2.1, alors la variable de réduction de la PSD totale  $\Delta PSD_{TOT}$  doit être égale à  $\Delta PSD_{ACT}$ , sinon il faudra incrémenter la valeur actuelle de  $\Delta PSD_{TOT}$  de  $\Delta PSD_{ACT}$ ;
- si un réglage de PSD uniforme est appliqué, alors la PSD en émission (en dBm/Hz) doit être réduite sur toutes les sous-porteuses actives de telle sorte que:

$$L2.1-MREFPSD(f) = MREFPSD(f) - \Delta PSD_{TOT};$$

- si un réglage de PSD plafonnée est appliqué, alors la PSD en émission (en dBm/Hz) doit être réduite sur toutes les sous-porteuses actives de telle sorte que:

$$L2.1-MREFPSD(f) = \text{MIN} (MREFPSD(f); MAXMREFPSD - \Delta PSD_{TOT} ),$$

où  $L2.1-MREFPSD$  s'applique au sous-état de liaison L2.1 de la même façon que  $MREFPSD$  s'applique dans l'état de liaison L0, et

où  $MAXMREFPSD$  est le niveau de PSD le plus élevé dans le descripteur de PSD utilisé pour acheminer  $MREFPSD$  dans un message O-PRM ou R-PRM durant l'initialisation (voir respectivement le paragraphe 12.3.3.2.1.3 ou le paragraphe 12.3.3.2.2.3 de la Recommandation [UIT-T G.993.2]).

- $L2.1-NOMATP$  est calculée comme suit:

$$L2.1-NOMATP = 10\log_{10} \Delta f + 10\log_{10} \left( \sum_{i \in ACTIVE \text{ set}} \left( 10^{\frac{L2.1-MREFPSD[i]}{10}} g_i^2 \right) \right),$$

$ACTIVEset$  représentant l'ensemble des sous-porteuses actives indiquées dans la commande L2-SRA-Request;

- les sous-porteuses de l'ensemble MEDLEY devenues inactives pendant le sous-état de liaison L2.1 doivent avoir  $Z_i = 0$ ;

NOTE 1 – Dans le cas de l'UIT-T G.993.2 non vectorisée, il en résultera une absence de puissance au point de référence U.

NOTE 2 – Dans le cas de l'UIT-T G.993.2 vectorisée, il pourra y avoir de la puissance au point de référence U en raison de signaux de précompensation (c'est-à-dire,  $Z_i$  non nul);

- si la vectorisation en aval est appliquée, la réduction de la PSD en aval ne doit pas entraîner une modification quelconque des valeurs des signaux de précompensation au point de référence U-O;
- les sous-porteuses de l'ensemble MEDLEY doivent être transmises au même niveau de PSD pendant les symboles de synchronisation et les symboles de données;
- les sous-porteuses ROC et RRC ne doivent pas être réglées comme inactives.

NOTE 3 – Pour les émetteurs-récepteurs fonctionnant en conformité avec les annexes X ou Y des Recommandations [UIT-T G.993.5] ou [UIT-T G.993.2], les responsables de la mise en oeuvre doivent éviter toute modification de l'impédance de l'émetteur-récepteur sur l'une quelconque des sous-porteuses de l'ensemble MEDLEY.

#### **E.3.1.1.2 Procédure d'entrée en plusieurs étapes**

Pour une procédure d'entrée en plusieurs étapes, la procédure d'entrée en une étape doit être exécutée plusieurs fois, une fois pour chaque étape. Chaque exécution de la procédure d'entrée en une étape doit être conforme aux exigences définies au paragraphe E.3.1.1.1. Toutes les étapes d'une procédure d'entrée dans le sous-état de liaison L2.1 en plusieurs étapes doivent utiliser la même méthode de réglage de la PSD (c'est-à-dire une PSD uniforme ou une PSD plafonnée).

Dans une procédure d'entrée en plusieurs étapes, la procédure en une seule étape d'entrée dans le sous-état de liaison L2.1 suivante ne doit être lancée que si:

- le critère d'entrée dans le sous-état de liaison L2.1 a encore été respecté pendant toute la durée suivant la fin de la procédure d'entrée en une étape précédente;
- cette durée a dépassé L2-TIME;
- le critère de sortie du sous-état de liaison L2.1 (voir paragraphe E.3.1.2) n'a pas été respecté pendant cette période.

Si le critère de sortie du sous-état de liaison L2.1 est satisfait au cours d'une procédure d'entrée dans le sous-état de liaison L2.1 en plusieurs étapes après une ou plusieurs étapes et avant l'achèvement de la dernière étape, la VTU émettrice doit interrompre la procédure d'entrée en plusieurs étapes en déclenchant une transition de retour de la liaison à l'état de liaison L0 à l'aide de la procédure de sortie du sous-état de liaison L2.1 définie au paragraphe E.3.1.2.

#### **E.3.1.2 Sortie du sous-état de liaison L2.1 vers l'état de liaison L0**

Le critère de sortie du sous-état de liaison L2.1 doit être défini comme la réception, par la VTU émettrice, d'une primitive de la fonction de couche supérieure indiquant la nécessité pour la liaison d'opérer une transition de sortie du sous-état de liaison L2.1.

La transition du sous-état de liaison L2.1 à l'état de liaison L0 (procédure de sortie du sous-état de liaison L2.1) est illustrée à la figure E.5. Lorsque la liaison se trouve dans le sous-état de liaison L2.1 et que le critère de sortie du sous-état de liaison L2.1 est satisfait, la VTU émettrice doit lancer une transition de la liaison du sous-état de liaison L2.1 à l'état de liaison L0 (voir la primitive de demande de sortie du sous-état de liaison L2.1 aux figures E.1 et E.5). La transition pourra se produire en une seule étape (en utilisant une procédure de sortie en une étape définie au paragraphe E.3.1.2.1) ou en plusieurs étapes (en utilisant une procédure de sortie en plusieurs étapes définie au paragraphe E.3.1.2.2). Une procédure de sortie en plusieurs étapes consiste à exécuter plusieurs fois la procédure de sortie en une étape, une fois pour chaque étape de la procédure de sortie en plusieurs étapes.

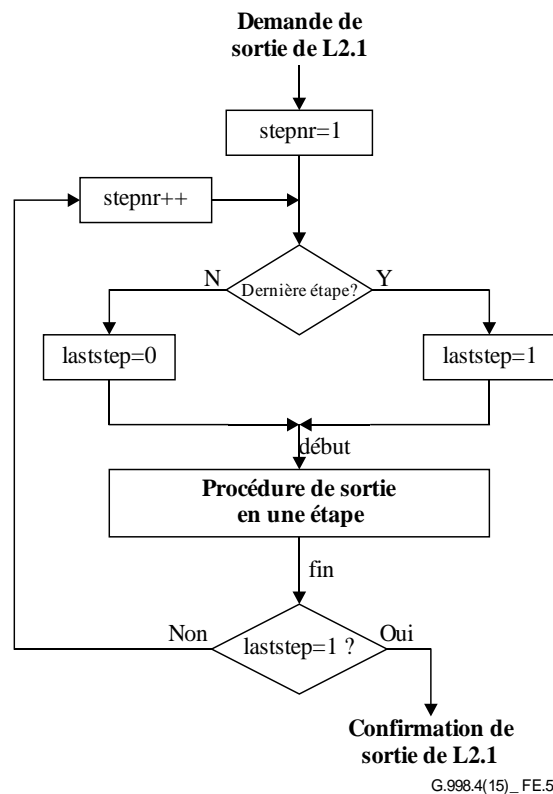
Une fois la procédure de sortie du sous-état de liaison L2.1 lancée, la VTU émettrice doit mener à bien la procédure de sortie du sous-état de liaison L2.1 pour ramener la liaison à l'état de liaison L0, que le critère de sortie du sous-état de liaison L2.1 (voir paragraphe E.3.1.2) soit encore ou ne soit plus satisfait lors de l'exécution de la procédure de sortie du sous-état de liaison L2.1.

Lorsque la procédure de sortie en une étape (pour la transition en une seule étape) ou toutes les étapes de la procédure de sortie en plusieurs étapes (pour la transition en plusieurs étapes) ont été menées à bien, la liaison doit être considérée comme étant revenue à l'état de liaison L0. Entre temps, la liaison doit être considérée comme se trouvant dans le sous-état de liaison L2.1.

La procédure de sortie du sous-état de liaison L2.1 doit utiliser les paramètres de configuration L2 suivants, fournis par la CO-MIB (voir paragraphe E.4):

- Augmentation maximale de l'ATP (dB) par palier (L2.1-ATPD);
- Durée minimale entre les étapes (L2-TIME);
- ETR maximal dans le sous-état de liaison L2.1 (L2-ETR-MAX);

- Marge SNR minimale dans l'état de liaison L2 (L2-MINSNRM, uniquement pour une procédure de sortie en plusieurs étapes);
- Marge SNR cible dans le sous-état de liaison L2.1 (L2-TARSNRM);
- Marge SNR maximale dans le sous-état de liaison L2.1 (L2-MAXSNRM).



**Figure E.5 – Procédure de sortie du sous-état de liaison L2.1**

#### **E.3.1.2.1 Procédure de sortie en une étape**

La procédure de sortie en une étape commence par mettre en oeuvre un changement de la PSD en émission et de l'ensemble des sous-porteuses actives, suivi d'un changement du chargement des bits et des paramètres de tramage.

- La modification du tableau de chargement des bits (BLT) et des paramètres de tramage ainsi que la modification (augmentation) du niveau de la PSD en émission et de l'ensemble des sous-porteuses actives doivent être effectuées séparément, dans des supertrames différentes. Les gains (c'est-à-dire les valeurs  $g_i$ ) ne doivent pas être modifiés.
- Pour déclencher la modification du tableau de chargement des bits et des paramètres de tramage, ainsi que la modification (augmentation) du niveau de la PSD en émission et de l'ensemble des sous-porteuses actives, la VTU émettrice doit transmettre une structure L2-SYNCHRO. La structure L2-SYNCHRO pour la procédure de sortie en une étape sera définie comme étant identique à la structure L2-SYNCHRO pour la procédure d'entrée en une étape définie au paragraphe E.3.1.1.1. La modification doit s'appliquer à partir du premier symbole suivant le dernier symbole de la structure L2-SYNCHRO, c'est-à-dire à partir du décompte du 9<sup>e</sup> symbole (le décompte commençant à 0) de la supertrame correspondante.
- La procédure de sortie en une étape doit mettre en oeuvre un changement du niveau de la PSD en émission et de l'ensemble des sous-porteuses actives après la première structure L2-SYNCHRO, suivi d'un changement de chargement des bits et des paramètres de tramage après la deuxième structure L2-SYNCHRO. Le changement du niveau de la PSD et la durée

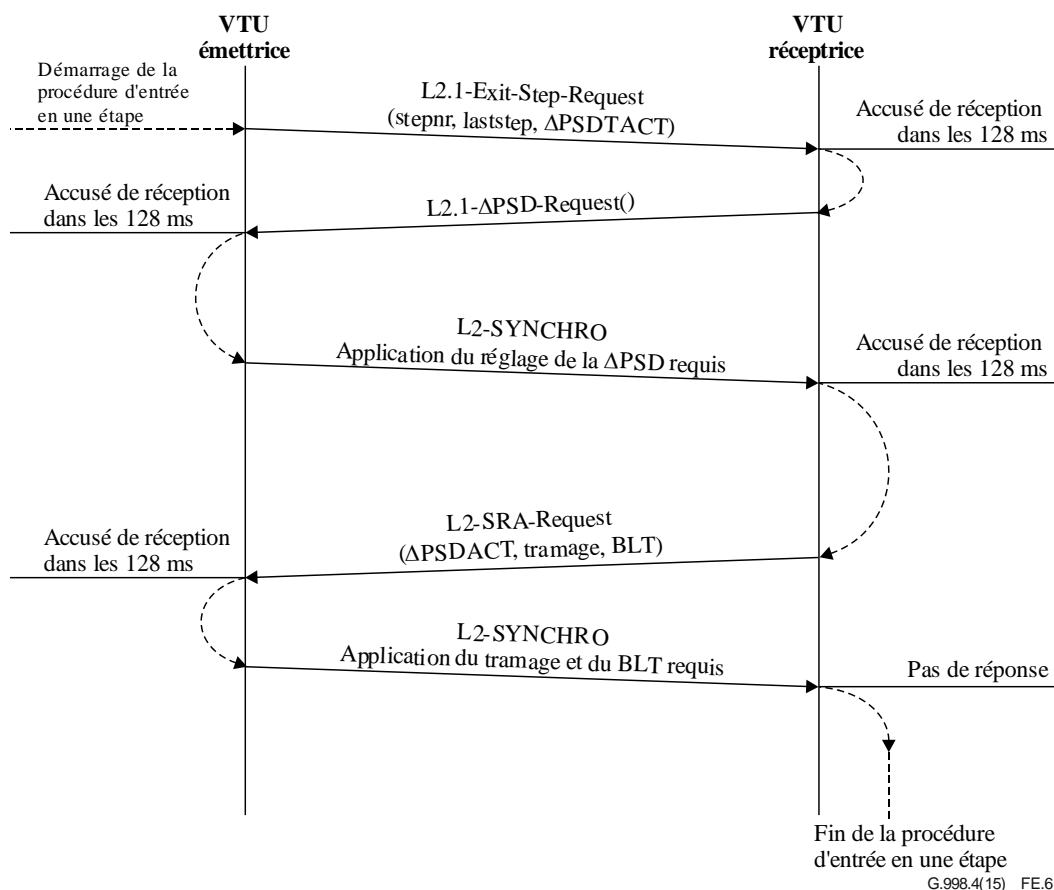
entre la première et la deuxième structure L2-SYNCHRO sont commandés par la VTU émettrice. Le chargement des bits, l'ensemble des sous-porteuses actives et les paramètres de tramage seront déterminés par la VTU réceptrice.

#### E.3.1.2.1.1 Echanges entre VTU

Les échanges entre VTU dans la procédure de sortie en une étape (voir la procédure de sortie du sous-état de liaison L2.1 à la Figure E.1 et les échanges entre VTU à la Figure E.6) seront définis comme suit:

- 1) La VTU émettrice doit lancer une procédure en une seule étape en envoyant une commande L2.1-Exit-Step-Request (voir paragraphe E.5.2) et en attendant un accusé de réception. Cette commande peut être répétée jusqu'à ce que l'accusé de réception soit reçu. Elle contient le numéro de séquence de l'étape et indique si cette étape sera ou non la dernière étape de la procédure de sortie du sous-état de liaison L2.1. Elle indique également le réglage de la PSD réelle ( $\Delta PSD_{ACT}$ ) à appliquer dans l'étape. Après avoir envoyé la première commande L2.1-Exit-Step-Request, la VTU émettrice doit ignorer toutes les commandes OLR entrantes provenant de la VTU réceptrice (voir paragraphe E.3.1.3).
- 2) A réception d'une commande L2.1-Exit-Step-Request, la VTU réceptrice doit en accuser réception en envoyant, dans un délai de 128 ms, une commande L2- $\Delta$ PSD-Request (voir paragraphe E.5.4). Après avoir reçu la commande L2.1-Exit-Step-Request, la VTU réceptrice doit rejeter toutes les commandes OLR en attente (voir paragraphe E.3.1.3). La commande L2- $\Delta$ PSD-Request indique que la VTU réceptrice est prête à appliquer le réglage de la PSD réelle ( $\Delta PSD_{ACT}$ ) spécifié dans la commande L2.1-Exit-Step-Request.
- 3) Après avoir envoyé la commande de sortie L2- $\Delta$ PSD-Request, la VTU réceptrice doit s'attendre à recevoir la première structure L2-SYNCHRO au cours des 128 ms suivantes. Si la commande L2.1-Exit-Step-Request est reçue plus d'une fois avant la réception de la première structure L2-SYNCHRO, la VTU réceptrice doit accuser réception de chaque commande L2.1-Exit-Step-Request par l'entremise d'une commande identique L2- $\Delta$ PSD-Request.
- 4) Sur réception de la commande L2- $\Delta$ PSD-Request, la VTU émettrice doit en accuser réception en envoyant, dans un délai de 128 ms, la première structure L2-SYNCHRO.
- 5) A compter du premier symbole suivant la première structure L2-SYNCHRO, la VTU émettrice et la VTU réceptrice doivent appliquer le réglage de la PSD réelle ( $\Delta PSD_{ACT}$ ) indiqué dans la commande L2.1-Exit-Step-Request, en conformité avec la procédure définie au paragraphe E.3.1.2.1.3. La VTU émettrice ne doit modifier ni le chargement des bits ni les paramètres de tramage.
- 6) Sur réception de la première structure L2-SYNCHRO, la VTU réceptrice doit estimer le SNR et accuser réception de la première structure L2-SYNCHRO en envoyant, dans un délai de 128 ms, la commande L2-SRA-Request (voir paragraphe E.5.3). La commande L2-SRA-Request indiquera le réglage de la PSD réelle ( $\Delta PSD_{ACT}$ ) déjà appliqué dans l'étape, le chargement des bits et les paramètres de tramage correspondant au réglage de la PSD réelle ( $\Delta PSD_{ACT}$ ) indiqué dans la commande L2.1-Exit-Step-Request. Après avoir envoyé la commande L2-SRA-Request, la VTU réceptrice doit s'attendre à recevoir la deuxième structure L2-SYNCHRO au cours des 128 ms suivantes. Si la VTU réceptrice ne reçoit pas la deuxième structure L2-SYNCHRO dans ce délai, elle doit retransmettre la commande L2-SRA-Request.
- 7) Sur réception de la commande L2-SRA-Request, la VTU émettrice doit en accuser réception en envoyant, dans un délai de 128 ms, la deuxième structure L2-SYNCHRO.
- 8) A partir du deuxième symbole qui suivra la deuxième structure L2-SYNCHRO, la VTU émettrice et la VTU réceptrice doivent appliquer le chargement des bits et les paramètres de tramage indiqués dans la commande L2-SRA-Request.

La durée d'exécution entre l'envoi de la commande L2.1-Exit-Step-Request et l'envoi de la deuxième structure L2-SYNCHRO ne doit pas dépasser 1 seconde.



**Figure E.6 – Echanges entre les VTU lors d'une procédure de sortie du sous-état de liaison L2.1 en une seule étape**

#### E.3.1.2.1.2 Conditions de limites et politique

La VTU émettrice doit sélectionner les paramètres indiqués dans la commande L2.1-Exit-Step-Request afin de respecter les conditions de limites suivantes:

- la valeur du réglage de la PSD réelle ( $\Delta PSD_{ACT}$ ) ne doit pas excéder L2.1-ATPD;
- le réglage de la PSD réelle ( $\Delta PSD_{ACT}$ ) pour la première étape de sortie doit être égal à une valeur entraînant une augmentation de la NOMATP égale à L2.1-ATPD par rapport à sa valeur après la réactivation de toutes les sous-porteuses désactivées pendant la phase du sous-état de liaison L2.1;
- si la procédure de sortie en une étape est la dernière étape de la procédure de sortie du sous-état de liaison L2.1:
  - $\Delta PSD_{ACT} = \Delta PSD_{TOT}$ .

NOTE 1 – Cette valeur  $\Delta PSD_{ACT}$  ramènera la PSD en émission à sa valeur utilisée au moment du lancement de la dernière entrée dans le sous-état de liaison L2.1 à partir de l'état de liaison L0.

La VTU réceptrice doit sélectionner les paramètres de transmission indiqués dans la commande L2-SRA-Request afin de respecter les conditions de limites suivantes:

- l'ensemble des sous-porteuses actives après la première procédure de sortie en une étape doit être égal à l'ensemble des sous-porteuses actives dans l'état de liaison L0. Les valeurs des gains et les valeurs *tssi* des sous-porteuses inactives doivent être ramenées aux valeurs utilisées au moment du lancement de la dernière entrée dans le sous-état de liaison L2.1 à

partir de l'état de liaison L0. Dans l'état de liaison L0, l'ensemble des sous-porteuses actives sera défini comme l'ensemble des sous-porteuses dans l'ensemble MEDLEY avec  $g_i > 0$  sur une échelle linéaire;

NOTE 2 – Toutes les sous-porteuses devenues inactives dans l'état de liaison L2 seront réactivées au cours de la première procédure de sortie en une étape, l'augmentation de L2.1-NOMATP (définie au paragraphe E.3.1.1.1) résultant de la première procédure de sortie en une étape pouvant être supérieure à L2.1-ATPD;

- Si la procédure de sortie en une étape est la première étape et non la dernière de la procédure de sortie du sous-état de liaison L2.1:
  - les paramètres de tramage primaires doivent résulter en un ETR secondaire supérieur ou égal à L2.1-ETR-MAX et inférieur ou égal à  $ETR_{max}$ ;
  - la SNRM doit être supérieure ou égale à L2-MINSNRM;
- si la procédure de sortie en une étape n'est pas la première étape de la procédure de sortie du sous-état de liaison L2.1:
  - la SNRM doit être supérieure ou égale à L2-TARSNRM et inférieure ou égale à L2-MAXSNRM;
- si la procédure de sortie en une étape est la dernière étape de la procédure de sortie du sous-état de liaison L2.1:
  - la SNRM doit être comprise entre MINSNRM et MAXSNRM;
  - les valeurs des paramètres de tramage primaires doivent, dans la mesure du possible en fonction des conditions de canal, avoir un paramètre de tramage secondaire *NDR* supérieur ou égal à la valeur de ce paramètre en service au moment du lancement de la dernière entrée dans le sous-état de liaison L2.1 à partir de l'état de liaison L0;
  - si les conditions du canal ne permettent pas d'utiliser la valeur du *NDR* en service au moment du lancement de la dernière entrée dans le sous-état de liaison L2.1 à partir de l'état de liaison L0, la commande L2-SRA-Request pourra nécessiter des valeurs des paramètres de tramage primaires différentes (résultant en un paramètre de tramage secondaire *NDR* inférieur à sa valeur au moment de l'entrée dans le sous-état de liaison L2.1), tout en continuant de respecter la configuration CO-MIB.

Dans le cadre de ces conditions de limites, la VTU émettrice et la VTU réceptrice doivent déterminer la modification (augmentation) de la PSD en émission ainsi que la modification du chargement des bits et des paramètres de tramage, conformément à la politique de sortie de l'état de liaison L2 suivante:

- maximiser le réglage de la PSD réelle ( $\Delta PSD_{ACT}$ ) jusqu'à la valeur qui résultera en un accroissement de la NOMATP ne dépassant pas L2.1-ATPD;
- sélectionner les paramètres de tramage primaires qui maximisent l'ETR secondaire.

NOTE 3 – Cette politique garantit qu'après la première étape de sortie du sous-état de liaison L2.1 (après laquelle la ligne atteint ou dépasse, selon les circonstances, le débit binaire L2.1-ETR-MAX), chacune des étapes suivantes fournira la plus grande augmentation possible de l'ETR. Elle permet le retour le plus rapide à l'état de liaison L0 (nombre minimal d'étapes de sortie sous une contrainte donnée d'augmentation de la PSD).

#### **E.3.1.2.1.3 Application du réglage de la PSD réelle**

La VTU émettrice doit appliquer le réglage de la PSD réelle ( $\Delta PSD_{ACT}$ ) comme suit:

- décrémenter  $\Delta PSD_{TOT}$  de  $\Delta PSD_{ACT}$ ;
- si un réglage de PSD uniforme a été appliqué pendant l'entrée dans le sous-état de liaison L2.1, la PSD en émission (en dBm/Hz) doit être augmentée sur toutes les sous-porteuses actives et réglée sur toutes les sous-porteuses réactivées de telle sorte que:

$$L2.1-MREFPSD(f) = MREFPSD(f) - \Delta PSD_{TOT};$$

- Si un réglage de PSD plafonnée a été appliqué pendant l'entrée dans le sous-état de liaison L2.1, la PSD en émission (en dB) doit être appliquée sur toutes les sous-porteuses actives et réglée sur toutes les sous-porteuses réactivées de telle sorte que:

$$L2.1-MREFPSD(f) = \text{MIN} (MREFPSD(f); MAXMREFPSD - \Delta PSD_{TOT}),$$

où  $L2.1-MREFPSD$  s'applique au sous-état de liaison L2.1 de la même façon que  $MREFPSD$  s'applique dans l'état de liaison L0, et

où  $MAXMREFPSD$  est le niveau de PSD le plus élevé dans le descripteur de PSD utilisé pour acheminer  $MREFPSD$  durant l'initialisation (voir respectivement les paragraphes 12.3.3.2.1.3 ou 12.3.3.2.2.3 de la Recommandation [UIT-T G.993.2]);

si la vectorisation en aval est appliquée, l'accroissement de la PSD en aval ne doit pas entraîner une modification quelconque des valeurs des signaux de précompensation au point de référence U-O.

NOTE – Pour les émetteurs-récepteurs fonctionnant en conformité avec les annexes X ou Y des Recommandations [UIT-T G.993.5] ou [UIT-T G.993.2], les responsables de la mise en oeuvre doivent éviter toute modification de l'impédance de l'émetteur-récepteur sur l'une quelconque des sous-porteuses de l'ensemble MEDLEY.

#### **E.3.1.2.2 Procédure de sortie en plusieurs étapes**

Pour une procédure de sortie en plusieurs étapes, la procédure de sortie en une étape doit être exécutée plusieurs fois, une fois pour chaque étape. Chaque exécution de la procédure de sortie en une étape doit être conforme aux exigences définies au paragraphe E.3.1.2.1. Toutes les sous-porteuses devenues inactives dans le sous-état de liaison L2.1 doivent être réactivées au cours de la première procédure de sortie en une étape.

#### **E.3.1.3 Reconfiguration en ligne dans le sous-état de liaison L2.1**

Dans le sous-état de liaison L2.1 (sauf lors de l'exécution de la procédure d'entrée dans le sous-état de liaison L2.1 ou de la procédure de sortie de ce sous-état), les conditions de limites suivantes doivent être remplies:

- la SNRM doit être supérieure ou égale à  $MINSNRM$ ;
- une première étape de sortie du sous-état de liaison L2.1 (en supposant les conditions de canal du moment) doit permettre des paramètres de tramage avec un ETR secondaire supérieur ou égal à  $L2.1-ETR-MAX$ .

NOTE 1 – Une première étape de sortie du sous-état de liaison L2.1 est nécessaire pour obtenir des paramètres de tramage avec un ETR secondaire supérieur ou égal à  $L2.1-ETR-MAX$  (voir paragraphe E.3.1.2). Dans le sous-état de liaison L2.1, la condition de limite d'ETR ci-dessus assure que cette exigence peut être satisfaite dans une première étape de sortie du sous-état de liaison L2.1.

Dans le sous-état de liaison L2.1 (sauf lors de l'exécution de la procédure d'entrée dans le sous-état de liaison L2.1 ou de la procédure de sortie du sous-état de liaison L2.1), les VTU doivent pouvoir utiliser la procédure d'échange de bits définie au paragraphe 11.2.2.3 de la Recommandation [UIT-T G.993.2] (demande OLR de type 1) dans le but de maintenir la SNRM supérieure ou égale à  $L2-TARSNRM$ .

La fonctionnalité SRA (demande OLR de type 5) doit constituer une capacité obligatoire pendant l'entrée dans le sous-état de liaison L2.1 et en régime permanent dans ce sous-état. La fonctionnalité SOS (demande OLR de type 6) ne doit pas être utilisée lors de l'exécution de la procédure d'entrée dans le sous-état de liaison L2.1 ou de la procédure de sortie de ce sous-état ou lorsque la liaison se trouve dans ce sous-état. L'activation/désactivation de la fonctionnalité SRA par le biais du paramètre de mode d'adaptation de débit aval (RA-MODE) dans la CO-MIB s'appliquera uniquement à l'état de liaison L0.



NOTE 2 - Une fois la procédure de sortie du sous-état de liaison L2.1 terminée, la VTU réceptrice pourra, afin d'optimiser les performances de la ligne, lancer les demandes OLR de types 1, 5 et 6 activées dans l'état de liaison L0.

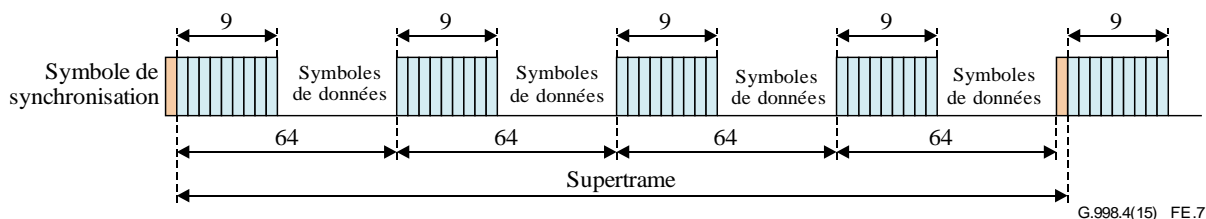
NOTE 3 - La modification des gains des sous-porteuses actives pendant les procédures OLR pourra avoir une incidence sur l'ATP de l'état de liaison L0 après la sortie du sous-état de liaison L2.1, et ce, du fait que lors de la rentrée dans l'état de liaison L0, les gains des sous-porteuses inactives seront restaurés aux valeurs de l'état de liaison L0 précédent.

### E.3.2 Sous-état de liaison L2.2

L'application principale du fonctionnement en mode LPMODE dans le sous-état de liaison L2.2 sera le transport des données "à maintenir en vie" à des moments où il n'y a pas d'activité de l'utilisateur. Outre les techniques de réduction de puissance appliquées dans le sous-état de liaison L2.1, pour le fonctionnement en mode LPMODE dans le sous-état de liaison L2.2, il convient d'utiliser la technique supplémentaire d'adaptation de la puissance appelée "fonctionnement discontinu planifié" (SDO).

Avec le SDO, les symboles ne sont transmis que dans un sous-ensemble prédéfini des 256 positions de symboles de données disponibles par supertrame. Les 256 positions de symboles dans chaque supertrame doivent être divisées en quatre groupes de 64 positions de symboles contiguës. Chaque groupe doit commencer par des périodes de symboles contiguës au cours desquelles des symboles de données doivent être transmis, suivies par des positions de symboles contiguës dans le cadre desquelles les symboles silencieux ou QUIET (c'est-à-dire ceux pour lesquels  $Z_i = 0$  pour toutes les sous-porteuses) doivent être transmis. Les positions de symboles dans le cadre desquelles sont transmis les symboles de données et les symboles silencieux doivent être identiques pour toutes les supertrames pendant toute la durée durant laquelle la liaison est dans le sous-état de liaison L2.2.

La Figure E.7 montre le SDO pendant le sous-état de liaison L2.2. Elle présente quatre groupes, chacun de 64 positions de symbole. Les symboles de données sont transmis dans les 9 premières positions de symboles de chaque groupe et les symboles silencieux dans les 55 dernières.



**Figure E.7 – Exemple de sous-état de liaison L2.2**

La structure L2-SYNCHRO définie pour la synchronisation de l'entrée dans le sous-état de liaison L2.2 et pour la sortie de ce sous-état (voir paragraphes E.3.2.1 et E.3.2.2) doit être transmise à la position du symbole de synchronisation suivie des 9 premières positions de symbole du premier groupe de 64 positions des symboles, au lieu de transmettre 9 symboles de données.

NOTE 1 – Lors de la transmission de symboles de données silencieux, on appliquera une action en retour sur la sous-couche PMS-TC afin d'empêcher l'envoi de l'eoc.

NOTE 2 – Pour les émetteurs-récepteurs fonctionnant en conformité avec les annexes X ou Y des Recommandations [UIT-T G.993.5] ou [UIT-T G.993.2], les responsables de la mise en oeuvre doivent éviter toute modification de l'impédance de l'émetteur-récepteur sur l'une quelconque des sous-porteuses de l'ensemble MEDLEY, y compris durant la transmission des symboles QUIET.

Avec la liaison dans le sous-état de liaison L2.2, les fonctions TPS-TC (voir paragraphe 7), les fonctions de retransmission (voir paragraphe 8), les fonctions PMS-TC (voir paragraphe 9) et PMD (voir paragraphe 10) ainsi que les fonctions de gestion de la retransmission (voir paragraphe 11) s'appliquent avec les différences suivantes:

- les fonctions de retransmission doivent être désactivées dans les directions aval et amont. Peu importe ce qui a été reçu sur le canal RRC, la VTU émettrice ne retransmettra pas les DTU (elle doit ignorer le contenu de ce canal). Cependant, les données sont mappées dans les DTU avec la même plage valide de paramètres de tramage et les mêmes tailles de DTU que dans le sous-état de liaison L2.1;
- *ETR\_min* et *ETR\_max* (voir paragraphe 7.1.1) ne s'appliquent ni dans la direction amont ni dans la direction aval. Puisque la retransmission est désactivée, aucune limite *ETR* particulière n'est définie pour le sous-état de liaison L2.2 par le biais de la CO-MIB.
- *TARSNRM*, *MAXSNRM* et *SNRMOFFSET-ROC* (note 3) ne s'appliquent pas. Les limites de la SNRM spécifiques à L2 sont configurées par l'intermédiaire de la CO-MIB (voir paragraphe E.4);
- les paramètres d'essai ne doivent pas être mis à jour dans la CO-MIB; *ETR*, *EFTR* et *delay\_act\_RTX* ne doivent pas être définis (voir paragraphe 11.2); les anomalies *fec* et *crc* ainsi que les défauts *leftr* et *seftr* ne doivent pas se produire (voir paragraphe 11.3); et le nombre de bits non erronés transmis sur le point de référence  $\beta_1$  doit être décompté comme nul (voir paragraphe 11.4);
- *INP\_act\_SHINE* (voir paragraphe 11.2.3) peut être inférieure à *INP\_min* (voir paragraphe 7.1.1) et peut même être nulle.
- *INP\_act\_REIN* (voir paragraphe 11.2.4) peut être inférieure à *INP\_min\_rein* (voir paragraphe 7.1.1) et peut même être nulle.

NOTE 3 – Si la vectorisation est activée pendant le sous-état de liaison L2.1, il pourra être nécessaire de continuer à prendre en charge l'annulation de la télédiaphonie également pendant le sous-état de liaison L2.2 afin d'utiliser le même chargement de bits que dans le sous-état de liaison L2.1.

Avant de déclencher une entrée dans le sous-état de liaison L2.2, la VTU émettrice doit évaluer la stabilité du canal reçu, sachant que la retransmission sera désactivée dans les deux directions.

### **E.3.2.1 Entrée dans le sous-état de liaison L2.2 à partir du sous-état de liaison L2.1**

Le critère d'entrée dans le sous-état de liaison L2.2 doit être défini comme l'absence, pendant plus de 500 ms, de toute réception de données sur le point de référence  $\gamma$  en provenance des couches supérieures, alors que la stabilité du canal reçu a été évaluée comme suffisante.

Lorsque la liaison se trouve dans le sous-état de liaison L2.1 et que le critère d'entrée dans le sous-état de liaison L2.2 est satisfait, la VTU émettrice doit lancer une transition de la liaison du sous-état de liaison L2.1 au sous-état de liaison L2.2 (voir la primitive de demande d'entrée dans le sous-état de liaison L2.2 à la Figure E.1).

La tableau de chargement des bits ( $b_i$ ), l'ensemble des sous-porteuses actives et les gains ( $g_i$ ) dans le sous-état de liaison L2.2 doivent être identiques à ce qu'ils étaient dans le sous-état de liaison L2.1 en régime permanent.

La procédure d'entrée (voir la procédure d'entrée dans le sous-état de liaison L2.2 à la Figure E.1) est définie comme suit:

- 1) La VTU émettrice doit lancer une procédure d'entrée dans le sous-état de liaison L2.2 en envoyant une commande L2.2-Entry-Request (voir paragraphe E.5.5) et en attendant un accusé de réception. Cette commande peut être répétée jusqu'à réception de l'accusé de réception. Après l'avoir envoyée, la VTU émettrice doit ignorer toutes les demandes OLR entrantes provenant de la VTU réceptrice.
- 2) Sur réception d'une commande L2.2-Entry-Request, la VTU réceptrice doit, dans un délai de 128 ms, rejeter toute demande OLR en attente et, soit accuser réception de la commande L2.2-Entry-Request avec une réponse L2.2-Entry-ACK (voir paragraphe E.5.5), soit la rejeter avec une réponse L2.2-Entry-Reject. Après avoir envoyé la réponse L2.2-Entry-ACK,

la VTU réceptrice doit s'attendre à recevoir, au cours des 128 ms suivantes, une structure L2-SYNCHRO. Si elle reçoit une commande L2.2-Entry-Request plus d'une fois avant la réception de la structure L2-SYNCHRO, la VTU réceptrice doit accuser réception de chaque commande L2.2-Entry-Request avec une réponse L2.2-Entry-ACK ou la rejeter avec une réponse L2.2-Entry-Reject.

- 3) Sur réception de la réponse L2.2-Entry-ACK, la VTU émettrice doit en accuser réception, dans un délai de 128 ms, en envoyant une structure L2-SYNCHRO. Sur réception de la réponse L2.2-Entry-Reject, la VTU émettrice peut répéter la commande L2.2-Entry-Request.
- 4) A partir du premier symbole suivant la structure L2-SYNCHRO, la VTU émettrice doit émettre et la VTU réceptrice doit recevoir des symboles de données aux positions de symboles de données définies par le SDO (voir paragraphe E.3.2).

A l'issue de la procédure d'entrée dans le sous-état de liaison L2.2, la liaison doit être considérée comme se trouvant dans ce sous-état jusqu'à ce que la procédure de sortie dudit sous-état soit exécutée ou que la liaison passe à l'état de liaison L3.

Lorsque la liaison se trouve dans le sous-état de liaison L2.2, la VTU réceptrice doit suivre les changements sur les canaux (par exemple des variations de bruit) par l'entremise de commandes OLR. Si elle détecte, pendant le sous-état de liaison L2.2, que la *SNRM* est inférieure à L2-MINSNRM, la VTU réceptrice doit envoyer à la VTU émettrice une commande L2.2-RX-Exit-Request accompagnée d'un code de raison "OLR2" (voir paragraphe E.5.6). Tant que la liaison est dans le sous-état de liaison L2.1, la *SNRM* doit être ajustée en utilisant la procédure OLR standard, telle que définie au sous-paragraphe E.3.1.3. Une fois cette procédure OLR terminée, la VTU émettrice doit lancer une transition de la liaison du sous-état de liaison L2.1 vers le sous-état de liaison L2.2, sous réserve que le critère d'entrée dans ce dernier soit toujours respecté (voir à la figure E.1 la primitive de demande d'entrée dans le sous-état de liaison L2.2).

Si la VTU émettrice détecte des erreurs dues à la présence de bruits de type REIN alors que la liaison est dans le sous-état de liaison L2.1, elle ne doit pas lancer de transition de la liaison du sous-état de liaison L2.1 vers le sous-état de liaison L2.2. Si la VTU réceptrice détecte la présence de bruits de type REIN alors que la liaison est dans le sous-état de liaison L2.2, elle doit envoyer à la VTU émettrice une commande L2.2-RX-Exit-Request accompagnée du code de raison "REIN" (voir paragraphe E.5.6).

### **E.3.2.2 Sortie du sous-état de liaison L2.2 vers le sous-état de liaison L2.1**

Le critère de sortie du sous-état de liaison L2.2 doit être défini comme la survenue de l'un des trois événements suivants: la réception par la VTU émettrice d'une primitive provenant de la fonction de gestion de couche supérieure indiquant la nécessité d'une transition hors du sous-état de liaison L2.2; la détection par la VTU émettrice d'une condition qui, si elle persistait, pourrait déclencher un reconditionnement; la réception par la VTU émettrice d'une commande L2.2-RX-Exit-Request en provenance de la VTU réceptrice.

Lorsque la liaison se trouve dans le sous-état de liaison L2.2 et que le critère de sortie de ce sous-état est satisfait, la VTU émettrice doit lancer une transition de la liaison du sous-état de liaison L2.2 vers le sous-état de liaison L2.1 (voir la primitive de demande de sortie du sous-état de liaison L2.2 à la Figure E.1).

La procédure de sortie (voir la procédure de sortie du sous-état de liaison L2.2 à la Figure E.1) est définie comme suit:

- 1) La VTU émettrice doit lancer une procédure de sortie du sous-état de liaison L2.2 en envoyant une commande L2.2-Exit-Request (voir paragraphe E.5.6), puis attendre un accusé de réception. Cette commande peut être répétée jusqu'à réception de l'accusé de réception.
- 2) Sur réception d'une commande L2.2-Exit-Request, la VTU réceptrice doit en accuser réception en envoyant, dans un délai de 128 ms, une réponse L2.2-Exit-ACK (voir

paragraphe E.5.6). Après avoir envoyé cette réponse, la VTU réceptrice doit s'attendre à recevoir, au cours des 128 ms suivantes, une structure L2-SYNCHRO. Si elle reçoit la commande L2.2-Exit-Request plus d'une fois avant la réception de la structure L2-SYNCHRO, la VTU réceptrice doit accuser réception de chaque commande L2.2-Exit-Request en envoyant une réponse L2.2-Entry-ACK.

- 3) Sur réception de la réponse L2.2-Exit-ACK, la VTU émettrice doit en accuser réception, dans un délai de 128 ms, en envoyant une structure L2-SYNCHRO.
- 4) A partir du premier symbole suivant la structure L2-SYNCHRO, la VTU émettrice doit émettre et la VTU réceptrice doit recevoir des symboles de données à toutes les positions de symboles de données définies avec les paramètres relatifs au fonctionnement dans le sous-état de liaison L2.1.

Lorsque la procédure de sortie du sous-état de liaison L2.2 est terminée, la liaison doit être considérée comme étant de retour dans le sous-état de liaison L2.1. Avant la fin de cette procédure de sortie, la liaison doit être considérée comme se trouvant dans le sous-état de liaison L2.2.

#### E.4 Configuration de la CO-MIB et rapports d'état

Les paramètres de configuration de la CO-MIB liés au mode LPMODE sont définis au tableau E.1. Les paramètres de rapports de la CO-MIB liés au mode LPMODE sont définis au Tableau E.2.

NOTE – Le Broadband Forum recommande un débit de données de 5 Mbits/s comme débit de données devant être présent après la première étape de sortie d'une procédure de sortie du sous-état de liaison L2.1 (voir paragraphe E.3.1.2). Un tel débit de données permet une sortie du sous-état de liaison L2.1 vers l'état de liaison L0 sans étapes de sortie supplémentaires susceptibles de provoquer un délai excessif ou une interruption du service. Ce débit peut constituer un paramétrage approprié de L2.1-ETR-MAX.

**Tableau E.1 – Paramètres de configuration de la CO-MIB liés au mode LPMODE**

Paramètre de configuration	Référence UIT-T G.997.1	Définition
Etat de gestion de puissance forcé (PMSF)	7.3.1.1.3	L'état de gestion de puissance forcé indique l'état de gestion de puissance dans lequel la VTU est obligée d'entrer par le biais de la CO-MIB.
Activation de l'état de gestion de puissance (PMMODE)	7.3.1.1.4	Le mode de gestion de puissance indique les états de liaison autorisés. Ce paramètre est communiqué à la VTU-R pendant l'initialisation. Bit 0: indique si l'état de liaison L3 est autorisé (1) ou non autorisé (0). Bit 1: indique si le sous-état de liaison L2.1 est autorisé (1) ou non autorisé (0) dans la direction aval. Bit 2: indique si le sous-état de liaison L2.2 est autorisé (1) ou non autorisé (0) dans la direction aval.
Intervalle de temps minimal entre deux réglages L2 ΔPSD consécutifs pendant une procédure d'entrée dans le sous-état de liaison L2.1 ou de sortie de ce sous-état (L2-TIME)	7.3.1.1.6	Durée minimale (en secondes) durant laquelle la même PSD en émission est appliquée entre deux réglages L2 ΔPSD consécutifs pendant une procédure d'entrée dans le sous-état de liaison L2.1 ou de sortie de ce sous-état. Cette durée va de 0 à 255 secondes, par paliers de 1 seconde.

**Tableau E.1 – Paramètres de configuration de la CO-MIB liés au mode LPMode**

<b>Paramètre de configuration</b>	<b>Référence UIT-T G.997.1</b>	<b>Définition</b>
Variation maximale de la puissance composite d'émission (réduction ou augmentation) par réglage L2 $\Delta$ PSD pendant, respectivement, une procédure d'entrée dans le sous-état de liaison L2.1 ou une procédure de sortie de ce sous-état (L2.1-ATPD)	7.3.1.1.7	Variation maximale de la puissance composite d'émission (en dB) par réglage L2 $\Delta$ PSD pendant une procédure d'entrée dans le sous-état de liaison L2.1 ou de sortie de ce sous-état. Cette valeur va de 0 dB à 31 dB par paliers de 1 dB.
Réduction maximale totale de la puissance composite d'émission dans le sous-état de liaison L2.1 (L2.1-ATPRT)	7.3.1.1.9	Réduction maximale totale de la puissance composite d'émission (en dB) pouvant être exécutée dans le sous-état de liaison L2.1. Il s'agit de la somme des réductions de l'ATP fournies par tous les réglages L2 $\Delta$ PSD pendant une procédure d'entrée dans le sous-état de liaison L2.1 ou de sortie de ce sous-état. Cette valeur varie de 0 dB à 31 dB par paliers de 1 dB.
Seuil temporel pour l'entrée dans l'état de liaison L2 (L2.1 ENTRY TIME)		Période (en secondes) pendant laquelle on peut déclencher une transition de l'état de liaison L0 vers le sous-état de liaison L2.1. Cette durée varie de 1 à 255 secondes par paliers de 1 seconde.
L2.1-ETR-MIN		ETR minimal (en kbit/s) qui doit être maintenu dans le sous-état de liaison L2.1. La plage valide va de 256 kbit/s à 8 192 kbit/s par paliers de 8 kbit/s.
L2.1-ETR-MAX		ETR maximal (en kbit/s) qui doit être autorisé dans le sous-état de liaison L2.1 (note). La plage valide va de 4 096 kbit/s à 32 768 kbit/s par paliers de 8 kbit/s.
L2-MINSNRM		Marge SNR minimale (en dB) autorisée après la première étape de sortie du sous-état de liaison L2.1 d'une procédure de sortie du sous-état de liaison L2.1 en plusieurs étapes. Cette valeur varie de 0 à 31 dB, par paliers de 0,1 dB.
L2-TARSNRM		Marge SNR cible (en dB) à maintenir dans le sous-état de liaison L2.1. Cette valeur varie de 0 à 31 dB, par paliers de 0,1 dB.
L2-MAXSNRM		Marge SNR maximale (en dB) dans le sous-état de liaison L2.1, y compris l'entrée dans le sous-état de liaison L2.1 et la sortie de ce sous-état. Cette valeur varie de 0 à 31 dB, par paliers de 0,1 dB.
L2-BANDS		Bandes de fréquences dans lesquelles la désactivation des sous-porteuses dans le sous-état de liaison L2.1 n'est pas autorisée.

**Tableau E.2 – Paramètres de rapport de la CO-MIB liés au mode LPMoDe**

<b>Paramètre de rapport</b>	<b>Référence UIT-T G.997.1</b>	<b>Définition</b>
Etat de gestion de puissance (PM-STATE)	7.5.1.5	Etat de gestion de puissance dans lequel se trouve la liaison (c'est-à-dire L0, L2.1, L2.2 ou L3). Sa valeur est configurée par la fonction de contrôle de la VTU de l'extrémité proche, possiblement en fonction de la configuration forcée par le biais de la CO-MIB et/ou par la fonction de contrôle de l'extrémité distante. Elle est définie séparément pour l'aval et l'amont.
Méthode de réglage de la PSD		Type de réglage de la PSD appliqué à la dernière entrée dans le sous-état de liaison L2.1. Les valeurs valides de la méthode de réglage de la PSD sont "réglage de PSD uniforme" et "réglage de PSD plafonnée".

Les paramètres de configuration de la CO-MIB communiqués à la VTU-R sont compris dans le champ de paramètres du mode LPMoDe G.998.4, comme indiqué au tableau E.3. Un champ de paramètres LPMoDe G.998.4 doit être inclus dans le champ de paramètres G.998.4 dans le message d'initialisation O-TPS (voir Tableau C.3).

**Tableau E.3 – Champ de paramètres LPMoDe UIT-T G.998.4 pour le message O-TPS**

<b>N° de champ</b>	<b>Contenu du champ</b>	<b>Format</b>	<b>Description</b>
1	Longueur du champ de paramètres	1 octet	Nombre total d'octets de données dans le champ de paramètres LPMoDe UITT G.998.4 (note)
2	L2.1-ATPDds	1 octet	Voir Tableau E.1
3	L2.1-ATPRTds	1 octet	Voir Tableau E.1
4	L2-MINSNRMDs	2 octets	Voir Tableau E.1
5	L2-TARSNRMDs	2 octets	Voir Tableau E.1
6	L2-MAXSNRMDs	2 octets	Voir Tableau E.1
7	L2.1-ETR-MINds	2 octets	Voir Tableau E.1
8	L2.1-ETR-MAXds	2 octets	Voir Tableau E.1
9	L2-BANDSDs	variable	Voir Tableau E.1
NOTE – Si le fonctionnement en conformité avec cette annexe est désactivé, le nombre d'octets de données peut être nul.			

Le champ 1 "Longueur du champ de paramètres" indique le nombre d'octets de données dans le champ paramètre LPMoDe UIT-T G.998.4. Les octets de données sont les octets qui suivent cet octet indicateur de longueur (c'est-à-dire tous les octets dans le champ de paramètres LPMoDe UIT-T G.998.4 à partir de l'avant-dernier octet). Cet octet est inclus afin de permettre aux équipements VTU-R ne prenant pas en charge le mode LPMoDe UIT-T G.998.4 d'analyser tout de même correctement le message O-TPS.

Le champ 2 "L2.1-ATPDds" est un champ d'un octet représentant un entier non signé entre 0 et 31 dB par incrément de 1 dB.

Le champ 3 "L2.1-ATPRTds" est un champ d'un octet représentant un entier non signé entre 0 et 31 dB par incrément de 1 dB.

Le champ 4 "L2-MINSNRMds" est un champ de deux octets représentant un entier non signé entre 0 et 31 dB par incrément de 0,1 dB.

Le champ 5 "L2-TARSNRMds" est un champ de deux octets représentant un entier non signé entre 0 et 31 dB par incrément de 0,1 dB.

Le champ 6 "L2-MAXSNRMds" est un champ de deux octets représentant un entier non signé entre 0 et 31 dB par incrément de 0,1 dB.

Le champ 7 "L2.1-ETR-MINds" est un champ de deux octets représentant un ETR comme un multiple de 8 kbit/s.

Le champ 8 "L2.1-ETR-MAXds" est un champ de deux octets représentant un ETR comme un multiple de 8 kbit/s.

Le champ 9 "L2-BANDSds" est un descripteur de bandes conformément à la définition du tableau 12-22 de la Recommandation [UIT-T G.993.2].

## **E.5 Coordination des transitions d'état de liaison entre les émetteurs-récepteurs VTU-O et VTU-R**

Ce paragraphe modifie l'alinéa 11.2.3.9 de la Recommandation [UIT-T G.993.2] avec des messages eoc de gestion de la puissance pour l'état de liaison L2 et ses sous-états L2.1 et L2.2.

Il définit les messages eoc suivants:

- Commande L2.1-Entry-Step-Request et réponses (voir paragraphe E.5.1);
- Commande L2.1-Exit-Step-Request et réponses (voir paragraphe E.5.2);
- Commande L2-SRA-Request et réponses (voir paragraphe E.5.3);
- Commande L2- $\Delta$ PSD-Request et réponses (voir paragraphe E.5.4);
- Commande L2.2-Entry-Request et réponses (voir paragraphe E.5.5);
- Commande L2.2-Exit-Request et réponses (voir paragraphe E.5.6).

### **E.5.1 Commande L2.1-Entry-Step-Request et réponses**

La commande L2.1-Entry-Step-Request est définie au Tableau E.4. Les réponses à la commande L2.1-Entry-Step-Request sont définies au Tableau E.5. La commande L2.1-Entry-Step-Request doit être lancée par la VTU émettrice pour l'exécution de la procédure d'entrée dans le sous-état de liaison L2.1 en une étape. La commande L2-Entry-Step contient le numéro de séquence de l'étape et indiquera si cette étape est ou non la dernière étape de la procédure d'entrée dans le sous-état de liaison L2.1. La commande L2.1-Entry-Step-Request indique le réglage de la PSD cible ( $\Delta PSD_{TAR}$ ) devant être appliqué durant l'étape et la PSD doit être uniforme ou plafonnée. Le récepteur doit soit accuser réception de la commande en envoyant une commande L2-SRA-Request, soit la rejeter en envoyant une réponse L2.1-Entry-Step-Reject accompagnée d'un code de cause défini au tableau E.5.

Le premier octet de la commande et celui de la réponse sont définis au Tableau 11-4 de la Recommandation [UIT-T G.993.2] (priorité normale). Les autres octets sont définis respectivement aux Tableaux E.4 et E.5.

**Tableau E.4 – Commande L2.1-Entry-Step-Request envoyée par la VTU émettrice**

Nom	Longueur (octets)	N° d'octet	Contenu
L2.1-Entry-Step-Request	5	2	01 <sub>16</sub> (note 1)
		3	Un octet contenant: <ul style="list-style-type: none"><li>• bit 7 (MSB) mis à 1 pour indiquer que cette étape est la dernière étape de la procédure d'entrée dans le sous-état de liaison L2.1;</li><li>• bits 6 à 0 (LSB), décompte des numéros d'étape représenté sous la forme d'un entier non signé (note 2).</li></ul>
		4	Un octet contenant la valeur $\Delta PSD_{TAR}$ appartenant à l'intervalle allant de 0 à 25,5 dB par unité de 0,1 dB, représentée sous la forme d'un entier non signé.
		5	Méthode de réglage de la PSD 00 <sub>16</sub> : réglage de PSD uniforme 01 <sub>16</sub> : réglage de PSD plafonnée (Note 1)

NOTE 1 – Toutes les autres valeurs sont réservées par l'UIT-T.

NOTE 2 – Le décompte des numéros d'étape doit être mis à "1" pour la première étape d'une procédure d'entrée dans les sous-état de liaison L2.1, et doit être incrémenté d'une unité à chaque étape suivante d'une procédure d'entrée en plusieurs étapes.

**Tableau E.5 – Réponses à la commande L2.1-Entry-Step-Request envoyées par la VTU réceptrice**

Nom	Longueur (octets)	N° d'octet	Contenu
L2-SRA-Request	Voir paragraphe E.5.3		Voir paragraphe E.5.3
L2.1-Entry-Step-Reject	3	2	81 <sub>16</sub> (note)
		3	1 octet pour le code de cause avec les valeurs valides suivantes: 01 <sub>16</sub> – occupé 02 <sub>16</sub> – paramètres invalides 03 <sub>16</sub> – réduction excessive de la PSD (note)
NOTE – Toutes les autres valeurs sont réservées par l'UIT-T.			



### E.5.2.1 Commande L2.1-Exit-Step et réponses

La commande L2.1-Exit-Step-Request est définie au Tableau E.6. Les réponses à la commande L2.1-Exit-Step-Request sont définies au Tableau E.7. La commande L2.1-Exit-Step-Request lance l'exécution de la procédure de sortie en une étape avec le réglage de la PSD réelle indiqué qui sera appliqué à partir de la première position de symbole de données suivant la première structure L2-SYNCHRO (voir paragraphe E.3.1.2).

Le premier octet de la commande et celui de la réponse sont définis au Tableau 11-2 de la Recommandation [UIT-T G.993.2] (haute priorité). Les autres octets sont définis respectivement aux Tableaux E.6 et E.7.

**Tableau E.6 – Commande L2.1-Exit-Step-Request envoyée par la VTU émettrice**

Nom	Longueur (octets)	N° d'octet	Contenu
L2.1-Exit-Step-Request	4	2	02 <sub>16</sub> (Note 1)
		3	Un octet contenant: <ul style="list-style-type: none"><li>• bit 7 (MSB) mis à 1 pour indiquer que cette étape est la dernière étape de la procédure de sortie du sous-état de liaison L2.1;</li><li>• bits 6 à 0 (LSB), décompte des numéros d'étape représenté sous la forme d'un entier non signé (Note 2).</li></ul>
		4	Un octet contenant la valeur $\Delta PSD_{ACT}$ appartenant à l'intervalle allant de 0 à 25,5 dB par unité de 0,1 dB, représentée sous la forme d'un entier non signé (note 3).

NOTE 1 – Toutes les autres valeurs sont réservées par l'UIT-T.

NOTE 2 – Le décompte des numéros d'étape doit être mis à "1" pour la première étape d'une procédure de sortie et doit être incrémenté d'une unité à chaque étape suivante d'une procédure de sortie en plusieurs étapes.

NOTE 3 – Il convient d'utiliser le même type de réglage de la PSD (uniforme ou plafonnée) que celui demandé dans la commande L2.1-Entry-Step-Request associée.

**Tableau E.7 – Réponses à la commande L2.1-Exit-Step-Request envoyées par la VTU réceptrice**

Nom	Longueur (octets)	N° d'octet	Contenu
L2- $\Delta PSD$ -Request	Voir paragraphe E.5.4		Voir paragraphe E.5.4

### E.5.3 Commande L2-SRA-Request et réponses

La commande L2-SRA-Request est définie au tableau E.8. La commande L2-SRA-Request est lancée par la VTU réceptrice et doit soit faire l'objet d'un accusé de réception par le biais de l'envoi d'une structure L2-SYNCHRO, soit être rejetée par le biais d'une réponse définie au Tableau E.9. Le message L2-SRA-Request indique le réglage de la PSD réelle, le chargement des bits (bits seulement, sans gains et sans indices de tonalité, globalement 4 bits par sous-porteuse), l'ensemble des

sous-porteuses actives et les paramètres de tramage qui seront appliqués à partir de la première position de symbole de données après la structure L2-SYNCHRO suivante (voir sous-paragraphe E.3.1.1 et E.3.1.2). Le groupement de sous-porteuses (avec une valeur de groupement de sous-porteuse [G] de 1, 2 ou 4) doit réduire la longueur de la commande de façon à ce qu'elle ne nécessite pas de segmentation.

La chronologie des changements pour les paramètres indiqués dans la commande L2-SRA-Request doit être conforme au paragraphe Q.3.1.1.1 (procédure en une étape).

Le premier octet de la commande et celui de la réponse sont définis au Tableau 11-2 de la Recommandation [UIT-T G.993.2] (haute priorité). Les autres octets sont définis respectivement aux Tableaux E.8 et E.9.

**Tableau E.8 – Commande L2-SRA-Request envoyée par la VTU réceptrice**

Nom	Longueur (octets)	N° d'octet	Contenu
L2-SRA-Request	Variable	2	03 <sub>16</sub> (note 1)
		3	Un octet contenant la valeur $\Delta PSDT_{ACT}$ appartenant à l'intervalle allant de 0 à 25,5 dB par unité de 0,1 dB, représentée sous la forme d'un entier non signé
		4-5	Deux octets contenant la nouvelle valeur de $L_1$
		6	Un octet contenant la nouvelle valeur de $B_{10}$
		7	Un octet contenant la nouvelle valeur de $M_1$
		8	Un octet contenant la nouvelle valeur de $R_1$
		9	Un octet contenant la nouvelle valeur de $Q$
		10	Un octet contenant la nouvelle valeur de $V$
		11	Un octet contenant la nouvelle valeur de $Q_{tx}$
		12	Un octet contenant la nouvelle valeur de $lb$
		13	Valeur de groupement de sous-porteuses (G) pour le chargement des bits ( $G = 1, 2$ ou $4$ ).
		Variable	Chargement des bits de la 1 <sup>re</sup> bande de l'ensemble MEDLEY utilisant le groupement de sous-porteuses (Notes 2 et 3)
		Variable	Chargement des bits de la 2 <sup>e</sup> bande de l'ensemble MEDLEY utilisant le groupement de sous-porteuses (Notes 2 et 3)
		...	...
		Variable	Chargement des bits de la dernière bande de l'ensemble MEDLEY utilisant le groupement de sous-porteuses (Notes 2 et 3)

**Tableau E.8 – Commande L2-SRA-Request envoyée par la VTU réceptrice**

NOTE 1 – Toutes les autres valeurs pour l'octet numéro 2 sont réservées par l'UIT-T.
NOTE 2 – Les bandes de l'ensemble MEDLEY sont respectivement définies, pour l'aval et pour l'amont, dans les messages O-PRM (Tableau 12-30 de la Recommandation [UIT-T G.993.2]) et R-PRM (Tableau 12-36 de la Recommandation [UIT-T G.993.2]), avec le format de descripteur de bandes défini au Tableau 12-22 de la Recommandation [UIT-T G.993.2]. Le chargement des bits représente $\lceil (\text{indice de la dernière sous-porteuse} - \text{indice de la première sous-porteuse} + 1) / (2 \times G) \rceil$ octets de longueur (4 bits par groupe de sous-porteuses, les LSB du dernier octet étant positionnés sur 0 si le nombre de groupes de sous-porteuses dans la bande est impair).
NOTE 3 – Si la commande est envoyée en réponse à la commande L2.1-Entry-Step-Request, les 4 bits par sous-porteuse codant $F_{16}$ constituent une valeur spéciale indiquant que la sous-porteuse doit être inactive et le rester jusqu'à réception de la commande L2.1-Exit-Step-Request.

**Tableau E.9 – Réponses à la commande L2-SRA-Request envoyées par la VTU réceptrice**

Nom	Longueur (octets)	N° d'octet	Contenu
L2-SRA-Reject	3	2	83 <sub>16</sub> (Note 1)
		3	1 octet pour le code de cause avec les valeurs valides suivantes (Note 1): 01 <sub>16</sub> – occupé 02 <sub>16</sub> – paramètres invalides
L2.1-Exit-Step-Request (note 2)	Voir paragraphe E.5.2		Voir paragraphe E.5.2

NOTE 1 – Toutes les autres valeurs sont réservées par l'UIT-T.

NOTE 2 – La VTU émettrice n'utilise cette commande que si elle a reçu une primitive de demande de sortie du sous-état de liaison L2.1 sur le point de référence  $\gamma\_MGMT$  de l'extrémité proche et que l'exécution de la procédure d'entrée dans le sous-état de liaison L2.1 n'est donc pas possible, ou que si elle choisit d'abandonner ladite procédure.

#### E.5.4 Commande L2-APSD-Request et réponses

La commande L2-APSD-Request est définie au tableau E.10. La commande L2-APSD-Request est lancée par la VTU réceptrice et doit soit faire l'objet d'un accusé de réception par le biais de l'envoi d'une structure L2-SYNCHRO, soit être rejetée par le biais d'une réponse définie au Tableau E.11. La commande L2-APSD-Request indique que la VTU réceptrice est prête à l'application du réglage APSD (indiqué dans la commande L2.1-Exit-Step-Request) par la VTU émettrice à partir de la première position de symbole de données après la structure L2-SYNCHRO suivante (voir paragraphes E.3.1.1 et E.3.1.2).

Le premier octet de la commande et celui de la réponse sont définis au Tableau 11-2 de la Recommandation [UIT-T G.993.2] (haute priorité). Les autres octets sont définis respectivement aux Tableaux E.10 et E.11.

**Tableau E.10 – Commande L2-ΔPSD-Request envoyée par la VTU réceptrice**

Nom	Longueur (octets)	N° d'octet	Contenu
L2-ΔPSD-Request	2	2	04 <sub>16</sub> (note)
NOTE – Toutes les autres valeurs sont réservées par l'UIT-T.			

**Tableau E.11 – Réponses à la commande L2-ΔPSD-Request envoyées par la VTU émettrice**

Nom	Longueur (octets)	N° d'octet	Contenu
L2-ΔPSD-Reject (note 2, note 3)	3	2	84 <sub>16</sub> (note 1)
		3	1 octet pour le code de cause avec les valeurs valides suivantes (Note 1): 01 <sub>16</sub> – occupé

NOTE 1 – Toutes les autres valeurs sont réservées par l'UIT-T.

NOTE 2 – La VTU émettrice ne peut utiliser cette commande que pendant la procédure d'entrée dans le sous-état de liaison L2.1. Au cours de la procédure de sortie du sous-état de liaison L2.1, la VTU émettrice doit être prête à mettre en oeuvre la commande L2-ΔPSD-Request.

NOTE 3 – La VTU émettrice n'utilise cette commande que si elle a reçu une primitive de demande de sortie du sous-état de liaison L2.1 sur le point de référence  $\gamma$ \_MGMT de l'extrémité proche et que l'exécution de la procédure d'entrée dans le sous-état de liaison L2.1 n'est donc pas possible, ou que si elle choisit d'abandonner ladite procédure.

**E.5.5 Commande L2.2-Entry-Request et réponses**

La commande L2.2-Entry-Request est définie au tableau E.12. Les réponses à la commande L2.2-Entry-Request sont définies au Tableau E.13. La commande L2.2-Entry-Request lance la procédure d'entrée avec une transmission définie pour le sous-état de liaison L2.2 à partir de la première position du symbole de données après la structure L2-SYNCHRO suivante (voir paragraphe E.3.2.1).

Le premier octet de la commande et celui de la réponse sont définis au tableau 11-4 de la Recommandation [\[UIT-T G.993.2\]](#) (priorité normale). Les autres octets sont définis respectivement aux tableaux E.12 et E.13.

**Tableau E.12 – Commande L2.2-Entry-Request envoyée par la VTU émettrice**

Nom	Longueur (octets)	N° d'octet	Contenu
L2.2-Entry-Request	2	2	05 <sub>16</sub> (note)
NOTE – Toutes les autres valeurs sont réservées par l'UIT-T.			

**Tableau E.13 – Réponses à la commande L2.2-Entry-Request envoyées par la VTU réceptrice**

Nom	Longueur (octets)	N° d'octet	Contenu
L2.2-Entry-ACK	2	2	80 <sub>16</sub> (note)
L2.2-Entry-Reject	3	2	85 <sub>16</sub> (note)
		3	1 octet pour le code de cause avec les valeurs valides suivantes (note): 01 <sub>16</sub> – occupé
NOTE – Toutes les autres valeurs sont réservées par l'UIT-T.			

#### **E.5.6 Commande L2.2-Exit-Request et réponses**

La commande L2.2-Exit-Request est définie au Tableau E.14. Les réponses à la commande L2.2-Exit-Request sont définies au Tableau E.15. La commande L2.2-Exit-Request lance la procédure de sortie avec une transmission définie pour le sous-état de liaison L2.1 à partir de la première position du symbole de données après la structure L2-SYNCHRO suivante (voir sous-paragraphe E.3.2.1).

Le premier octet de la commande et celui de la réponse sont définis au Tableau 11-4 de la Recommandation [UIT-T G.993.2] (priorité normale). Les autres octets sont définis respectivement aux Tableaux E.14 et E.15.

**Tableau E.14 – Commande L2.2-Exit-Request envoyée par la VTU émettrice**

Nom	Longueur (octets)	N° d'octet	Contenu
L2.2-Exit-Request	2	2	06 <sub>16</sub> (note)
NOTE – Toutes les autres valeurs sont réservées par l'UIT-T.			

**Tableau E.15 – Réponses à la commande L2.2-Exit-Request envoyées par la VTU réceptrice**

Nom	Longueur (octets)	N° d'octet	Contenu
L2.2-Exit-ACK	2	2	80 <sub>16</sub> (note)
NOTE – Toutes les autres valeurs sont réservées par l'UIT-T.			

#### **E.5.7 Commande L2.2-RX-Exit-Request et réponses**

La commande L2.2-RX-Exit-Request est définie au Tableau E.16. Les réponses à la commande L2.2-RX-Exit-Request sont définies au Tableau E.17. La commande L2.2-RX-Exit-Request constitue une demande de la part de la VTU réceptrice de quitter le sous-état de liaison L2.2 afin d'effectuer une OLR dans le sous-état de liaison L2.1 (code de cause "OLR") ou d'éviter que la liaison ne soit dans le sous-état de liaison L2.2 en présence d'un bruit de type REIN (code de cause "REIN").

Le premier octet de la commande et celui de la réponse sont définis au Tableau 11-4 de la Recommandation [UIT-T G.993.2] (priorité normale). Les autres octets sont définis respectivement aux Tableaux E.16 et E.17.

**Tableau E.16 – Commande L2.2-RX-Exit-Request envoyée par la VTU réceptrice**

Nom	Longueur (octets)	N° d'octet	Contenu
L2.2-RX-Exit-Request	3	2	07 <sub>16</sub> (note)
		3	1 octet pour le code de cause avec les valeurs valides suivantes (note): 01 <sub>16</sub> – OLR 02 <sub>16</sub> – REIN
NOTE – Toutes les autres valeurs sont réservées par l'UIT-T.			

**Tableau E.17 – Réponses à la commande L2.2-RX-Exit-Request envoyées par la VTU émettrice**

Nom	Longueur (octets)	N° d'octet	Contenu
L2.2-Exit-Request	Voir paragraphe E.5.6		Voir paragraphe E.5.6

## Appendice I

### Automate à états de transmission

(Cet appendice ne fait pas partie intégrante de la présente Recommandation.)

#### I.1 Automate à états de transmission de référence

NOTE – Les équations établies ci-dessous pour l'automate à états de transmission de référence sont fondées sur l'hypothèse d'une transmission de symboles de données à une fréquence  $f_s$  sans insertion de symboles de synchronisation.

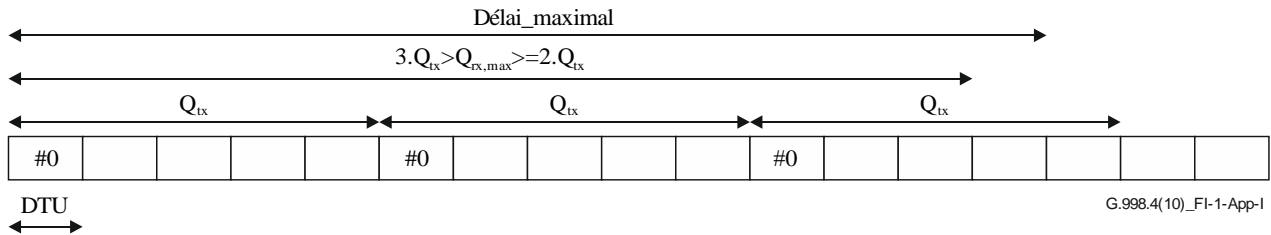
L'automate à états de transmission de référence retransmet les DTU n'ayant pas fait l'objet d'un accusé de réception exactement  $Q_{tx}$  DTU après la dernière transmission de ces mêmes DTU. Une DTU n'ayant pas fait l'objet d'un accusé de réception n'est pas retransmise après un délai  $delay\_max$  suivant la première transmission de cette même DTU. Par conséquent, la taille maximale du tampon de réception exprimée en nombre de DTU ( $Q_{rx,max}$ ) peut être calculée à partir de  $delay\_max$  comme suit:

$$Q_{rx,max} = \left\lfloor \frac{Delay\_max \cdot f_s}{S \cdot Q} \right\rfloor$$

De même, pour répondre à l'exigence de délai minimum  $delay\_min$ , la taille minimale du tampon de réception exprimée en nombre de DTU ( $Q_{rx,min}$ ) peut être calculée à partir de  $delay\_min$  comme suit:

$$Q_{rx,min} = \left\lceil \frac{Delay\_min \cdot f_s}{S \cdot Q} \right\rceil$$

L'automate à états de transmission informatif n'a aucune limitation quant au nombre de retransmissions par unité de temps.



**Figure I.1 – Exemple de retransmissions multiples de DTU avec  $SID = 0$  et  $2 \cdot Q_{tx} \leq Q_{rx,max} < 3 \cdot Q_{tx}$**

Avec l'automate à états de transmission de référence, l'impulsion la plus longue (exprimée en symboles DMT) qui peut être corrigée en l'absence d'un bruit de type REIN (c'est-à-dire  $INP\_REIN\_min = 0$ ) est:

$$INP = \begin{cases} \lfloor (N_{ret} \times Q_{tx} - 1) \times S \times Q \rfloor & \text{si } Q_{tx} \geq roundtrip_{DTU} \\ 0 & \text{sinon} \end{cases}$$

où  $roundtrip_{DTU} = \left\lceil \frac{HRT_{tx}^S + HRT_{Rx}^S}{S \cdot Q} \right\rceil + HRT_{Tx}^{DTU} + HRT_{Rx}^{DTU} + 1$  est l'aller-retour total en DTU.

$N_{ret}$  est le nombre maximal de retransmissions dans la contrainte de délai maximal définie au paragraphe 8.6.4.

Si une protection contre le bruit de type REIN est requise (c'est-à-dire  $INP\_REIN\_min > 0$ ), l'INP est donnée par:

$$INP = \lfloor ((Nret - 1) \times Q_{tx} - 1) \times S \times Q \rfloor$$

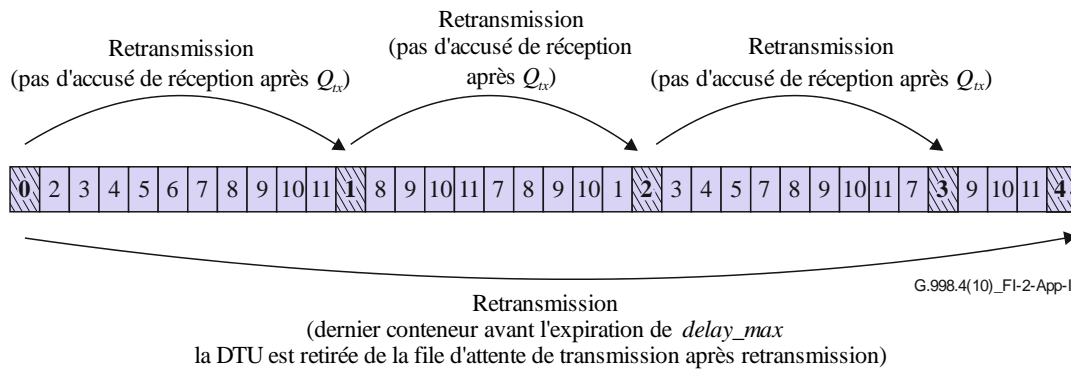
dans le cas où les conditions suivantes sont remplies:

- (i)  $Nret \geq 2$
- (ii)  $Q_{tx} \geq roundtrip_{DTU}$
- (iii)  $\left( Nret \times Q_{tx} + \left\lceil \frac{INP\_min\_rein}{S_1 \times Q} \right\rceil + 1 \right) \times S_1 \times Q \leq \left\lfloor \frac{k \times f_{DMT}}{f_{REIN}} \right\rfloor$
- (iv)  $Nret \times Q_{tx} \geq \left\lceil \left( \left\lfloor \frac{(k-1) \times f_{DMT}}{f_{REIN}} + INP\_min\_rein \right\rfloor \right) \times \frac{1}{S_1 \times Q} \right\rceil + 1$
- (v)  $\left( Q_{tx} + \left\lceil \frac{INP\_min\_rein}{S_1 \times Q} \right\rceil + 1 \right) \times S_1 \times Q \leq \left\lfloor \frac{f_{DMT}}{f_{REIN}} \right\rfloor$

Si l'une des conditions ci-dessus n'est pas remplie, l'INP est nulle.

## I.2 Automate à états de retransmission de la dernière chance

Si une DTU, située n'importe où dans le tampon de retransmission TX, devait être retransmise après le prochain conteneur de DTU sortant et dépassait ainsi la contrainte  $delay\_max$ , alors elle serait retransmise dans le prochain conteneur sortant et serait marquée comme ayant fait l'objet d'un accusé de réception. Aucun autre changement ne serait nécessaire dans le tampon. La DTU transmise ne serait pas intégrée au début de la file d'attente. Cette retransmission de la dernière chance serait effectuée, même si une retransmission antérieure n'avait pu faire l'objet d'un accusé de réception à ce moment-là. Les (re)transmissions planifiées d'autres DTU seraient retardées par un conteneur de DTU. La Figure I.2 illustre un tel schéma.



**Figure I.2 – Représentation graphique d'un automate à états de retransmission de la dernière chance**

Un automate à états de retransmission de la dernière chance fournit la protection contre les bruits impulsionnels  $INP\_min \sim delay\_max$  la plus élevée possible.



## Appendice II

### Motivation des essais accélérés pour le MTBE

(Cet appendice ne fait pas partie intégrante de la présente Recommandation.)

Cet appendice fournit une motivation pour l'exigence  $P_{DTU}$  dans les essais accélérés relatifs au MTBE.

Le bruit stationnaire peut déclencher des retransmissions en fonction du niveau de bruit. On peut supposer que la probabilité qu'une DTU soit corrompue en raison d'un bruit stationnaire est identique pour toutes les retransmissions de la même DTU, ceci du fait que le délai entre les retransmissions est important par rapport aux effets du décodeur de Viterbi.

Lorsque l'on considère un environnement avec seulement du bruit stationnaire, le MTBE après retransmission peut être calculé comme suit:

$$MTBE_{RET} = \frac{T_{DTU}}{(P_{DTU})^{M_{RET}+1}},$$

où:

$MTBE_{RET}$  est le MTBE après retransmissions, exprimé en secondes,

$P_{DTU}$  est la probabilité qu'une DTU soit corrompue, c'est-à-dire qu'une DTU ne soit pas reçue correctement en une seule transmission,

$T_{DTU}$  est la durée d'une DTU exprimée en secondes,

$M_{RET}$  est le nombre de retransmissions autorisées pour obtenir une meilleure robustesse contre les erreurs de bruits stationnaires. Il s'agit du nombre de retransmissions que le système peut prendre en charge en plus du nombre de retransmissions nécessaires pour répondre aux diverses exigences de protection contre le bruit impulsionnel.

Inversement, pour un  $MTBE_{RET}$  requis donné, le  $P_{DTU}$  requis peut être calculé comme suit:

$$P_{DTU} = \left( \frac{T_{DTU}}{MTBE_{RET}} \right)^{\frac{1}{M_{RET}+1}}$$

Dans cette version de la Recommandation UIT-T G.998.4, on suppose que  $M_{RET} = 1$ . Les conditions de fonctionnement qui permettent une plus grande optimisation de la performance feront l'objet d'une étude ultérieure. Dans ce cas, nous avons:

$$P_{DTU} = \left( \frac{T_{DTU}}{MTBE_{RET}} \right)^{\frac{1}{2}}$$

Nous supposons en outre que  $MTBE_{RET} = 14\,400$  secondes (voir paragraphe 10.3). Selon cette hypothèse, nous obtenons:

$$P_{DTU} = \left( \frac{T_{DTU\_in\_DMT}}{14400 \times f_s} \right)^{\frac{1}{2}} = \frac{8.3333 \times 10^{-3}}{\sqrt{f_s}} \times (T_{DTU\_in\_DMT})^{\frac{1}{2}},$$

où:

$f_s$  est le débit de symboles en Hz

$T_{DTU\_in\_DMT}$  est la durée de la DTU exprimée en symboles DMT. Cette valeur est identique à  $Q \times S_1$ .

Comme spécifié au paragraphe 8.1,  $T_{DTU\_in\_DMT}$  peut varier entre ½ et 4 symboles DMT.

Le Tableau II.1 montre quelques exemples de valeurs numériques de  $P_{DTU}$  pour différentes tailles de DTU.

**Tableau II.1 – Valeur de  $P_{DTU}$  comme fonction de la durée d'une DTU**

$T_{DTU\_in\_DMT}$	$P_{DTU}$ pour $f_s = 4\ 000$	$P_{DTU}$ pour $f_s = 8\ 000$
0,5	$0,9317 \times 10^{-4}$	$0,6588 \times 10^{-4}$
1	$1,3176 \times 10^{-4}$	$0,9317 \times 10^{-4}$
2	$1,8634 \times 10^{-4}$	$1,3176 \times 10^{-4}$
4	$2,6352 \times 10^{-4}$	$1,8634 \times 10^{-4}$

Le trafic de service de retransmission dû à une correction du bruit stationnaire ( $STAT\_OH$ , voir le Tableau 9-2) est approximativement égal à  $P_{DTU}$ . Dans le Tableau 9-2, cette valeur prend la valeur unique par approximation  $10^{-4}$ , indépendamment de la taille des DTU et du débit de symboles. Cette valeur est cohérente avec la plage de valeurs indiquée au Tableau II.1.

## **Bibliographie**

[b-TR-126] Broadband Forum TR-126 (2006), *Triple-Play Services Quality of Experience (QoE) Requirements*.

## SÉRIES DES RECOMMANDATIONS UIT-T

Série A	Organisation du travail de l'UIT-T
Série D	Principes de tarification et de comptabilité et questions de politique générale et d'économie relatives aux télécommunications internationales/TIC
Série E	Exploitation générale du réseau, service téléphonique, exploitation des services et facteurs humains
Série F	Services de télécommunication non téléphoniques
<b>Série G</b>	<b>Systèmes et supports de transmission, systèmes et réseaux numériques</b>
Série H	Systèmes audiovisuels et multimédias
Série I	Réseau numérique à intégration de services
Série J	Réseaux câblés et transmission des signaux radiophoniques, télévisuels et autres signaux multimédias
Série K	Protection contre les perturbations
Série L	Environnement et TIC, changement climatique, déchets d'équipements électriques et électroniques, efficacité énergétique; construction, installation et protection des câbles et autres éléments des installations extérieures
Série M	Gestion des télécommunications y compris le RGT et maintenance des réseaux
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 et mesures et tests associés
Série R	Transmission télégraphique
Série S	Equipements terminaux de télégraphie
Série T	Terminaux des services télématiques
Série U	Commutation télégraphique
Série V	Communications de données sur le réseau téléphonique
Série X	Réseaux de données, communication entre systèmes ouverts et sécurité
Série Y	Infrastructure mondiale de l'information, protocole Internet, réseaux de prochaine génération, Internet des objets et villes intelligentes
Série Z	Langages et aspects généraux logiciels des systèmes de télécommunication